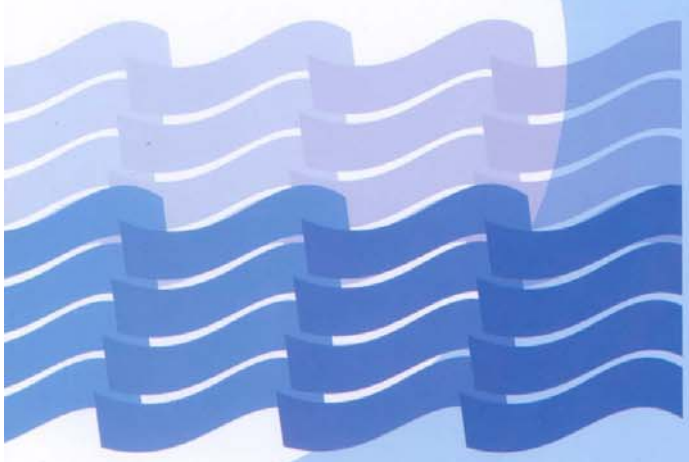
وزارت نیرو

شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران

ارزیابی منابع، مصارف و بیلان آب



نشریه شماره ۸۵ - ن

بهمن ماه ۱۳۷۳

ارزيابي منابع، مصارف و بيلان آب

نشرية ۸۵-ن بهمن ماه ۱۳۷۳

به نام خدا

پيشگفتار

امـروزه نقش و اهميت ضوابط، معيارها و استانداردها و آثار اقتصادي ناشي از بكارگيري مناسب و مستمر آنها در پيـشرفت جوامع، تهيه و كاربرد آنها را ضروري و اجتناب ناپذير ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فـنون در جهـان امروز، تهيه ضوابط، معيارها و استانداردها در هر زمينه به مجامع فني- تخصصي واگذار شده است.

بـا در نظـر گـرفتن مراتب فوق و با توجه به شرايط اقليمي و محدوديت منابع آب در ايران تهيه استاندارد در بخـش آب از اهمـيت ويژه‌اي برخوردار بوده و از اين رو طرح تهيه استانداردهاي مهندسي آب كشور وزارت نيرو در جهت نيل به اين هدف با مشخص نمودن رسته‌هاي اصلي مهندسي آب اقدام به تشكيل مجامع علمي- تخصصي با عنوان كميته‌ها و زيركميته‌هاي فني نموده كه وظيفه تهيه اين استانداردها را به عهده دارند.

استانداردهاي مهندسي آب با در نظر داشتن موارد زير تهيه و تدوين مي‌گردد:

- استفاده از تخصص‌ها وتجارب كارشناسان و صاحبه نظران شاغل در بخش عمومي و خصوصي
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهاي بين المللي
- بهره‌گيري از تجارب دستگاههاي اجرايي، سازمانها، نهادها، واحدهاي صنعتي، واحدهاي مطالعه، طراحي و ساخت
- ايجاد هماهنگي در مراحل تهيه، اجرا، بهره‌برداري و ارزشيابي طرحها
- پرهيز از دوباره‌كاريها و اتلاف منابع مالي و غير مالي كشور
- توجه به اصول و موازين مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران و ساير مؤسسات معتبر تهيه‌كننده استاندارد

آگاهـي از نظـرات كارشناسـان و صـاحبه نظرانـي كه فعاليت آنها با اين رشته از مهندسي آب مرتبط مي‌باشد موجب امتنان كميته فني مهندسي رودخانه خواهد بود.

تركيب اعضاي كميته

اعضاي كميته شمارة ۱-۳ (گروه بررسي منابع و مصارف آب و تهيه بيلان) عبارتند از:

آقاي احمد معصومي الموتي	كارشناس وزارت نيرو	ليسانس زمين‌شناسي
آقاي محمد اسماعيل پرويني	كارشناس وزارت نيرو	فوق‌ليسانس مهندسي آبياري و آباداني
آقاي محمد ناسوتي	كارشناس شركت تماب	ليسانس زمين‌شناسي
آقاي محمدحسين موسوي	كارشناس شركت تماب	ليسانس علوم رياضي
حبيب‌الله جوادي	كارشناس شركت مهندسين مشاور يكم	فوق‌ليسانس كشاورزي
آقاي ابوالقاسم لطفي	كارشناس آزاد	فوق‌ليسانس مكانيك خاك پي

فهرست مطالب

عنوان صفحه

ارزيابي منابع و مصارف و بيلان آب

مقدمه

بخش عمده سرزمين ايران جزء مناطق نيمه خشك و خشك جهان محسوب مي‌گردد. به اين دليل منابع آب آن محدود بوده و بسياري از نقاط كشور با مشكل كم آبي مواجه مي‌باشد. مصرف بي برنامه اين منابع مي‌تواند به از بين رفتن آنها منتهي گردد و چنانچه روند توسعه مصرف بجاي اينكه بر اساس يك طرح منطقي و درازمدت ادامه يابد، صرفاً با توجه به رفع نيازهاي روزمره صورت گيرد، بدون ترديد به فاجعه منتهي خواهد گرديد. هم چنانكه در بسياري از مناطق كشور وقوع اين امر از حالت پيش‌بيني گذشته و صورت واقعيت پيدا كرده است. ظـرفيت بالقـوه مـنابع آب سـطحي و بالنتيجه بخش قابل تبادل آن با منابع زيرزميني در سطح كشور نسبت به وسـعت آن و امكانـات و نـيازهاي توسـعه مـصارف كـشاورزي، صـنعتي و شهري بسيار محدود است. اين محـدوديت‌هـا بـا افزايش جمعيت كشور و روند رو به گسترش نيازها از لحاظ تهيه مواد غذايي و تأمين آب بهداشتي جمعيتهاي شهرنشين و روستانشين، بهره‌برداري از معادن و گسترش صنايع، جنبه حادتري پيدا مي‌كند. به طوري كه اين نيازها علاوه بر مصرف منابع موجب پيدايش مشكلات تبعي ديگري از لحاظ حفاظت كمي و كيفـي اين منابع مي‌گردد. مصارف شهري و صنعتي آب گرچه از نظر مقدار با مصارف كشاورزي قابل مقايسه نيـست ولـي در شـرايطي كه معيارها و ضوابط فني مربوط به برداشت آب و تخليه فاضلاب رعايت نگردد به آلـوده شـدن منابع آب سطحي و زير زميني منتهي شده و در نهايت به محدوديت بيشتر منابع آب قابل استفاده منجر خواهد گشت.

ارزيابي منابع و مصارف آب و بررسيهاي لازم براي ايجاد موازنه بين آنها با رعايت كليه عوامل طبيعي مؤثر در چـرخه آب مـي‌تواند مبناي مناسبي براي برنامه‌ريزي توسعه بهره‌برداري از اين منابع را فراهم آورده و همچنين خسارات ناشي از بروز سيل و وقوع خشكساليها را كاهش دهد.

هدف

آگاهـي از وضعيت منابع آب كشور و چگونگي تحولات آتي در تقاضا براي آب و خدمات وابسته به آن جزء پـيش‌شـرطهاي اصلي و اساسي براي مديريت منابع آب محسوب مي‌شود. افزايش و تشديد تقاضا براي آب و خـدمات مـربوط به آن، تنزل كيفيت منابع آب سطحي و زير زميني و همچنين تخريب محيط زيست كه بر اثر شهرنـشيني و صنعتي شدن و تحول در كاربري اراضي ايجاد گرديده و يا شتاب مي‌گيرد، منابع آب موجود هر كـشور را تحـت فـشارهاي فـزاينده‌اي قرار داده و مديريت مطلوب آن را بسيار دشوارتر و پيچيده‌تر از سابق نمـوده اسـت. «ارزيابـي مـنابع و مصارف آب» را مي‌توان يكي از مهمترين اقداماتي دانست كه براي افزايش آگاهـي و شـناخت دربـاره شـرايط مـنابع آب كشور انجام مي‌پذيرد و از اين رو نتايج اين گونه بررسي‌ها در مديـريت صحيح منابع آب فوق‌العاده مؤثر و ارزشمند مي‌باشد. مضافاً اينكه مطالعات ارزيابي منابع و مصارف آب ضـمن تأمـين اطلاعـات و گسترش ميزان و درجه آگاهي از شرايط متحول آب كشور، زمينه را براي اخذ تصميمات معقول مديريتي مهياتر مي‌سازد.

۱- ارزيابي منابع

برنامه‌ريزي براي استفاده منطقي از منابع آب و اعمال مديريت صحيح در پروژه‌هاي توسعه منابع آب در مراحل مختلف مطالعه، طراحي، اجرا و بهره‌برداري از تأسيسات آبي بدون شناخت كامل كميت، كيفيت، توزيع زماني و مكاني آب و جمع‌آوري آمار و اطلاعات لازم درباره آن امكان‌پذير نمي‌باشد. بررسي پتانسيل منابع آب و ثبت مستمر تغييرات كمي و كيفي آن در ايران از حدود ٤٠ سال قبل آغاز شده و شامل اندازه‌گيري ريزشهاي جوي، آبدهي رودخانه و تغييرات سفره‌هاي آب زير زميني مي‌گردد. نتايج حاصل از اين بررسيها علاوه بر كنترل دائمي كميت و كيفيت منابع و ثبت تغييرات و نوسانهاي كوتاه‌مدت و بلندمدت آنها در ارزيابي و انتخاب فاكتورهاي مورد نياز براي طراحي پروژه‌هاي توسعه بهره‌برداري از منابع آب به كار برده مي‌شوند. بنابراين توسعه شبكه هيدروكليماتولوژي و استفاده از روشها و تجهيزات مدرن براي بهبود و پيشرفت اين امر كاملا ضروري است.

