



آسیب‌شناسی فرایند تدوین گزارش‌های بیلان منابع آب محدوده‌های مطالعاتی حوزه‌های آبریز درجه ۲

رضا سعیدی^۱، احمد قندهاری^{۲*}

۱- کارشناس گروه تلفیق و بیلان دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، r.saeedi@ut.ac.ir

۲- مدیر دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ghandehari.ab@khrw.ir

چکیده

استفاده بهینه از منابع محدود آب در کشوری مانند ایران با شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به محدود بودن توان منابع آب در کشورمان و به منظور حفاظت، حراست و بهره‌برداری بهینه و پایدار از آن برای تأمین نیازهای آبی جامعه فعلی و آیندگان جز با تهیه بیلان منابع آب و ارزیابی صحیح و به موقع پتانسیل آبی میسر نیست. یکی از فعالیت‌های مهم و اساسی وزارت نیرو در ایران، تهیه اطلس و بیلان منابع آب می‌باشد که بصورت ادواری تهیه و منتشر می‌گردد. این گزارش‌ها یکی از شاخص‌ترین پروژه‌های مطالعاتی و اسناد بالادستی مدیریت منابع آب کشور هستند و با هدف فراهم آوردن تسهیلات لازم جهت دستیابی مدیران، تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان، طراحان و مجریان پروژه‌های صنعت آب کشور به آمار و اطلاعات و تحلیل‌های بنیادین مورد نیاز منابع آب تدوین می‌گردند. با وجود اهمیت مطالعات بیلان در مدیریت منابع آب، دستورالعمل نحوه تهیه بیلان منابع آب دارای نواقصی است که منجر به بروز مشکلاتی در فرایند تهیه بیلان و نیز نتایج آن می‌گردد. در این مقاله ضمن بررسی این نواقص سعی شده است راهکارهای عملی جهت رفع ایرادات برشمرده شده ارائه گردد.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، اطلس منابع آب، دستورالعمل مطالعات بیلان، دوره بیلان، مقیاس بیلان

۱- مقدمه

بیلان آب بنیان مدیریت، سیاست‌گذاری، تجارت آب، آب مجازی و بسیاری مفاهیم اساسی و کلان مرتبط با آب بوده و مستلزم محاسبه جریان‌های خالص آب، تغییرات حجم ذخیره، آب‌های سطحی و زیرسطحی و آب‌های غیرمتعارف می‌باشد. با توجه به اهمیت این نوع مطالعات و نیز نیاز به برآورد پتانسیل‌های آبی در سطح کلان، پروژه‌های بزرگ و پرهزینه‌ای با این هدف در کشورهای مختلف در حال اجرا می‌باشند (طرح CHASM در انگلیس) [۱].

بیلان آب بر اساس اصل بقای ماده می‌تواند از چرخه آب در زمین تا بررسی رطوبت اطراف یک برگ را شامل شده و این هدف مطالعات است که تعداد، دقت و روشها را تعیین می‌کند به طوری که سادگی محاسبات، سهولت کاربرد و قابلیت اطمینان کافی، اساس تصمیم‌گیری در این زمینه محسوب می‌شود. هدف از بیلان آب عمدتاً آگاهی از وضعیت فرایندهای بحرانی چرخه هیدرولوژیکی است و اولین گام در آن انتخاب یک ساختار مؤثر شامل مفاهیم مطالعه و تجارب گذشته، اهداف و داده‌های در دسترس است به گونه‌ای که حداقل پیچیدگی را داشته و یا امکان کاهش پیچیدگی آن وجود داشته باشد. به دلیل ایجاز (Parsimony) ذاتی دیدگاه‌های بیلان، معادلات (معمولاً ساده) بیشتر بر جنبه‌های اساسی‌تر فرایند بارش- رواناب تمرکز یافته لذا به سادگی در مدیریت منابع آب، تحلیل منطقه‌ای و نیز حوزه‌های آبریز بدون آمار به کار می‌روند. در برخی مطالعات

گذشته تکنیک‌های استاندارد بیلان جهت پیش‌بینی تغییرات سالانه جریان در حوزه‌های آبریز و تعیین فاکتورهای مهم مدل‌های شبیه‌سازی بر حسب شرایط آب و هوایی به کار برده شده‌اند [۳ و ۲]. کمی‌سازی توزیع مکانی و زمانی پارامترهای بیلان یکی از پیش‌نیازهای مدل‌سازی و مدیریت منابع آب است. روش‌های موجود معمولاً نیازمند داده‌های فراوان و پارامتری کردن بسیاری از مولفه‌ها بوده و معمولاً هزینه و وقت زیادی را مصروف می‌کنند. مدل‌های ساده‌ای مانند SWB (simple daily soil water balance) که توسط مرکز زمین‌شناسی و تاریخ طبیعی ویسکانزین (WGNHS) توسعه داده شده، می‌تواند به صورت ساده‌تری پارامترهای بیلان را در اختیار قرار دهد [۴].

از دید روزافزون جمعیت، افزایش تقاضا در بخش مصارف، محدودیت شدید منابع آبی و ضرورت اجرای پروژه‌های جدید عمرانی، تمهیداتی را برای استفاده بهینه از منابع آب می‌طلبد تا با اجرای آنها جلوی استفاده بی‌رویه و غیراصولی از منابع آب گرفته شده و توسعه پایدار منابع آب تحقق یابد. مسلم است که در بهره‌برداری از آب، حفظ اصول بوم‌شناختی (ecology) و پایداری (sustainability) منابع آب به منظور تداوم بهره‌برداری برای نسل حاضر و نسل‌های آینده امری ضروری است. باید از آب به عنوان یک کالای فرااقتصادی بهره‌برداری کرده و به این بهره‌گیری تداوم بخشیده شود [۵].

بیلان منابع آب پایه مدیریت و سیاست‌گذاری در برخی موارد حیاتی مرتبط با مدیریت منابع آب است [۶]. یکی از فعالیت‌های مهم و اساسی مطالعات پایه منابع آب در ایران، تهیه اطلس و بیلان منابع آب می‌باشد که بصورت ادواری تهیه و منتشر می‌گردد. اطلس و بیلان منابع آب در واقع یکی از شاخص‌ترین پروژه‌های مطالعاتی و اسناد بالادستی مدیریت منابع آب کشور است و هدف از اجرای آن فراهم آوردن تسهیلات لازم جهت دستیابی مدیران، تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان، طراحان و مجریان پروژه‌های صنعت آب کشور به آمار و اطلاعات مورد نیاز منابع آب می‌باشد [۷].

با انجام تلفیق مطالعات و تهیه اطلس منابع آب، عوامل موثر در چرخه آب تجزیه و تحلیل شده، ظرفیت و توان منابع آب هر حوزه آبریز در رفع نیازهای آبی برای توسعه پایدار منابع آب مشخص شده و بر اساس نتایج حاصله، مدیریت جامع منابع آب در حوزه‌های آبریز اصلی کشور انجام می‌شود. همچنین با بررسی مشکلات پدید آمده به واسطه بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی، راهکارهایی را در قالب طرح‌های جامع آب ارائه نموده و نسبت به حفاظت کمی و کیفی منابع آب در گستره حوزه آبریز اقدام و از توسعه مشکلات و بحران‌های ایجاد شده به ویژه در آبخوان‌های زیرزمینی جلوگیری می‌گردد [۸].

۲- بیان مساله

اجزای معادله بیلان عموماً تشکیل یک معادله دینامیک را می‌دهند که فرآیندها و وقایع بینابینی، خلاصه شده و صرفاً پاسخ محدوده مطالعاتی به این فرایندها در انتهای دوره زمانی مدّ نظر قرار می‌گیرند. این خاصیت باعث علاقه‌مندی مدیران به نتایج بیلان می‌شود، اما معمولاً پاسخ نهایی مدل بیلان با دقت بالا مورد انتظار است لذا انجام این فرایند برای تحلیل‌گران و محققین دارای پیچیدگی‌های بسیاری است. در مسائل بیلان عمدتاً دقت به هدف، وسعت منطقه، روش محاسبه، مرزهای زمانی، مرزهای مکانی و ابزار و داده‌های موجود بستگی دارد. با تغییر وسعت منطقه مورد مطالعه و دوره زمانی تدوین بیلان، دقت، نوع و تعداد اجزاء بیلان و روش‌های محاسبه آنها، مبتنی بر شرایط مالی و امکانات پروژه تغییر می‌کند.

عمده تقسیم‌بندی‌های انجام شده در مورد چگونگی محاسبه بیلان با نگاه اثر متقابل آب زیرزمینی، پمپاژ و کاربری آب در سیستم اتمسفر-آب-خاک می‌باشد. یکی از راهکارهای بسیار مهم جهت نیل به آمار، اطلاعات و گزارش‌های مختلف در مراحل گوناگون، مطالعات شناسایی، نیمه تفصیلی و نهایتاً بهره‌برداری از منابع آب، تهیه اطلس منابع آب با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ برای حوزه‌های آبریز کشور می‌باشد. سابقه تهیه اطلس‌های منابع آب در ایران به حدود ۳۵ سال پیش برمی‌گردد اگرچه روند آن در ۲۵ سال اخیر به نحو چشمگیری افزایش یافته است [۹]. در شرایط فعلی، بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی حوزه‌های آبریز درجه ۲ در قالب پروژه‌های تهیه و یا بهنگام‌سازی اطلس‌های منابع آب تهیه و ارائه می‌گردد، اما در برخی موارد نیز بیلان محدوده‌های مطالعاتی به عنوان یک فعالیت مستقل از پروژه‌های اطلس منابع آب تهیه می‌شود. زمانی که این مهم در قالب پروژه بهنگام‌سازی اطلس منابع آب تهیه نمی‌گردد بر مبنای بخش اول دستورالعمل فوق‌الذکر، گزارش‌های هواشناسی، آب