بر اساس مجموعه اطلاعات موجود از منابع آب، پتانسيل منابع مذكور و نوسانهاي كوتاه‌مدت و همچنين تحولات انجام يافته در اثر بهره‌برداري از اين منابع، قابل ارزيابي مي‌باشد. دقت اين ارزيابي در سطح كشور يكسان نيست. به طور كلي در مناطقي كه رودخانه‌ها عموماً جريان دائم داشته و بستر و كناره‌هاي آنها حالت پايدارتري دارند، اندازه‌گيريها با دقت بيشتري انجام مي‌گيرد ولي در مورد رودخانه‌هاي فصلي و سيلابي كه داراي بسترهاي عريض و متغير مي‌باشند اندازه‌گيري آب رودخانه‌ها و تهيه آمار دقت چنداني نداشته و نتايج حاصل نمي‌تواند به تنهايي براي ارزيابي منابع و يا به عنوان اطلاعات پايه در پروژه‌هاي توسعه منابع آب به كار برده شود. از كميت منابع آب سطحي كشور تاكنون برآوردهايي به عمل آمده است و طبق آخرين آنها كه در قالب مطالعات طرح جامع آب كشور در سال ١٣٧٠ انجام گرفته، حجم متوسط سالانه منابع آب سطحي كشور كه رودخانه‌هاي دائمي و فصلي و همچنين جريانهاي سيلابي را شامل مي‌شود حدود ٩٣ ميليارد متر مكعب برآورده شده كه به تقريب معادل متوسط آبدهي سالانه رودخانه نيل مي‌باشد با اين تفاوت كه اين مقدار آب در پهنه‌اي به مساحت حدود يك ميليون و ششصد هزار كيلومتر مربع در سطح كشور پخش گرديده است. علاوه بر آن توزيع زماني آن، چه در فصول مختلف سال و چه از نظر تغييرات سالانه بسيار متغير است. به طور مثال در غالب رودخانه‌هاي كم‌آب و پرآب كشور كه از رشته كوه‌هاي البرز و زاگرس سرچشمه مي‌گيرند، حدود ٦٠ درصد حجم سالانه آب در فصل بهار جريان داشته و در تابستان و اوايل پائيز كه نياز به آبياري به حداكثر مي‌رسد فقط ٢٠ درصد حجم سالانه جريان مي‌يابد. بخشي از اين جريان به دليل زياد بودن غلظت املاح موجود در آب يا قابل بهره‌برداري نبوده و يا استفاده از آن سبب افزايش نمكها در خاكهاي زراعي مي‌گردد كه از بين بردن آثار نامطلوب آن مستلزم مصرف آب بيشتر به منظور شستشوي خاك مي‌باشد.

نوسانهاي سالانه منابع آب سطحي كشور بسيار زياد است، به طوري كه بر اساس اندازه‌گيريهاي انجام شده، در طول مدت ٤٠ سال دوره آمارگيري، در سالهايي كه بارندگي زياد بوده مقدار آن به بيش از دو برابر مقدار

متوسط مي‌رسد كه بخش اعظم آن به صورت سيلاب در طول زمان كمي در رودخانه و مسيل‌ها جريان مي‌يابد و موجب خسارات مالي و جاني زيادي مي‌گردد. از اين جريان آب، مقداري از طريق نفوذ در بستر رودخانه‌ها و مسيل‌ها به منابع آب زيرزميني پيوسته و باقيمانده آن به درياها، شوره‌زارها و باتلاقها جريان مي‌يابد و در نهايت تبخير مي‌گردد. در سالهايي كه بارندگي كم باشد پتانسيل كل منابع آب تا نصف مقدار متوسط آن كاهش يافته و كمبودهاي حادي از لحاظ تأمين منابع آب براي مصارف مختلف ايجاد مي‌كند.

ارزيابي كمي و كيفي منابع آب از دو جنبه حائز اهميت بوده و مورد نياز مي‌باشد. يكي برنامه‌ريزي به منظور توسعه بهره‌برداري و تهيه طرح‌هاي مورد نياز و ديگري مديريت منابع و بهره‌برداري صحيح از تأسيساتي كه ايجاد گرديده‌اند. كاربرد اطلاعات و آمار هيدرولوژي براي دو منظور فوق متفاوت مي‌باشد. در مرحله تهيه طرح، موارد قابل بررسي معمولاً براي يك بار مطرح مي‌شوند. به طور مثال ظرفيت مخازن سدها، عمر مفيد آنها يا ظرفيت آبگذري تأسيسات تخليه آب و نظاير آنها با استفاده از آمار هيدرولوژي معين مي‌شود و در صورت كمبود آمار يا محدوديتهاي كيفي آنها از روشهاي تحليلي و انتقال اطلاعات مناطق مشابه به محل پروژه‌ها استفاده مي‌گردد. به عكس مسائل مربوط به مديريت منابع آب در بهره‌برداري، طبيعت مستمري داشته و حل آنها مستلزم انجام پيش‌بيني‌هايي در مورد تغييرات منابع آب در دوره‌هاي كوتاه‌مدت، به كمك بررسي ارتباط آنها با فاكتورهاي ذيربط اقليم‌شناسي مي‌باشد. موارد عمده كه از لحاظ مديريت منابع حائز اهميت است به شرح زير مي‌باشند[1] .

۱-۱ كميت و توزيع زماني و مكاني ريزشهاي جوي و تناوب مقادير مختلف آن براي محاسبه بيلان آب و ساختن آمار جريان به كمك مدلهاي رياضي و تعيين ظرفيت سازه‌هاي كنترل و تنظيم‌كننده آب مورد نياز بوده و مستلزم استفاده از آمار مجموعه ايستگاههاي باران‌سنجي موجود در محدوده مورد بررسي مي‌باشد. علاوه بر آن با استفاده از بررسيهاي آماري مي‌توان ميزان تأثير ريزشهاي جوي را از لحاظ تأمين بخشي از مصارف آبياري ارزيابي نمود و درباره شدت و فاصله زماني خشكساليها پيش‌بيني‌هايي به عمل آورد و اقدامات متقابل را برنامه‌ريزي نمود.

۱-۲ آمار آبدهي و تغييرات آب رودخانه از نظر برنامه‌ريزي و بهره‌برداري از تأسيسات آبي مورد نياز بوده و از لحاظ شناخت مقادير متوسط، مقادير حد و همچنين تواتر دوره‌هاي كم آبي و پر آبي چه در فصول مختلف سال و چه در سالهاي متفاوت و نيز حجم آب قابل دسترس با احتمالات مختلف براي تأمين انواع نيازها ضروري مي‌باشد تا بر اساس آن بتوان رودخانه را به عنوان يك منبع قابل اطمينان برا ي تأمين مصارف مشخص در نظر گرفت. همچنين از لحاظ بهره‌برداري ازآب رودخانه‌ها لازم است كه با استفاده از روابط آن با عوامل هواشناسي ذيربط نظير بارندگي، ذوب برف، تبخير و

۱- شرح بررسيهاي تفصيلي لازم براي ارزيابي كمي و كيفي منابع آب در نشريات كميته‌هاي هيدرولوژي و هيدروژئولوژي طرح تهيه استانداردهاي مهندسي آب كشور آمده است.

رطـوبت خـاك در مـورد كميت و توزيع فصلي آب رودخانه و احتمال بروز سيل پيش‌بيني‌هايي به عمل آورد.

۳-۱ ارزيابـي مـنابع آب در مخـازن سـطحي بـا استفاده از تغييرات سطح آب در درياچه‌هاي طبيعي و مـصنوعي و بررسـي آبهاي سطحي و زيرزميني در حوزه درياچه‌هاو اندازه‌گيري تبخير و ريزشهاي جوي در سطح مخازن صورت مي‌گيرد.

٤-۱ بـراي شـناخت كـاهش يـا افـزايش ذخيـره آبهاي زيرزميني از آمار تغييرات سطح آب در چاههاي مشاهده‌اي استفاده مي‌شود. همچنين كنترل مستمر ميزان برداشت از سفره‌هاي آب زيرزميني از طريق انـدازه‌گيري دبي و تعداد ساعات كاركرد چاهها و يا نصب كنتور حجمي و اندازه‌گيري دبي قنوات ضروري مي‌باشد. ضمناً بايد به موضوع آلودگي آبهاي زيرزميني در اثر اضافه برداشت در سفره‌ها و خطر هجوم آبهاي شور و بويژه در مناطق ساحلي و حاشيه كويرها توجه شود.

۵-۱ تهـيه طـرح و توجيه فني و اقتصادي يك سد تنظيم‌كننده آب علاوه بر جنبه‌هاي ديگر به ارزيابي روند پـر شـدن مخـزن آن به وسيله رسوبات حمل شده توسط رودخانه ارتباط دارد. همچنين تثبيت بستر رودخانـه‌ها و احداث و بهره‌برداري از انهار آبياري به اين عامل بستگي پيدامي‌كند. بنابر اين شناخت كميت و دانه‌بندي رسوبات و رابطه آنها با دبي رودخانه‌ها يكي از موارد ارزيابي منابع آبهاي سطحي به شمار مي‌رود.