سطحی، آب زیرزمینی و کیفیت منابع آب و نقشه‌های مربوطه برای کل حوزه آبریز درجه ۲ تهیه می‌شوند و سپس آمار و اطلاعات مورد نیاز جهت تهیه انواع مختلف بیلان از این گزارش‌ها استخراج شده و براساس بخش دوم دستورالعمل گزارش‌های بیلان محدوده‌های مطالعاتی تهیه و تنظیم می‌گردد [۱۰].

این دستورالعمل برای مدیریت آب کشور فرصت‌هایی استثنایی را فراهم کرده به گونه‌ای که با ایجاد وحدت رویه، امکان تلفیق نتایج و رفتارهای آبی مناطق مختلف کشور و تصمیم‌گیری در سطح کلان فراهم شده است. دستورالعمل مذکور ساده و قابل درک بوده و در تدوین آن شرایط حاکم بر کشور به لحاظ شبکه آماربرداری، توان و ظرفیت کارشناسی و ... به خوبی لحاظ شده، کاملاً کاربردی و خلاصه بوده و با تکیه بر چارچوب‌ها امکان استفاده از روش‌های نوین محاسباتی و نرم‌افزاری را فراهم کرده است. این دستورالعمل منجر به شناسایی وضعیت منابع آب با جمع‌آوری اطلاعات موجود آبی در وزارت نیرو تا یک مقطع زمانی خاص می‌شود و خروجی آن در قالب پارامترهای مختلف می‌تواند در شش سطح شامل منابع آب کشور، حوزه‌های آبریز درجه ۱ و ۲، مرز سیاسی، محدوده مطالعاتی، دشت و آبخوان، وضعیت منابع و مصارف را روشن نماید.

با توجه به تجارب به دست آمده و نیازهای جدید تعریف شده در حوزه مدیریت منابع آب، بویژه دسترسی برروز به وضعیت منابع و مصارف در حیطه جمع‌آوری داده‌ها و توسعه‌هایی که در این زمینه ایجاد شده و توسعه تکنولوژی‌ها و دانش در روش‌های محاسباتی، دستورالعمل نیازمند بازنگری اساسی است. بخش‌های محاسباتی دستورالعمل به کلیات پرداخته که این وضعیت نتایج را بویژه در مناطقی که دسترسی به داده و اطلاعات کمتر است، به شدت به نظر کارشناسی وابسته نموده است؛ لذا می‌توان گفت نتایج از دقت یکسانی برخوردار نیستند. با توجه به تنوع شدید اقلیمی و کیفیت داده‌ها و آمار، تلاش برای ایجاد وحدت رویه خود تبدیل به یک تهدید شده است. تجارب چند دوره تدوین بیلان منابع آب کشور نشان داده است که این دستورالعمل به اندازه کافی چابک و اهداف آن سهل‌الوصول نیست و روند انجام مطالعات بسیار طولانی می‌گردد به گونه‌ای که پس از دریافت نتایج عملاً بیش از پنج سال از انتهای دوره بیلان عبور کرده‌ایم. بخشی از این مشکل به تقسیم‌بندی سیاسی مدیریت آب کشور باز می‌گردد که باعث شده عملاً در یک حوزه آبریز چند متولی و کارفرما وجود داشته باشند. در این مقاله ضمن مرور دستورالعمل مذکور، به برخی نارسایی‌های آن که در مطالعات بهنگام‌سازی بیلان منابع آب آشکار شده است، اشاره و پیشنهادهایی جهت رفع آنها ارائه شده است.

۳- خلاصه‌ای از دستورالعمل نحوه تهیه گزارش بیلان آب

دستورالعمل نحوه تهیه گزارش بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی در سطح حوزه‌های آبریز درجه ۲ از تولیدات گروه تلفیق و بیلان دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران است که آخرین نسخه آن (بازنگری تیرماه ۱۳۹۰) در وبسایت این دفتر قابل دسترسی است. این دستورالعمل شامل دو بخش "تهیه گزارش‌های پایه منابع آب" و "تهیه گزارش بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی" است.

بخش اول که مختص مواردی است که بیلان محدوده در قالب بهنگام‌سازی اطلس منابع آب تهیه نمی‌گردد، شامل ۴ قسمت مطالعات هواشناسی، مطالعات هیدرولوژی، آبهای زیرزمینی و کیفیت شیمیایی آب است که نتایج آن در قالب ۴ گزارش و نقشه‌های مربوطه ارائه می‌گردد. مطالعات هواشناسی شامل دو بخش اصلی ایستگاه‌های هواشناسی و بررسی و تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات هواشناسی (باران، دما و تبخیر) در سطح حوزه آبریز است. شناسایی ایستگاه‌ها، تهیه نقشه موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی و ارزیابی عملکرد کیفی ایستگاه‌ها در بخش ایستگاه‌های هواشناسی پوشش داده می‌شود. بررسی و تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات هواشناسی در سه بخش باران، دما و تبخیر صورت می‌پذیرد که هر بخش شامل سنوات آماری ایستگاه‌های هواشناسی، مقدار سالانه متغیر، گرادیان ارتفاعی متغیر سالانه، منحنی هم‌ارزش متغیر سالانه، متغیر ماهانه ایستگاه‌ها و مقدار متغیر ماهانه در دشت و ارتفاعات به تفکیک محدوده‌های مطالعاتی می‌باشد. به صورت مشابه مطالعات هیدرولوژی نیز به دو بخش اصلی ایستگاه‌های آبسنجی و محاسبات آبدی اختصاص می‌یابد. شناسایی ایستگاه، ارزیابی عملکرد کیفی ایستگاه‌ها، تهیه نقشه موقعیت ایستگاه‌های آبسنجی و ارائه سنوات آماری ایستگاه‌های آبسنجی در بخش اول

این مطالعات گزارش می‌شود. آبدی شامل محاسبه آبدی سالانه، آبدی ماهانه ایستگاه‌ها، دبی ورودی به محدوده‌های مطالعاتی و خروجی از آنها و حجم جریان سطحی تولید شده در ارتفاعات و دشت هر محدوده مطالعاتی است. گزارش آبهای زیرزمینی به دو بخش اصلی آمار و اطلاعات و هیدروژئولوژی تقسیم می‌شود. سطح آب چاه‌های مشاهداتی، تخلیه و برداشت از منابع آب زیرزمینی، مصارف آب و ضرایب هیدروپدینامیکی آبخوان در بخش آمار و اطلاعات ارائه می‌گردد. هیدروژئولوژی شامل زمین‌شناسی و خصوصیات آبخوان‌های آبرفتی نظیر حدود آبخوان آبرفتی، ضرایب هیدروپدینامیکی، تراز آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، اختلاف سطح آب زیرزمینی و هیدروگراف معرف آبخوان آبرفتی است. گزارش کیفیت شیمیایی آب نیز شامل آمار و اطلاعات، تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات کیفی و ارائه نقشه‌ها و نمودارهای کیفی آبهای سطحی و زیرزمینی می‌شود.

با توجه به گزارش‌های تهیه شده در پروژه‌های تهیه و بهنگام‌سازی اطلس منابع آب و یا گزارش‌های مطالعات پایه، آمار و اطلاعات مورد نیاز محاسبه و در چهار بخش ابتدایی گزارش بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی شامل هواشناسی، آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی و کیفیت شیمیایی منابع آب ارائه می‌گردد. ارزیابی منابع آب به عنوان بخش اصلی گزارش بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی شامل سه قسمت بیلان آب، امکانات و محدودیت‌های توسعه بهره‌برداری از منابع آب و برآورد حجم ذخایر آب است. بیلان آب به ترتیب به سه شکل بیلان هیدروکلیماتولوژی، بیلان آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی و بیلان عمومی آب در محدوده مطالعاتی برقرار می‌شود. در بیلان هیدروکلیماتولوژی حجم بارش در دشت و ارتفاعات مشرف بر هر آبخوان به سه قسمت تبخیر، رواناب و نفوذ تقسیم می‌شود که معادله آن به صورت زیر است.

$$P = E + R + I \quad (1)$$

که در آن P بارش، E تبخیر حقیقی از بارش، R رواناب و I نفوذ است. پس از برقراری بیلان هیدروکلیماتولوژی به تفکیک دشت و ارتفاعات مشرف بر هر آبخوان، جهت تعیین بیلان آب زیرزمینی یک آبخوان از معادلات کلی زیر استفاده می‌شود.

$$(Q_{in} + Q_{is}) - (QW + Q_{Eg} + Q_d + Q_{out}) = \Delta V \quad (2)$$

$$Q_{is} = QP + QI + QSW + QR \quad (3)$$

که در آن جریان‌های ورودی آب زیرزمینی (Q_{in})، نفوذ از بارندگی از سطح آبخوان (QP)، نفوذ از جریان‌های سطحی (QR) و نفوذ از مصارف کشاورزی (QI) و شرب و صنعت (QSW) به عنوان عوامل ورودی، در برابر تخلیه از چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها (QW)، زهکش‌ها (Q_d)، تبخیر از آبخوان (Q_{Eg}) و جریان‌های خروجی آب زیرزمینی (Q_{out}) به عنوان عوامل خروجی قرار گرفته‌اند که تفاوت این دو نشان‌دهنده تغییرات ذخیره آبخوان است.