٦-۱ تأمـين آب مـورد نـياز شـهري، صـنعتي و كشاورزي مستلزم رعايت معيارهاي خاص در مورد كيفيت فيزيكـي و شـيميايي آب بـوده و لازم اسـت ايـن جنبه از مشخصات منابع آب مطابق استانداردهاي موجود بررسي گردد. با توسعه بهره‌برداري از منابع آبهاي سطحي و زير زميني، مسئله آلودگي آنها از نظر مواد شيميايي و ميكروارگانيسم‌ها مطرح بوده و لازم است كه منابع مذكور از اين لحاظ نيز تحت مراقبت دائمي قرار گيرند و منشأ آلودگي‌هاي آبهاي سطحي و زيرزميني به درستي شناسائي و درباره رفع آنها اقدام شود.

۲- مصارف آب

مـصارف آب در محـدوده بيلان يا هر واحد مطالعاتي را مي‌توان در سه بخش اصلي به شرح زير طبقه‌بندي و محاسبه نمود:

- مصارف شهري شامل آب مورد نياز شهرها و شرب و بهداشت جوامع روستايي
- مصارف صنعتي اعم از مصارف مستقيم در فرايند توليد و يا مصارف جنبي صنايع
- مصارف كشاورزي

در بررسيهاي مربوط به مصارف آب بايد نياز سالانه، توزيع ماهانه، ميزان و كيفيت پساب برگشتي براي حال و آينده هر بخش مورد توجه بوده و مبناي برنامه‌ريزيهاي مديريت آب قرار گيرد.

۲-۱ برآورد آب مورد نياز براي مصارف شهري

۲-۱-۱ مطالعات جمعيتي (دموگرافي)

مطالعـات و بررسـيهاي مربوط به مصارف آب شهري بر اساس جمعيت مصرف‌كننده و مصرف سرانه صورت گيرد. لذا براي فراهم نمودن امكانات برآورد صحيح از مصارف شهري پيش‌بيني جمعيت استفاده‌كننده ضرورت كامـل دارد. مطالعات جمعيت بر اساس نتايج سرشماريهاي عمومي و آمارگيرهاي نمونه، آمار وقايع چهارگانه حياتي شامل تولد، ازدواج، طلاق، مرگ و مهاجرتها و كليه عوامل مؤثر ديگر، با توجه به پارامترهاي اقتصادي و فرصـتهاي اشـتغال بـه كمـك روشهاي علمي جمعيت‌شناسي انجام مي‌شود كه شرح آنها در اينجا ضروري نمي‌باشد. بنابراين بدواً تعداد جمعيت فعلي و پيش‌بيني جمعيت استفاده‌كننده از آب در سالهاي آينده (كه خود از امكانـات مـنابع آب نيز تأثيرپذير مي‌باشد) براي واحد مطالعاتي و يا حوزه و كل كشور مشخص گرديده و مبناي برآورد مصارف آب شهري قرارخواهد گرفت.

۲-۱-۲ مصرف سرانه

مـصرف سـرانه يـا كـل يـا استحـصال سـرانه مقدار آبي است كه به طور متوسط به ازاي هر نفر از جمعيت مـصرف‌كنـنده از مـنابع برداشت مي‌گردد و يا بايد در آينده تأمين گردد. ميزان متوسط مصرف سرانه در طول يكـسال معمـولاً برحسب ليتر بر روز براي هر نفر و يا متر مكعب بر سال براي هر نفر بيان مي‌گردد. استحصال سـرانه شـامل تلفـات تأمـين، انتقال و توزيع، تلفات در تصفيه‌خانه، آب مورد نياز فضاي سبز عمومي شهرها، مـصارف تجـاري و صـنعتي داخل شهرها، مصارف عمومي و آتش نشاني و بالاخره مصارف خانگي و فضاي سبز اختصاصي مي‌باشد.

بـراي بـرآورد ميـزان متوسـط سـالانه هر يك از مصارف فوق الذكر و در نتيجه متوسط مصرف سرانه كل يا استحـصال سـرانه آب در شـهرها، روشها و ضوابط مشخصي وجود دارد كه در اين مورد از جمله مي‌توان به روشـها و ضوابط ارائه شده در نشريه شمارة ۳-۱۱۷ طرح تهيه استانداردهاي مهندسي آب كشور اشاره نمود. بـراي بـرآورد استحصال سرانه شرب و بهداشت جوامع روستايي معمولاً آمار و اطلاعات كمتري در دسترس مي‌باشد اما با توجه به محدود بودن انواع مصرف با بررسيهاي محدود و توجه به ارقام ذكر شده در نشريه فوق تعيين مصرف سرانه كل يا استحصال سرانه براي اين جوامع نيز عملي مي‌باشد.

۲-۱-۳ مصرف سالانه و توزيع ماهانه

بـا در دست داشتن جمعيت و متوسط مصرف سرانه در محدوده بيلان يا هر واحد مطالعاتي در سالهاي معين، كل آب مورد نياز سالانه براي مصرف شهري به دست مي‌آيد. اما با توجه به طبيعت نيازهاي آب شهري، توزيع ماهانه مصرف و در نتيجه استحصال از منابع، در طول سال يكنواخت نبوده و داراي نوساناتي مي‌باشد كه تابع تغييرات درجه حرارت و ميزان بارندگي در فصول مختلف و حتي تغييرات فصلي جمعيت مصرف‌كننده در اثر مهاجـرتهاي فـصلي و جابجايي‌هاي توريستي مي‌باشد. بنابراين در برآوردهاي آب مورد نياز شهري لازم است

عـلاوه بـر حجم كل آب مورد نياز سالانه، درصد توزيع آن در ماههاي مختلف سال نيز مشخص گرديده و در هر حالت امكانات منبع تأمين‌كننده آب با آن مقايسه گردد.

٢-١-٤ كيفيت آب شهري

بخـشي از آب مـورد نياز شهري كه به مصرف شرب و بهداشت مي‌رسد بايد از نظر باكتريولوژي كاملا پاك و عـاري از هـر گـونه آلودگـي و از نظر شيميايي بايد عاري از فلزات سنگين و مواد سمي باشد و ميزان املاح مجاز محلول در آن بين حدود معيني قرار گيرد. اين آب از نظر فيزيكي نيز بايد فاقد رنگ و بو و طعم باشد كه در اين زمينه استانداردهاي جهاني و ملي مختلفي وجود دارد كه لازم است مفاد آنها در انتخاب منبع تأمين آب دقـيقاً رعايت گردد. در اينجا مي‌توان به استانداردشمارة ٣-١١٦ و نشريه شمارة شش طرح تهيه استانداردهاي مهندسي آب كشور اشاره نمود.
بخـش ديگـري از آب كـه معمولاً به مصرف آبياري فضاي سبز و آتش نشاني و شستشوي معابر و مانند اينها مـي‌رسـد تابع ضوابط كيفي خاص خود مي‌باشد در مناطقي كه منابع آب قابل شرب محدود و يا كمياب است امـا مـنابع آب كافي قابل قبول براي مصارف عمومي وجود دارد روشهاي تأمين آب شهري از دو منبع و با دو سيـستم توزيـع قابـل بررسـي مي‌باشد كه در تخصيص منابع آب و حفظ و نگهداري منابع آب با كيفيت مجاز براي شرب بايد مورد توجه كامل قرار گيرد.

٢-١-٥ پساب برگشتي مصارف شهري

از كـل آب برداشـت شده از منابع براي مصارف آب شهري بخشي از آن به صورت تبخير و مصرف فضاهاي سـبز بـه كلي از دسترس خارج شده كه قابل بازيابي و مصرف مجدد نمي‌باشد. اين بخش در شرايط مختلف آب و هوايي و الگوهاي مصرف متفاوت بوده و مقدار آن به طور تقريب بين ١٠ تا٣٠ درصد كل استحصال از منابع نوسان دارد كه در هر مورد بايد با توجه به عوامل مؤثر برآورد گردد.
قـسمتي از آب استحـصال شـده از مـنابع به صورت نشت از خطوط انتقال و شبكه‌هاي توزيع آب، نشست از مخـازن، تلفات تصفيه‌خانه‌ها و بالاخره پساب برگشتي واحدهاي مصرف كننده، به منابع سطحي و يا زيرزميني بـاز مـي‌گـردد. بديهـي است با توجه به روشهاي جمع‌آوري و دفع فاضلاب شهري و موقعيت شهر نسبت به سفره‌هاي آب زير زميني بازيابي و استفاده مجدد از قسمت قابل ملاحظه‌اي از اين بخش پس از تصفيه (طبيعي يا مصنوعي) مقدور است. در مديريت منابع آب علاوه بر كميت پساب برگشتي، كيفيت آن نيز قابل بررسي و شـايان تـوجه زياد مي‌باشد. آلودگيهاي باكتريولوژي و مواد آلي موجود در پساب برگشتي با روشهاي متداول تـصفيه فاضـلاب قابـل اصـلاح و رسـاندن بـه حداقل قبول براي استفاده در بخشهاي ديگر مصرف از جمله كشاورزي و جنگلكاري مي‌باشد اما در پسآبهاي شهري معمولاً مواد ديگري از قبيل هورمونها و پاك كننده‌ها و بعـضي فلزات سمي نيز وجود دارد كه توجه دقيق به ميزان آنها و اتخاذ تدابير خاص به منظور از بين بردن و كـاهش غلظـت و احتـراز از مـصرف پـساب حاصـل بـراي بعـضي مـوارد و به عبارت ديگر رعايت دقيق محدوديتهاي استفاده از پساب تصفيه شده الزامي مي‌باشد.

به اين ترتيب در مديريت منابع آب، مصرف آب شهري بايد با نگرشي كاملا عميق در ابعاد كمي و كيفي مورد تـوجه قـرار گـرفته و مخـصوصاً به بعد كيفي مسئله و آلودگي غير قابل جبران منابع آب با پسآبهاي شهري با وسواس و محافظه كاري زياد توجه شود.

۲-۲ برآورد ميزان آب مورد نياز براي مصارف صنعتي

در بخـش صـنعت معمـولاً آب بـراي انجـام بعـضي از مـراحل توليد، مصرف در تهيه محصول، سيستمهاي خنك‌كننده، ديگهاي بخار و مصارف عمومي كارخانه مورد استفاده قرار مي‌گيرد. ميزان آب مورد نياز و كيفيت شـيميايي و باكتـريولوژي مناسب براي هر يك از مصارف فوق الذكر در صنايع مختلف بسيار متغير بوده و در نتيجه آب بري صنايع نيز متفاوت مي‌باشد. در مطالعات و آمارهاي صنعتي تقسيم‌بندي صنايع در نه رشته اصلي به شرح زير متداول مي‌باشد :

- صنايع غذايي، آشاميدني‌ها و دخانيات
- صنايع نساجي و پوشاك و چرم
- صنايع چوب و محصولات چوبي
- صنايع كاغذ، مقوا، چاپ و صحافي
- صنايع شيميايي
- صنايع كاني غير فلزي
- صنايع فلزات اساسي
- صنايع ماشين آلات و تجهيزات
- صنايع متفرقه
-

اين تقسيم‌بندي بدون توجه به آب بري صنايع صورت گرفته اما به ناچار با علم به اين نقيصه مي‌تواند به عنوان يـك منـبع اطلاعاتـي بـراي بـرآورد آب مورد نياز صنايع در مقياس كلي مورد استفاده قرار گيرد. صرفنظر از تكنـيكهاي ساخت و سيستمهاي مختلف خنك‌كننده‌ها و استفاده مجدد از آب معمولاً در اكثر صنايع ميزان آب مـورد نـياز متناسـب بـا مقـدار مـواد اوليه مصرفي مي‌باشد. تعداد كارگر و ارزش محصولات كه معمولاً در آمارهـاي صـنعتي مـنعكس مي‌گردد نيز براي برآورد آب مورد نياز يك صنعت مشخص مبناي مقايسه مناسبي اسـت كـه بايـد مورد توجه قرار گيرد. مصارف فعلي و نيازهاي آينده صنايع نفت، گاز، برق، صنايع نظامي و هـوانـوردي و سـاير مـوارد مشابه بايد به طور جداگانه و ضمن تماس با مسئولين و سازمانهاي مربوطه مورد مطالعه و بررسي قرار گيرد

۲-۲-۱ ميزان مصرف فعلي آب در صنايع

بـراي تعيـين ميزان آب مصرفي صنايع در يك محدوده مطالعاتي يا حوزه آبريز بايد كارگاههاي بزرگ صنعتي موجـود را كـه معمولاً اطلاعات اساسي آنها به صورت آمارهاي سالانه جمع‌آوري مي‌گردد مورد مطالعه دقيق

قرار داد و تعيين ميزان آب تحويلي فعلي و توزيع ماهانه و ساير مشخصات مربوط به مصرف آب در صنعت را به دست آورد. در مناطقي كه مطالعه كليه واحدهاي صنعتي مقدور نباشد مي‌توان با استفاده از آمار و اطلاعات و بـا تـوجه بـه شاخـصهاي آب بـري، كـل آب مـصرفي ظـرفيت فعلي صنايع و نحوه توزيع ماهانه و ساير مشخصه‌هاي آنها را محاسبه و برآورد نمود.

۲-۲-۲ ميزان آب مورد نياز صنايع در آينده

با انجام مطالعات مربوط به مصرف فعلي آب در صنايع، اطلاعاتي در زمينه نوع صنايع و ميزان آب بري و ساير مشخـصه‌هـاي مـورد نظر در محدوده مورد مطالعه به دست مي‌آيد. حال با در نظر گرفتن ميزان بهره‌برداري از ظـرفيت‌هاي توليدي كارگاههاي صنعتي موجود در هر يك از رشته‌هاي نه گانه و همچنين اطلاع از برنامه‌هاي توسـعه آتـي صنايع مي‌توان مقدار و توزيع ماهانه آب مورد نياز صنعت در آينده را بر اساس مصارف فعلي و ملحوظ نمودن تغييرات ناشي از به كارگيري روشهاي مختلف بهره وري از آب برآورد نمود.

۳-۲-۲ كيفيت آب مصرفي صنايع

همـان طـور كه اشاره گرديد بسته به نوع صنعت و هدف از كاربردآب در صنعت، مشخصات و محدوديتهاي كيفـيت شـيميايي و باكتريولوژي آب بسيار متغير مي‌باشد. مثلاً ميزان سختي براي آبي كه در ديگهاي بخار به مصرف مي‌رسد بايد دقيقاً كنترل شده باشد و در صورت لزوم به وسيله تصفيه با دستگاههاي سختي‌گير به حد مـورد نظـر كـاهش داده شـود در حالـي كه اين عامل در بعضي موارد و مصارف ديگر اهميت زيادي ندارد. بديهـي است از نظر باكتريولوژي نيز وضع به همين ترتيب مي‌باشد و مي‌توان گفت علي‌رغم دقت و وسواسي كـه در مـورد لـزوم بهداشتي بودن آب مصرفي در توليد مواد غذايي و آشاميدني‌ها وجود دارد ولي در بعضي صنايع اصولا توجهي به كيفيت بيولوژيكي آب ضرورت ندارد لذا براي تخصيص منابع آب به مصارف صنعتي بايد ضوابط و محدوديتهاي خاص مربوط به هر رشته از صنعت مورد توجه واقع شود و حتي الامكان با توجه بـه مشخـصات كيفـي آب و الزامات صنعت اين تخصيص صورت گيرد. بدين ترتيب استفاده از تصفيه‌خانه و اصلاح كيفيت آب به موارد مشخص و غير قابل اجتناب محدود مي‌گردد.

٤-۲-۲ ميزان پساب برگشتي صنايع

بـا توجه به شكلهاي گوناگون مصرف آب در صنايع و همچنين شرايط آب و هوايي و تكنولوژي به كار گرفته شده در يك صنعت مشخص، ميزان پساب برگشتي صنايع نسبت به كل آب استحصال شده از منابع آب داراي تغييرات وسيعي مي‌باشد. مخصوصاً درصد يا سهم آن قسمت از آب كه در تهيه محصول به مصرف مي‌رسد و يـا مقـدار آبـي كه در سيستمهاي خنك‌كننده از دسترس خارج مي‌گردد تأثير قابل ملاحظه‌اي در ميزان پساب برگشتي دارد.

در مطالعات منابع آب يك حوزه يا محدوده بيلان ميزان آب مورد نياز و پساب برگشتي واحدهاي بزرگ و آب بـر بـه صـورت مـوردي قابـل بررسي مي‌باشد. براي ساير صنايع نيز انتخاب واحدهاي نمونه و بررسي ميزان

پـساب برگـشتي و تعمـيم نـتايج به دست آمده به كل صنايع منطقه راه‌حل مناسبي به نظر مي‌رسد. بررسيهاي انجام شده در طرح جامع آب كشور ميزان پساب برگشتي صنايع در مناطق مختلف را از حدود ١٦تا٩٠ درصد ميزان آب تحويلي از منابع را نشان مي‌دهد.

٢-٢-٥ كيفيت پساب برگشتي صنايع

بـه طوري كه در مباحث قبل بيان شد مشخصات و روند كار در صنايع مختلف بسيار متفاوت بوده و در نتيجه كيفـيت فاضـلاب صـنايع مخـتلف نيـز از هـر نظر تفاوت دارد. علاوه بر اين چون آبي كه براي مصرف يك كارخانـه مشخص تأمين مي‌گردد در آن كارخانه يا واحد صنعتي صرف مصارف مختلفي مي‌شود لذا هر واحد صـنعتي مـي‌تـواند فاضـلآبهاي جداگانـه با مشخصات كيفي مختلفي داشته باشد. بر همين اساس سيستمهاي جداگانـه جمع‌آوري فاضلاب در صنايع به منظور سهولت تصفيه فاضلاب اجرا مي‌شود. براي مثال ميزان مواد جامد معلق و **BOD** در فاضلاب چند رشته صنعتي در جدول شمارة ٢-١ نشان داده شده است.