پس از برقراری بیلان هیدروکلیماتولوژی و آب زیرزمینی، بیلان عمومی محدوده مطالعاتی بر اساس معادله زیر برقرار می‌گردد.

$$(P + QR_{in} + QG_{in} + QIm) - (QEr + QEs + Q_{Eg} + QUs + QR_{out} + QG_{out} + QEx) = \pm(\Delta Vs + \Delta Vg) \quad (4)$$

که در آن P حجم بارش بر سطح محدوده مطالعاتی، QR_{in} جریان سطحی ورودی (از محدوده بالادست)، QG_{in} جریان زیرزمینی ورودی به محدوده مطالعاتی، QIm آب‌های انتقالی از خارج به محدوده مطالعاتی، QEr تبخیر و تعرق حقیقی (تبخیر از بارندگی)، QEs تبخیر از سطح آزاد آب (از دریاچه‌های طبیعی و مصنوعی یا سدها)، Q_{Eg} تبخیر از آب زیرزمینی، QUs آب مصرفی کشاورزی، شرب و صنعت (مصرف خالص)، QR_{out} جریان سطحی خروجی از محدوده مطالعاتی، QG_{out} جریان زیرزمینی خروجی از محدوده مطالعاتی، QEx آب انتقال داده شده از محدوده مطالعاتی به خارج، ΔVs تغییرات حجم ذخایر آب سطحی (مثال دریاچه پشت سدها و دریاچه‌ها) و ΔVg تغییرات حجم ذخیره آب زیرزمینی است. پس از برقراری بیلان محدوده مطالعاتی، نتیجه آن در قالب نمودار چرخه آب محدوده مطالعاتی نمایش داده می‌شود.

۴- بررسی مشکلات دستورالعمل بیلان

تجربه تهیه گزارش بهنگام‌سازی بیلان منابع آب محدوده‌های مطالعاتی حوزه‌های آبریز درجه ۲ منتهی به سال آبی ۹۰-۱۳۸۹، برخی مشکلات و نارسائی‌های دستورالعمل را آشکار ساخته است. از جمله مشکلات حال حاضر در ارائه و محاسبه بیلان، عدم وجود ارتباط مناسب بین بخش‌های مختلف بیلان (مانند دوره بیلان) و انواع بیلان (مانند هیدروکلیماتولوژی، آب زیرزمینی و عمومی) می‌باشد. یکی دیگر از مشکلات این بخش پویا نبودن محاسبات مرتبط با مؤلفه‌های بیلان می‌باشد، به طوری که در صورت تغییر برخی عوامل مؤثر بر بیلان (یا پارامترهای آن) تکرار محاسبات و امکان بررسی مجدد آنها به کندی صورت می‌گیرد.

۴-۱- یکسان نبودن دوره بیلان

اولین مساله در تهیه بیلان منابع آب بر مبنای دستورالعمل، یکسان نبودن دوره شاخص آماری برای مولفه‌های مختلف دخیل در بیلان بشکل زیر است:

- با توجه به آمار طولانی‌تر و تراکم مناسب ایستگاه‌های باران‌سنجی، امکان تطویل آمار ایستگاه‌ها تا سال آبی ۴۵-۱۳۴۴ و محاسبه متوسط بارش طولانی‌مدت وجود دارد.
- از آنجا که روند تغییرات درجه حرارت در سالهای مختلف محدود بوده و در یک ناحیه از حد معینی تجاوز ننموده یا از مقدار مشخصی کمتر نمی‌گردد، لذا متوسط درجه حرارت محاسبه شده با آمار بیش از ۱۰ سال تفاوت معناداری با آمار درازمدت آن نخواهد داشت و یکسان نبودن دوره آماری آن با دوره بیلان خطای چندانی وارد نمی‌کند.
- با توجه به آمار کوتاه‌تر و تراکم کمتر ایستگاه‌های هیدرومتری، عموماً امکان بازسازی آمار هیدرومتری تا سال ۴۵-۱۳۴۴ وجود ندارد و لذا دوره آماری ایستگاه‌های بازسازی شده نیز با دوره بیلان متفاوت است.
- دوره آماری تراز آب چاه‌های مشاهداتی عموماً کوتاه‌تر از دوره بیلان است و لذا افت متوسط و تغییرات ذخیره آبخوان متعلق به کل دوره بیلان نیست.
- با توجه به اینکه آمار مصارف از آبهای سطحی و زیرزمینی متعلق به سالهای محدودی است و اکثر سالهای دوره بیلان فاقد آمار است، تعمیم مصارف به کل دوره بیلان منجر به بروز خطای بزرگی می‌گردد چرا که مصارف (به خصوص مصارف از منابع آب سطحی، چشمه و قنات) در سالهای خشک و مرطوب متفاوت است.