جدول ٢-١ مقايسه مشخصات اصلي چند نمونه فاضلاب

رديف	منشأ فاضلاب	مواد جامد معلق در فاضلاب **mg/L**	**BOD** فاضلاب **mg/L**
١	فراورده‌هاي نفتي	٤٤٠	؟
٢	نگهداري راه راه‌آهن	٥٠٠	؟
٣	بسته‌بندي گوشت	١٤٠٠	١٢٢٠
٤	كاغذ سازي	١١٨٠	٢١٠
٥	توليد روغن نباتي	٨٩٠	٣٠٥٠
٦	صابون سازي	٣٩٠	٣١٠
٧	چسب سازي	٥٤٠	١٨٢٠
٨	فاضلاب چاه كه باپمپ تخليه شود	٦٤٥٠	٣٤٠٠
٩	پساب تصفيه اوليه فاضلاب	٢٥٠	٣٣٠

بـه طـوري كـه ملاحظـه مي‌گردد حتي ميزان مواد جامد معلق و **BOD** فاضلاب صنايع مختلف با هم تفاوت زيـادي دارد. عـلاوه بـر ايـن در پـساب بعـضي صنايع عنصر سمي و مضر وجود دارد كه وارد شدن آنها به سـفره‌هاي آب زيرزميني و جريانهاي سطحي و حتي سيستمهاي جمع‌آوري و تصفيه فاضلاب شهري مشكلات عديـده‌اي به وجود مي‌آورد لذا براي تخليه فاضلاب صنايع به هر يك از دريافت كننده‌هاي فوق الذكر ضوابط و معيارهايي وجود دارد كه صاحبان صنايع موظفند با انجام عمل تصفيه يا پيش تصفيه فاضلاب كارخانه خود را قـبل از تخلـيه از نقطـه نظر ميزان هر يك از عناصر و پارامترها به حد پيش‌بيني شده در استاندارد برسانند. چون مراحل تصفيه فاضلآبهاي صنعتي معمولاً پيچيده و پر خرج بوده و سودي براي صاحبان صنايع ندارد لذا سـعي مـي‌كنـند به هرترتيب كه شده آن را به حداقل ممكن رسانده و يا با اهمال و بي توجهي با آن برخورد

نمايـند، در حالـي كـه ايـن مسئله از نقطه نظر منافع عمومي يعني حفاظت منابع آب و محيط زيست بسيار با اهمـيت بوده و حتي براي مقادير خيلي كم و صنايع كوچك نيز بايد به طور جدي با مسئله برخورد شود. ديده شـده كـه در بعـضي از كارخانجـات ميـزان پـساب آلوده آنها به قدري كم است كه ايجاد تأسيسات تصفيه جداگانه براي آنها قابل توجيه نمي‌باشد. در چنين شرايطي مي‌توان دستگاههاي پيش تصفيه خاص در مجاورت تـصفيه‌خانـه‌هاي فاضلاب يا محلهاي ديگر احداث و فاضلاب چندين كارخانه را با تانكر به محل تصفيه‌خانه منـتقل كـرد و پـس از انجام عمل پيش تصفيه و رساندن مشخصات آن به حد مجاز به در يافت‌كننده مناسب تخليه نمود.

٦-٢-٢ آب مورد نياز فعاليتهاي معدني

در حالي كه ممكن است ميزان آب مورد نياز فعاليتهاي استخراج و صنايع وابسته به معدن در بعضي از حوزه‌ها يا محدوده‌هاي مطالعاتي قابل ملاحظه و حتي بيشتر از آب مورد نياز بخش صنعت باشد معهذا چون معمولاً در مطالعـات منابع آب مصارف صنعت و معدن با هم مورد بررسي قرار مي‌گيرد در اينجا نيز ملاحظات مربوط به آب مورد نياز فعاليتهاي معدني به اختصار در بخش صنعت ذكر مي‌گردد.

عـلاوه بر آب مورد نياز براي مصارف عمومي كمپ و كارگاههاي هر معدن، فعاليتهاي معدني از نقطه نظر آب بـري شـامل استخراج كاني، شستشوي مواد استخراج شده و تغليظ گاهي تا حد خلوص مي‌باشد، كه بسته به نوع كاني و روش كار، هر يك از اين مراحل ممكن است به مقادير زيادي آب نياز داشته باشد. معمولاً كيفيت شـيميايي و مشخـصات باكتريولوژي آب مورد نياز در معادن و فرايند تغليظ و شستشو بجز در موارد استثنائي داراي اهميت زيادي نمي‌باشد و غالباً آبهاي غير قابل استفاده براي شرب و بهداشت و كشاورزي در اين بخش كاربـرد دارد. بديهـي اسـت آن قسمت از آب كه براي مصارف عمومي و ديگهاي بخار و مانند در نظر گرفته مي‌شود بايد داراي كيفيت مناسب براي اين نوع مصارف باشد.

ميـزان برداشـت آب براي معادن هر حوزه يا محدوده مطالعاتي با بررسي و مطالعه موردي هر يك از معادن به دسـت مي‌آيد. در اين بررسي بايد اطلاعات ديگري از قبيل روش و نوع فعاليتهاي آب بر در معدن، حساسيت در مقابل كيفيت آب، ميزان توليد سالانه و روزانه كاني وكل ذخائر برآورده شده معدن، در حد بهره‌برداري از ظرفيتها و بالاخره برنامه‌هاي توسعه آينده به طور كامل جمع‌آوري و تجزيه و تحليل گردد.

برآورد ميزان آب مورد نياز آينده معادن با توجه به نوع فعاليت و ميزان آب بري هر كاني و در نظر گرفتن نتايج بررسيهاي فوق الذكر بر اساس پارامترهاي زير صورت مي‌گيرد:

- ميزان توسعه واحدهاي معدني موجود در منطقه تا سال مورد نظر.
- نياز معادن جديد بر اساس موافقتهاي اصولي صادر شده.
- بهـره‌بـرداري احتمالـي از ذخايـر كانـيهاي اكتشاف شده بر اساس ملاحظات فني و كارشناسي متخصصين و مسئولين امر براي دوره‌هاي درازمدت.

فاضـلاب يـا پساب برگشتي فعاليتهاي معدني ممكن است حاوي مقادير زيادي عناصر و مواد آلوده‌كننده باشد كـه بايـد از ورود مـستقيم آنهـا به منابع آبهاي سطحي و زيرزميني جداً جلوگيري شود و قبل از تخليه آنها با انجـام اقـدامات لازم و در صورت لزوم تصفيه‌هاي مناسب ميزان مواد و عناصر موجود در آن را به حد تعيين شده براي تخليه به هر يك از دريافت كننده‌ها تقليل داد.

۲-۳ مصارف آب در بخش كشاورزي

۲-۳-۱ كليات

كمـبود آب در ايـران يكي از عوامل محدودكننده اصلي توسعه زراعت‌هاي آبي است. اثر اين كاستي در ساير جنـبه‌هـاي زيـستي مـنجمله فعالـيت‌هـاي اقتصادي و تأمين آب شرب و بهداشت نيز مشاهده مي‌شود. بخش كـشاورزي بزرگتـرين مـصرف‌كننده آب استحصالي از منابع آب سطحي و زيرزميني است لذا براي رسيدن به خودكفايـي نـسبي در امـر توليـدات مواد غذايي و مواد اوليه صنايع وابسته به كشاورزي لازم است كه سطح زيركـشت زراعتهاي آبي از ٥/٦ ميليون هكتار (آمار سال ١٣٦٨ وزارت كشاورزي جدول ٢-٢) به حدود ٧/٥ ميليون هكتار تا اواخر دهه ٨٠ افزايش يابد. اين ميزان سطح كشت با روش آبياري سنتي و پايين بودن راندمان انتقال و توزيع به ٩٥ ميليارد متر مكعب آب در سال احتياج خواهد داشت. در حالي كه آمار سال ١٣٦٧ نشان مي‌دهد كه ميزان برداشت آب در آن سال ٧٤ ميليارد متر مكعب بوده كه٩٤/٥ % اين مقدار يعني ٧٠ ميليارد متر مكعـب آن بـه كشاورزي اختصاص داشته است. بنابر اين با توجه به محدوديت امكانات بهره‌برداري بيشتر از مـنابع آب، بايـد با بالابردن راندمان آبياري از طريق مراقبت در كرت بندي و تسطيح مزارع، اصلاح و پوشش كانالهـاي آبـياري و اعمـال روشـهاي جديـد آبياري ، ميزان مصرف آب كشاورزي را براي تحقق بخشيدن به توسـعه آتـي به٧٥ تا ٨٠ ميليارد متر مكعب در سال تقليل دهيم تا امكان تأمين آب براي ساير بخش‌ها از قبيل مـصارف شـرب و بهداشت، صنعت، فضاي سبز شهرها، حفظ محيط زيست و غيره وجود داشته باشد. لازم به يـادآوري است كه علاوه بر مدنظر قرار دادن پارامتر مصرف مفيد آب بايستي به كارايي آن از جهات اقتصادي و افزايش بازده محصول در واحد سطح، به ازاي واحد حجم آب مصرف شده نيز توجه كافي مبذول شود. لذا مديـريت مـنابع بايـد تمهيداتي در نظر داشته باشد كه حتي المقدور از تلفات آب جلوگيري گردد. متأسفانه با وجـودي كه برنامه‌ريزيهايي براي احداث سدهاي مخزني و انحرافي براي تنظيم و تثبيت آبهاي سطحي تهيه و اجرا مي‌شود هنوز اطلاع جامع از مصارف آب در بخش كشاورزي در دست نيست[1] ، ضرورت دارد كه به اين امـر مهـم بهـاي بيشتري داده شود و در مراكز كشاورزي استانها و مزارع آزمايشي پژوهش‌هايي در اين زمينه انجـام شـود تا در شرايط اقليمي متفاوت با در دست داشتن ضرايب مطمئن، آب مورد نياز زراعتها محاسبه و

۱- تحقيقات پراكنده‌اي به وسيله اداره كل مهندسي زراعي- مؤسسه تحقيقات خاك و آب مركز تحقيقات صفي‌آباد در خوزستان و يا بعضي از دانشگاه‌ها انجام شده است ولي نتايج آنها با يكديگر تلفيق و جمع‌بندي نشده و در يك نشريه براي استفاده كنندگان چاپ نگرديده است.

آمار قابل قبولي از اين رهگذر تهيه گردد[1] . بديهي است كه جمع‌آوري اين آمار و تجزيه و تحليل آنها يكي از پـيش نـيازهاي اساسي مطالعات مرحله اول پروژه‌ها است. اضافه مي‌نمايدكه لازم است ضمن بررسي مصارف آب، چگونگي استحصال آب از منابع سطحي و زيرزميني و معايب و محاسن روشهاي مختلف نيز بررسي شود بـدين منظور بايستي سيستم بهره‌برداري از آب و مشخصات شبكه‌هاي آبياري و زهكشي نيز مطالعه شده و در نتـيجه معين شود كه در حوزه مديريت آب چه ميزان آب از چه منابع و در چه زمان و به چه طريق استحصال مي‌شود و مورد استفاده كشاورزان قرار مي‌گيرد. جمع‌آوري اين اطلاعات نقش مهم و سازنده‌اي در برنامه‌ريزي توسعه منابع آب و اصلاح وضع موجود دارد.

۱- آمار پتانسيل منابع آبهاي سطحي و زيرزميني از سالها قبل وجود دارد و در دسترس مي‌باشد.

جدول ۲-۲ سطح زيركشت زراعتهاي كل كشور به هكتار و متوسط عملكرد زراعتها به تفكيك
سال زراعي ۷۰ -۱۳۶۹

ردیف	نام محصول	سطح زيركشت (هكتار)			متوسط عملكرد در هكتار كيلوگرم	
		آبي	ديم	جمع	آبي	ديم
۱	گندم	۲۲۲٤۰۹۹	۳۹٦۸٥٦۰	٦۱۹۲٦٥۹	۲٥٦۰/۲٤	۷۸۰/٦٥
۲	جو	۸۳۳٦۸۸	۱۳۲۳٥۹۱	۲۱٥۷۲۷۹	۲٤۳۲/۷۸	۸۱۰/۹۷
۳	شلتوك	٥۷۳۱۷۰	-	٥۷۳۱۷۰	٤۱۱۱/٥۲	-
٤	نخود	٦۱۸٦۰	٥٦۷٦۰٦	٦۲۹٤٦٦	۹۸٤/۸۹	۳٦۰/٥۲
٥	لوبيا	۱۱٥٤٥۳	۸۳٤٥	۱۲۳۷۹۸	۱۳٦۷/۹۸	٥٦۰/۸۱
٦	عدس	۲۲۷۱۸	۱٥۰٥۲۹	۱۷۳۲٤۷	۹۱٥/٤۹	٤۳۳/۲۳
۷	ساير حبوبات	۲۳٦۸۰	۳۰٥۹۹	٥٤۲۷۹	۱٥۲۳/۷۳	۸٥۱/۳٤
۸	پنبه	۱۸٤۸٤٥	۲۰۳۲۹	۲۰٥۱۷٤	۲۰۹٦/٤۸	۱۱۹٤/٦٥
۹	كتان وكنف	۲۰	۷	۲۷	۳٥۰/	۲۸٥/۷۱
۱۰	توتون و تنباكو	۱۱۰٤۱	۷۱٤۸	۱۸۱۸۹	۱۱۳۸/۷٦	۱۱۰۸/٤۲
۱۱	چغندر قند	۱۷۳٤۳۷	-	۱۷۳٤۳۷	۲۸۸۳۰/٥۱	-
۱۲	دانه‌هاي روغني	۸۰٤۲٦	۷۸۳۳۹	۱٥۸۷٦٥	۱۱۳۳/۲۳	٥۸۹/۰۷
۱۳	نيشكر	۲٦۳۹۰	-	۲٦۳۹۰	٥۲۰۷۲/۷٥	-
۱٤	سيب زميني	۱۳۸٤۰٦	۲۲٥۰	۱٤۰٦٥٦	۱۸۷٥۳/۷۸	۷۱٦۰/
۱٥	پياز	٤۳٤٦۲	۷۷۹	٤٤۲٤۱	۲٥۷٤۹/۸۷	۷٥۸٥/۳۷
۱٦	گوجه فرنگي	٦٥٤۹٦	٥۷۳	٦٦۰٦۹	۲٤۹۷٤/۳٥	۱۱۰۲۹/٦۷
۱۷	ساير سبزيجات	٤۳٦۱۷	٦۲۰۸	٤۹۸۲٥	۱۷٤٥۱/۸۲	۱۰٥٥۷/٥۱
۱۸	خربزه	٥۹۲۳٤	٤۳۷۲	٦۳٦۰٦	۱۲۷٥۳/٦۹	٤٦۸۲/۲
۱۹	هندوانه	٦٤۹۰۹	٦۰٤٦۳	۱۲٥۳۷۲	۱٦۳٦۰/۷	۲۸٦۸/٤۳
۲۰	خيار	٥۸۳۷۱	۷۷٤	٥۹۱٤٥	۱۳٥۷٦/۰۷	۹۳۹۱/٤۷
۲۱	سايرمحـــــــصولات	۲۰۹۱٤	۱٦۰۷	۲۲٥۲۱	۱٥٦۸۹/٦۳	۲٦۲۰/٤۱
۲۲	جاليزي	٦۱۲٤۳۳	۷۹۲۲۷	٦۹۱٦٦۰	٥٦۷۷/۰۸	۱٥٦۷/۷٤
۲۳	يونجه	۱۸۰۹۱۰	٤۹۷۹۳	۲۳۰۷۰۳	۹۲۹۹/٥۲	۱۱۹۷۳/٥۳
۲٤	ساير نباتات علوفي ساير محصولات	۷۱۳۸۳	۱۳۰۰۸٦	۲۰۱٤٦۹	۳۸٥۹/۰٤	٥٥۸۳/٦۷
	جمع	٥٦۸۹۹٦۲	٦٤۹۱۱۸٥	۱۲۱۸۱۱٤۷	-	-

مآخذ : آمارنامه وزارت كشاورزي

۲-۳-۲پيش نيازهاي برآورد مصارف آب در بخش كشاورزي

برآورد مصارف آب در بخش كشاورزي نياز به جمع‌آوري گزارشها و اطلاعات زير دارد :

مشخصات اقليمي

شـرايط اقليمي بستگي به: درجه حرارت، بارندگي (مقدار تواتر، توزيع، فصلي، شدت)، رطوبت نسبي و غيره دارد. ضـمناً بـراي محاسـبه آب مـورد نياز كشت علاوه بر پارامترهاي مذكور نياز به آمار تشعشع خورشيدي، تعداد روزهاي آفتابي، جهت و سرعت باد و ... نيز است.

كميت آب استحصالي از منابع مختلف

مقـدار آبـي كـه در حـوزه تهـيه بيلان از منابع آبهاي سطحي و زيرزميني قابل برداشت مي‌باشد متغير بوده و تغييـرات آن تابعي از نوسان مقدار نزولات جوي سالانه مي‌باشد. لذا استحصال بي رويه آب از منابع بدون در نظر گرفتن مقدار تغذيه و تخليه براي استفاده كنندگان مشكلاتي به وجود مي‌آورد و احياناً خساراتي نيز متوجه آنان مي‌نمايد. در اين موقع مديريت منابع آب براي رعايت حق مكتسب اشخاص حفر چاه جديد و يا انشعاب نهـر از رودخانه، در بعضي از نقاط محدوده حوزه مديريت خود را براي مدت موقت ممنوعه اعلام مي‌نمايد[1]. بنابـر ايـن توسـعه بهره‌برداري از منابع آب در منطقه خاصي، با پتانسيل اين منابع و ميزان برداشت از آنها در ارتباط مي‌باشد كه بيلان آب پاسخگوي اين سؤال خواهد بود.

مالكيت‌ها

يكـي از عـوامل محدودكننده توزيع و انتقال صحيح آب وضع مالكيت‌ها و تملك اراضي است. بدين معني در مناطقي كه نظام بهره‌برداري از زمين‌هاي زراعتي به صورت خرده مالكي است هر مالك براي استفاده از احياناً خود اقدام به شق نهر جداگانه از رودخانه مي‌نمايد در اين حالت متناسب با تعداد زياد انشعاب آب و كانالهاي خاكـي تلفات انتقال بسيار زياد خواهد بود، بويژه طولاني بودن مسير نهر تلفات آ ب را به ميزان بسيار زيادي افـزايش مـي‌دهـد. در مناطقـي هم كه تأسيسات آبياري احداث شده باشد اجراي پروژه ساختماني شبكه‌هاي آبياري و زهكشي و رساندن آب به قطعات پراكنده با مساحت كم با عنايت به موقعيت و مساحت آنها همراه با مـشكل خـواهد بـود. لذا براي سهولت اجراي برنامه آبرساني پيدا كردن راه‌حلهاي مناسب كه با خصوصيات مـنطقه نيز انطباق داشته باشد ضرورت قطعي دارد از جمله راه‌حلها پيشنهاد يك پارچه كردن اراضي و توصيه نظـام بهـره‌برداري مشاع از طريق تشكيل شركتهاي تعاوني توليد، شركتهاي سهامي زراعي، كشت و صنعت و

۱- اين ممنوعيت بهره‌برداري جديد از منابع آب منطقه، تا زماني كه سفره به حالت تعادل با بيلان مثبت برنگشته است ادامه پيدا خواهد كرد.