۴-۲- آشکار شدن تناقضات در انتهای فرایند اجرای دستورالعمل

یکی دیگر از مشکلات تهیه بیلان محدوده‌های مطالعاتی، آشکار شدن تناقضات در نتایج گزارش‌های پایه منابع آب در مرحله تهیه گزارش‌های نهایی محدوده‌های مطالعاتی است. از جمله این تناقضات می‌توان به بیشتر شدن دمای متوسط سالانه ارتفاعات نسبت به دشت، کمتر شدن بارش ارتفاعات نسبت به دشت و کمتر بودن مجموع رواناب سطحی تولیدی در محدوده و برآیند جریان سطحی ورودی و خروجی نسبت به مصارف از آبهای سطحی اشاره کرد.

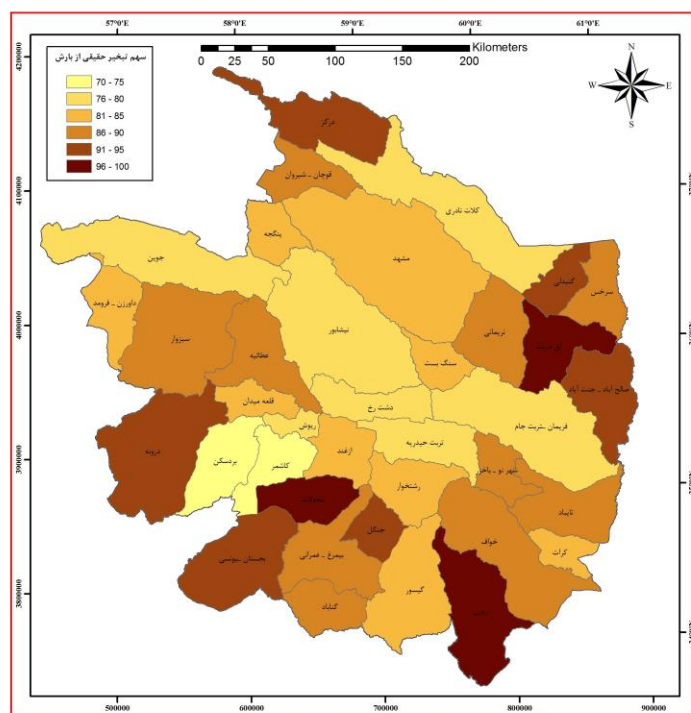
انتخاب روش مناسب برای ترسیم خطوط هم‌باران (و مشابه آن هم‌دما و هم‌تبخیر) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دو روش عمده که برای اینکار مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از گرادیان بارش و درونیابی بین ایستگاه‌ها است. در مطالعه گرادیان بارش معمولاً سعی می‌شود تا از طریق برقراری رابطه‌ی منطقی بین مقدار بارش به عنوان پارامتر تابع با پارامترهای مستقلی نظیر ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی، مقدار بارش نقاط مختلف حوزه برآورد شود. علاوه بر مطالعه گرادیان، از طریق میانابایی نقاط ایستگاهی نیز امکان ترسیم خطوط هم‌باران میسر است. یکی از نقایص عمده روش گرادیان بارش، عدم تطابق مقدار بارش در نقاط ایستگاهی با مقدار ثبت شده آن است. استفاده از روش درونیابی نیز به علت کم بودن تعداد ایستگاه‌ها و عدم وجود ایستگاه در نقاط مرتفع منجر به محدود شدن خطوط به مقادیر ایستگاهی می‌شود. لذا بهترین روش، پهنه‌بندی بارش با ترکیب دو روش گرادیان و درونیابی است. در این روش با دور شدن از ایستگاه‌ها، اثر گرادیان بارش بیشتر و با نزدیک

شدن به ایستگاه‌ها اثر درونیایی بیشتر می‌شود و در محل ایستگاه‌ها مقدار دمای ثبت شده ایستگاه بدست می‌آید. در دستورالعمل نیز به همین روش به این صورت اشاره شده است که برای ترسیم منحنی‌ها ابتدا از موقعیت ایستگاه‌ها و نقاط کمکی (که از گرادیان استخراج می‌گردد) استفاده گردد و پس از ترسیم منحنی‌ها نسبت به توجیه توپوگرافی بر روی منحنی - های هم‌باران اقدام شود. با این وجود به دلیل عدم تشریح این روش، ترسیم منحنی‌های هم‌باران (و همچنین هم‌دما و هم - تبخیر) در بسیاری از گزارش‌ها صرفاً با استفاده از یکی از روش‌های درونیایی یا گرادیان ترسیم می‌شود که تناقضات آن در مرحله تهیه بیلان محدوده‌های مطالعاتی آشکار می‌شود.