غيره مي‌باشد. در اين رابطه لازم است ادارات وزارت كشاورزي در مناطق مختلف و مراكز استانها با مديريت منابع آب همكاري داشته باشند.

ً حقابه بران و چگونگي توزيع حقابه ها

براي اينكه حقابه مالكين از منابع آبهاي سطحي و زيرزميني (رودخانه‌ها، چشمه‌ها، قنوات، و چاهها)به ميزان اسـتحقاق و متناسب با سطح زيركشت و با رعايت عرف محل و مراعات دفعات آبياري توزيع شود لازم است كـه قـبلاً در حوزه مديريت منابع آب فهرست اسامي حقابه بران و دارندگان حق مكتسب طبق فرم مخصوص وجود داشته باشد. در اين فرم مشخصات كامل حقابه بران منجمله :نام نهر، موقعيت، نام حقابه بر، نوع حقابه (دائمـي، فـصلي) مـدرك حقابه (دفاتر جزء جمع، سند مالكيت) ميزان حقابه (ليتر بر ثانيه، سنگ يا واحدهاي ديگـر) نوشـته مي‌شود كه با توجه به آن مراقبت در امر توزيع به موقع حقابه ها به سهولت امكان‌پذير خواهد بود.

آيش‌بندي و تناوب زراعي

در بيشتر نقاط ايران به سبب محدوديت آب يا احياناً براي تقويت زمين قسمتي از اراضي زراعتهاي آبي و ديم را بـه صورت آيش رها مي‌كنند بديهي است در زمين‌هاي مستعد كشت زراعتهاي آبي پس از تأمين آب ممكن اسـت كه تمام اين زمينها يا قسمت زياد آنها به زراعت آبي اضافه شوند. افزايش زيركشت منحصر به افزايش برداشت آب از منابع از طريق توسعه بهره‌برداري از رودخانه‌ها (احداث سدهاي مخزني و انحرافي) و حفر چاه و ادامـه پيـشكار قنوات نيست بلكه يكي از راههاي اساسي و مطمئن در اين زمينه جلوگيري از تلفات آب در بـستر نهرهاي خاكي و در سطح مزارع است كه موجب صرفه‌جويي در مصرف آب و بالابردن سطح زيركشت مـي‌باشـد. ضـمناً ايـن نكـته نيـز شـايان توجه است كه با حذف يا تقليل اراضي آيش و اضافه شدن آنها به زيركـشت بايد كمبود مواد غذايي خاك با دادن كودهاي شيميايي و حيواني جبران شود و تناوب زراعتي قابل قبول نيز در منطقه طرح اجرا شود تا بدين وسيله از نقصان بازده جلوگيري گردد.

تركيب كشت

درصـد كـشتهاي مخـتلف در يـك واحد زراعي تركيب كشت ناميده مي‌شود. در بعضي از مناطق در شرايط اقليمـي مـساعد و وجود آب براي آبياري امكان كشت ثانوي نيز خواهد بود. با بيان ديگر كشاورزان مي‌توانند در يـك زمين زراعي دو نوبت كشت نمايند و در سال زراعي دو محصول از يك زمين برداشت كنند. در اين حالت گفته مي‌شود در منطقه تراكم كشت وجود دارد. در تقويم زراعي و پيش‌بيني تأمين آب به اين مسئله نيز بايد توجه شود.

دوران زراعي

دوران زراعـي عـبارت اسـت از مقطـع زماني بين مرحله كاشت و برداشت كه مدت آن با شرايط اقليمي نوع نبات و گونه‌هاي مختلف متغير است. اين عامل در تنظيم تقويم زراعي و تهيه برنامه آبياري و محاسبه آب مورد نياز كشت‌ها و توزيع آن در زمانهاي متفاوت مؤثر مي‌باشد.

تعداد دفعات آبياري

تعـداد دفعـات آبـياري بستگي به نوع نبات، زودرس يا ديررس بودن آن و شرايط اقليمي دارد ولي در كشت برنج معمولاً هميشه آب در كرت وجود دارد.

فواصل آبياري

فواصل آبياري با نوع نبات، نوع خاك و درجه حرارت ماههاي مختلف تغييرپذير است. كمترين فواصل آبياري در ماههـاي گرم (خرداد، تير، مرداد و احياناً شهريور) مي‌باشد كه مدول آبياري و ظرفيت هدايت آب به وسيله كانالها با توجه به نياز آب در آن ماهها، نوع خاك و تركيب كشت محاسبه مي‌شود. مسئله ديگري كه علاوه بر فواصـل آبـياري مطـرح مي‌شود اين است كه حداكثر عبورآب از كانالها هنگامي است كه هنوز بيشتر زراعتها برداشت نشده و نياز به آبياري دارند.

روش آبياري

يكي از عوامل كه عنايت به آن در تقليل مصرف آب مؤثر است و راندمان مزرعه را به حد مطلوب بالا مي‌برد انتخاب روش صحيح آبياري است. در حال حاضر روش‌هاي كرتي، رديفي، غرقابي، طشتكي، جوي و پشته‌اي، جزر و مدي، احياناً نشتي، كوزه‌اي و كم و بيش آبياري تحت فشار، باراني و قطره‌اي و دريچه‌اي معمول است كه لازم است در آينده به روش‌هاي جديد بيشتر توجه شود.

۲-۳-۳ بررسي‌هاي لازم در مورد تلفات و آب برگشتي

نحوه انتقال و توزيع آب

همان طوري كه قبلاً اشاره شد در بيشتر روستاهاي ايران با احداث بندهاي پوشالي در رودخانه آب را به انهار سنتي جاري مي‌نمايند، اين عمل عيوب زير را دارد:

- خراب شدن بندهاي پوشالي در اثر طغيان رودخانه و جريان سيل كه موجب عدم امكان رساندن آب به زراعتها شده و هنگام بحران آبياري افت محصول چشمگير خواهد شد.
- خراب شدن انهار كه ازدياد تلفات نفوذي در ديواره و بستر نهر، ايجاد رسوب، سبز شدن علفهاي هرز را در بر خواهد داشت.

لذا سعي مي‌شود در نقاطي كه تأسيسات آبياري احداث شده يا مي‌شود با كانالهاي پوشش شده پيش ساخته يا هـدايت آب بـه وسـيله لـوله‌هـا ايـن نقيـصه رفع شود. ضمناً در محل‌هاي فاقد تأسيسات آبياري لازم است برنامه‌هايي تنظيم شود كه مديريت آب با خودياري كشاورزان در اين امر مهم اقدام نمايد.

تلفات آب

بخـش عمده آبي كه از منابع مختلف با احداث تأسيسات به مزارع هدايت مي‌شود در مسير انهار پوشش نشده تلـف مـي‌شـود عواملي كه نقش عمده در تلفات آب دارند عبارتند از :طول نهر، وضع نهر، وضع مقطع، دبي ظرفيت نهر شيب و بافت خاك.

در حـوزه سـدها ضـمن طراحـي و احـداث كانـال‌هاي درجه ۱و۲ كانالهاي درجه ۳ را نيز ساخته و پوشش مـي‌نمايـند ولـي در محلهايـي كه تأسيسات آبياري ندارند پوشش انهار معمول نيست بنابراين تلفات انتقال و توزيع بسيار زياد است.

آب برگشتي

آبـي كـه به قطعات آبياري مي‌رسد قسمتي از آن از سطح خاك تبخير مي‌شود و بخش ديگر نفوذ مي‌نمايد. از ايـن آب نيـز بـه تدريج مقداري در اثر قوه موئينه (كاپيلاريته) بالا آمده و تبخير مي‌شود. آب رسيده به حوزه ريـشه‌هـاي نبات، مقداري متناسب با بافت خاك و ظرفيت نگهداري در آنجا ذخيره مي‌شود بقيه به قشر پايين نفوذ مي‌نمايد بديهي است گياه نمي‌تواند از كليه آب ذخيره شده در حوزه ريشه استفاده نمايد و نباتات تا حد ضريب پژمردگي قادر به برخورداري از رطوبت خاك هستند لذا مازاد آب از حوزه ريشه به طبقات پايين نفوذ كـرده يـا به سفره آب زيرزميني يا به مجاري آبهاي سطحي ملحق مي‌شود. در محدودهايي كه پروژه زهكشي اجـرا شـده باشد آب مازاد فوق در آن كانالها جاري مي‌گردد در زمينهايي كه جديداً در اثر تأمين آب و ايجاد تأسيـسات آبـياري زيركـشت زراعتهاي آبي قرار گرفته يا اراضي كه سابقا آبياري ناقص در آن انجام مي‌شده اسـت بايـد دقـت شـود كه نوسان سطح آب در آن اراضي با تكرار دفعات آبياري به چه ترتيب مي‌باشد، آيا احداث زهكش عمقي در آن اراضي ضرورت خواهد داشت يا خير. مشاهده شده است در بعضي از نقاط ايران كـه از تأسيـسات آبياري برخوردار شده‌اند، بالا آمدن سطح آب زيرزميني مشكلاتي در بهره‌برداري مطلوب از اراضي زراعي به وجود آورده است كه مديريت منابع آب در پيش‌بيني مسائل آتي توسعه كشاورزي اين مسئله را نيـز بايـد در نظر داشته باشد. بديهي است كه مديريت هماهنگ و مطلوب آب، خاك و كشاورزي مي‌تواند مـشكلات زه‌دار شـدن اراضـي را تقلـيل دهـد. بـراي ايـنكه زه آب مزارع و آب برگشتي مجدداً در اراضي پايـين‌دسـت مـورد استفاده قرار گيرد لازم است كه به قابل مصرف نمودن زه آب مزارع با در نظر گرفتن نوع كشت مناسب توجه و امكان استفاده از اين آب بازيافتي فراهم گردد.