یکی دیگر از تناقضات نتایج مطالعات پایه که در زمان تهیه بیلان محدوده‌های مطالعاتی آشکار می‌شود مربوط به حجم جریان سطحی تولید شده در دشت و ارتفاعات محدوده‌های مطالعاتی است. مطابق دستورالعمل این مقادیر بر مبنای آمار ایستگاه‌های هیدرومتری و با استفاده از روش‌های مناسب بدست می‌آید. نکته حائز اهمیت آن است که مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های هیدرومتری متأثر از مصارف سطحی است و لذا در محاسبه رواناب تولیدی دشت و ارتفاعات، باید تعدیل صورت پذیرد. عدم توجه به این مسئله باعث عدم برقراری بیلان آب سطحی در زمان تهیه بیلان محدوده‌های مطالعاتی می‌شود.

۴-۳- تناقض نتایج محدوده‌های مجاور

یکی از مهمترین مشکلات تهیه بیلان منابع آب بر مبنای دستورالعمل، تناقض نتایج محدوده‌های مجاور به دلیل عدم وجود دید کلی در تهیه بیلان این محدوده‌ها است. به گونه‌ای که نمی‌توان در یک حوزه آبریز، پیوستگی لازم را بین محدوده - های مطالعاتی مجاور ایجاد کرد. به عنوان مثال تبخیر و تعرق از بارش محدوده‌های مطالعاتی که از گزارش‌های بیلان حوزه‌های آبریز قره‌قوم، کویر مرکزی، نمکزار خواف و اترک استخراج شده است ناپیوستگی غیرقابل توجیهی را نشان داده و با یکدیگر هم‌خوانی ندارد. در مقام قیاس، در محدوده‌های مجاور به هم کاشمر و محولات که در یک اقلیم قرار دارند تفاوت ۲۰ درصدی تبخیر واقعی مشاهده می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱: درصد تبخیر حقیقی از بارش محدوده‌های استان خراسان رضوی

۴-۴- طولانی بودن روند تدوین بیان آبی محدوده های مطالعاتی

روند تهیه و تدوین گزارش های بیان محدوده های مطالعاتی بر اساس روش فعلی مستلزم صرف زمان زیادی است. عوامل موثر بر طولانی شدن روند تدوین این گزارش ها شامل ۱- دستی بودن کلیه محاسبات، ۲- نبود یک مرجع موثق برای ارائه آمار و اطلاعات پایه مصوب ۳- درگیری چندین شرکت آب منطقه ای در حوزه های آبریز مشترک و ۴- فرایند طولانی ارزیابی و تصویب داده ها و گزارش ها می باشد.

۵- پیشنهادها

- برای حل برخی از مشکلات پیش گفته، پیشنهاداتی به شرح ذیل ارائه می گردد:
- جهت یکسان سازی دوره بیان در پارامترهای مختلف می توان در هر حوزه آبریز بر اساس آمار بلند مدت هواشناسی، کوتاه ترین دوره آماری دارای دوره های خشکسالی، متوسط و ترسالی را تعیین کرد و بیان را برای آن دوره محاسبه نمود. با این روش تفاوت دوره آماری پارامترهای مختلف دخیل به حداقل می رسد. البته با این روش دوره بیان حوزه های مختلف، متفاوت خواهد بود و امکان تجمیع و تلفیق نتایج بیان ها برای کل کشور وجود نخواهد داشت. علاوه بر آن می توان بیان برای ۳ سال خشک، متوسط و مرطوب حوزه آبریز مورد مطالعه محاسبه شود. با این روش امکان برنامه ریزی منابع آب برای شرایط مختلف آب و هوایی نیز فراهم می شود. مشابه راهکار قبل، با توجه به تفاوت سال های خشک، متوسط و مرطوب برای حوزه های آبریز مختلف، امکان تجمیع نتایج بیان ها برای کل کشور وجود ندارد. برای کاهش خطای ناشی از آماربرداری مصارف در سال های خاص و اثرات اقلیم بر مصارف سطحی، می توان با برقراری رابطه بین میزان مصرف و شاخص خشکسالی (نظیر SPI)، مصرف در سال های آماربرداری شده را به سایر سال های فاقد آمار تعمیم داد.
 - برای به حداقل رسیدن تناقضات در انتهای فرایند اجرای دستورالعمل پیشنهاد می شود علاوه بر تشریح جزئیات چگونگی محاسبه و ترسیم پارامترهای اصلی بیان در دستورالعمل، مقادیر بارش، دما و تبخیر در ارتفاعات و دشتهای محدوده ها به تفکیک آبخوان مشرف، در گزارش هواشناسی آورده شود تا در صورت وجود تناقض، پیش از ورود به تهیه بیان محدوده ها برطرف گردد.
 - برای غلبه بر مشکل تناقض نتایج محدوده های مجاور باید در تهیه بیان محدوده های مطالعاتی، نتایج را در کل حوزه آبریز نیز کنترل کرد. انجام چنین کاری با توجه به پویا نبودن محاسبات مرتبط با مؤلفه های بیان، به طوری که در صورت تغییر برخی عوامل مؤثر بر بیان (یا پارامترهای آن) تکرار محاسبات و امکان بررسی مجدد آنها به کندی صورت می گیرد، عملاً غیرممکن است و باید مجموعه دستورالعمل حتی المقدور در قالب یک نرم افزار جامع تهیه و تنظیم گردد.
 - برای کوتاه کردن روند طولانی تدوین بیان نیاز است که یک سامانه نرم افزاری کاربر دوست مکان محور با امکان محاسبه هم زمان پارامترهای مختلف بیان و تغییرات مؤلفه های آن با توجه به وضعیت برداشت ها و دخالت های انسانی تهیه گردد تا ضمن توسعه وحدت رویه موجود و لذا دقت مورد نیاز، امکان ردیابی نظرات کارشناسی، پیوستگی در محاسبات، ایجاد تنوع در روش های محاسباتی، ارائه قدرت و شجاعت بیشتر به کارشناسان جهت استفاده از روش های نوین و مقایسه نتایج و نهایتاً کاهش زمان دسترسی به نتایج بیان فراهم گردد.

۶- نتیجه گیری

برخی نارسایی های موجود در دستورالعمل تهیه گزارش بیان منابع آب محدوده های مطالعاتی حوزه های آبریز درجه ۲ در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین مشکلات مورد اشاره شامل یکسان نبودن دوره آماری پارامترهای مختلف موثر بر بیان، آشکار شدن تناقضات گزارش های مطالعات پایه در زمان تهیه بیان منابع آب محدوده های مطالعاتی و تناقض نتایج



3rd International conference on sustainable development, strategies and challenges
With a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism
7-9 March 2017, Tabriz, Iran

مطالعات بیلان در محدوده های مجاور و نیز روند طولانی و زمان بر تکمیل این فرایند بود. سعی شد بر اساس تجارب کارشناسان مختلف در هر بخش راهکارهایی برای حل ایرادات موجود پیشنهاد شود ولی به نظر می رسد بزرگترین مشکل تهیه بیلان منابع آب محدوده های مطالعاتی پویا نبودن محاسبات است که علاوه بر زمان بر شدن فرایند تهیه گزارش ها منجر به تاثیرگذاری بیشتر سلیقه تهیه کنندگان آن می گردد. بنابراین یک نیاز اساسی تهیه سامانه نرم افزاری با امکان محاسبه هم زمان تغییرات مؤلفه های بیلان با توجه به وضعیت برداشت ها و دخالت های انسانی است، به طوری که به عنوان ابزاری ضروری برای مدیران و کارشناسان به منظور شناخت وضع فعلی، روند تغییرات و در نهایت کمک دست مدیریت منابع آب در کشور باشد. تجارب ذی قیمتی در دنیا در این زمینه وجود دارد که به نظر می رسد با صرف هزینه کم زمانی و مالی بتوان از این تجارب به نحو احسن بهره برد.

مراجع

- [1] Quinn, P. F., O'Connell, P. E., Kilsby, C. G., Parkin, G., Bathurst, J. C., Younger, P.L., Anderton, S. P., Riley, M. S., Catchment hydrology and sustainable management (CHASM) : generic experimental design, Conference on monitoring and modeling catchment water quantity and quality, 2000.
- [2] Najjar, R. G., The water balance of the Susquehanna River basin and its response to climate change, Journal of hydrology, 219: 7-19, 1999.
- [3] Xu, C. Y., Singh, V.P., Evaluation of three complementary relationship evapotranspiration models by water balance approach to estimate actual regional evapotranspiration in different climatic regions, Journal of Hydrology, 308: 105-121.
- [4] Dripps, W. R., Bradbury. K. R., A simple daily soil-water balance model for estimating the spatial and temporal distribution of groundwater recharge in temperate humid areas, Hydrogeology Journal, 15(3): 433-444, 2007.
- [5] علیزاده، ا.، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۹۱.
- [6] Ghandhari, A., Alavi Moghaddam, S.M.R, Water Balance Principles: A Review of Studies on Five Watersheds in Iran, 4 (5): 465-479, 2011.
- [7] معرفی اصلس منابع آب، گروه تلفیق و بیلان دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران.
- [8] گزارش اصلس منابع آب مطالعات بهنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز قره قوم، شرکت مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۹۱.
- [9] گزارش تلفیق و بیلان مطالعات بهنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز قره قوم، شرکت مهندسی مشاور آبگیرسازه طوس، ۱۳۹۱.
- [۱۰] دستورالعمل نحوه تهیه گزارش بیلان آب محدوده های مطالعاتی در سطح حوزه های آبریز درجه ۲، گروه تلفیق و بیلان دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۰.