٤-٣-٢ نحوه محاسبه آب زراعي

به ترتيبي كه در بالا عنوان شد آبي كه وارد مزرعه مي‌شود قسمتي از آن از سطح خاك تبخير[1] مي‌شود و بخش ديگـر آن از سطح برگها تبخير و به جو بر مي‌گردد كه تعريق[2] ناميده مي‌شود. مجموع اين دو عامل را تبخير و تعـرق[3] مـي‌گويند كه براي نباتات مختلف نياز آبي[4] ناميده مي‌شود و شدت تعرق بستگي به انرژي خورشيدي دارد كه لازم است مؤلفه‌هاي آن شناخته شوند ضمناً عوامل ديگري نيز مانند باد كه موجب جابجايي بخار آب موجود در هوا مي‌شود در نوسان تبخير مؤثر است.

براي محاسبه تبخير و تعرق نياز به اطلاعاتي از قبيل تشعشعات خورشيدي در سطح خاك، درجه حرارت هوا، سـرعت بـاد، فـشار هوا، باران مؤثر و غيره مي‌باشد كه بر اساس آنها فرمولهاي متعددي براي محاسبه تبخير و تعـرق ارائـه شـده اسـت. ضمناً روش اندازه‌گيري مستقيم نيز از طريق استفاده از ليسيمتر و طشتك تبخير نيز معمول است.

فـرمولهاي تجربـي محاسبه آب زراعي عبارتند از فرمول: تورنت وايت، بليني كريدل، تورك، پنمن، جانسن، و هيـز[5]، ماكيـنك[6] و ديگـران، ولي به سبب ساده بودن محاسبه با روش بليني كريدل ازاين روش بيشتر استفاده مي‌شود، اين فرمول چند بار تجديد شده است. اولين فرمول چنين بوده است:

$$U = K.F, F = \sum f$$

$$f = \frac{P.T}{100}$$

U= ميزان تبخير و تعرق يا مقدار آب مورد نياز ماهانه به اينچ

K= ضريب مخصوص گياهي

P= درصد مدت آفتابي ماهانه در سال

T= متوسط درجه حرارت ماهانه محل بر حسب فارنهايت

فرمول اصلاح شده :

$$CU = K_C.F.K_t$$

CU= آب مورد نياز گياه به اينچ

K_c= ضريب فصلي رشد گياه

F= فاكتور كليماتولوژي

P= درصد روشنايي ماهانه كه از جداول مربوط به عرض جغرافيايي استخراج مي‌شود.

1- Evaporation
2-Transpiration
3- Evapo- Transpiraton
4- Consumptiveuse
5-Gensen and Haise
6- Makkink

T= متوسط درجه حرارت ماهانه به فارنهایت

K_t= ضريب حرارتي

$$K_T = 0/0173 - 0/314t$$

اين فرمول در سيستم متريك چنين است.

$$ET = \frac{k}{100}.P(45/7t + 813)$$

ET= ميزان تبخير وتعرق يا مقدار آب مورد نياز ماهانه به ميليمتر

T= متوسط درجه حرارت ماهانه محل به سانتيگراد

P= درصد مدت آفتابي ماهانه در سال

K= ضريب مخصوص گياهي

ضـمناً بارندگـي مؤثـر و راندمان‌هاي آبياري در محاسبه منظور مي‌شود. طريقه استفاده از فرمولهاي تجربي در کـتآبهاي آبـياري نوشته شده است. طريقه ديگر اندازه‌گيري آب زراعي استفاده از دستگاه پارشال فلوم با ابعاد مخـتلف مـي‌باشـد کـه مشخصات کامل و تجهيزات اندازه‌گيري با آنها در نشريه شمارة ١٠٤ سازمان برنامه و بودجه آمده است.

٢-٣-٥ راندمان آبياري

رانـدمان آبياري عبارت است از درصد مقدار آب مصرف شده به مقدار آب برداشت شده از منبع که شامل سه قسمت است :

- رانـدمان انـتقال E_c- عـبارت است از درصد مقدار آب رسيده به کانال فرعي به درصد آب برداشت شده از منبع
- راندمان توزيع E_b- درصد مقدار آب رسيده به کرت به مقدار آب وارد شده به کانال توزيع
- رانـدمان مـزرعه E_a- درصـد مقدار آب ذخيره شده در حوزه ريشه‌ها به مقدار کل آب داده شده به کرت

راندمان مزرعه در کرتهايي که داراي خاك همگن و يکنواخت باشند حدود ٦٠ % است.

راندمان انتقال در صورتي که از کانالهاي پوشش شده استفاده شود حدود ٩٥% خواهد بود.

رانـدمان توزيع نيز در صورت پوشش کانالهاي درجه ٣،تا ٨٥% خواهد رسيد. در اين صورت راندمان کلي به ٥٠% نزديك خواهدشد. راندمان کلي عبارت خواهد بود از :

$$E_p = E_a.E_b.E_c$$

٢-٣-٦ کيفيت آب آبياري

آب آبـياري از جهات ميزان املاح محلول و ساير مواد بايد مناسب باشد تا به گياه صدمه نزند. بويژه شوري و قليائـيت آن بايـد در حـد تحمل نبات باشد تا باعث کاهش محصول نشود. بعضي از نباتات نسبت به شرايط

نامساعد آب و خاك مقاومت بيشتري دارند و برخي ديگر حساس مي‌باشند. بررسيهاي كه انجام شده نباتات را به سه طبقه تقسيم نموده‌اند:

- نـباتات حساس: در قبال شوري و قليائيت مقاومت كمتري دارند بعضي از درختان ميوه مانند هلو، آلوچه مـركبات بويـژه پرتقال، زراعت‌هاي توت فرنگي و پياز كه بين ۱/۲تا۱/۸ ميلي مهوس برسانتيمتر مقاومت مي كنند.
- نـباتات نـيمه مقاوم: مقاومت اين نباتات بيشتر از نباتات حساس است از قبيل :نيشكر، سيب زميني، ذرت خوشه‌اي، برنج، گندم، بادام زميني، و غيره كه تا ۵ ميلي مهوس مقاومت دارند.
- نـباتات مقاوم: از دوطبقه بالا مقاومتر هستند مانند : جو، چغندر قند، خرما، پسته و پنبه كه بين ۵تا ۸ ميلي مهوس بر سانتيمتر مقاومت مي‌كنند.

از نظر شوري E_c و سديم قابل جذب S. A. Rآب زراعي به ۵ طبقه تقسيم مي‌شود (جدول ۲-۳)

جدول ۲-۳ طبقه‌بندي خاكهاي زراعي از نقطه نظر شوري و قليائيت

الف - شوري

شمارة رديف	علامت	EC ×۱۰³	شرح
۱	S0	كمتر از ٤	بدون شوري يا شوري بسيار جزئي
۲	S1	٤-۸	شوري كم
۳	S2	۸-۱٦	شوري نسبتاً زياد
٤	S3	۱٦-۳۲	شوري زياد
۵	S4	بيشتر از ۳۲	شوري بسيار زياد

ب- قليائيت

شمارة رديف	علامت	E. S. P	شرح
۱	A0	كمتر از ۱۰	بدون قليائيت
۲	A1	۱۰-۱۵	قليائيت كم
۳	A2	۱۵-۳۰	قليائيت نسبتاً زياد
٤	A3	۳۰-۵۰	قليائيت زياد
۵	A4	بيشتر از ۵۰	قليائيت بسيار زياد

ضـمناً در كيفيت آب براي آبياري بايد به ميزان اسيديته آب pH نيز توجه شود. نكته ديگري كه در اينجا اشاره شـود ايـن اسـت كه اگر بخواهند از فاضلاب شهري يا صنعتي براي آبياري استفاده نمايند بايد در تصفيه آنها دقـت كافـي بـشود كه از مواد مضر كه موجب كندي رشد نبات شده و سبزيجات و غيره را نيز غير بهداشتي مي‌نمايند اجتناب شود، بويژه مواد پاك‌كننده كه در فاضلاب شهري در سالهاي اخير به مقدار زياد وجود دارد.

۲-۳-۷ برآورد مصارف آب در بخش كشاورزي

براي برآورد مصرف آب در بخش كشاورزي پس از معين شدن سطح زيركشت زراعتها در هر منطقه با استفاده از روش انـدازه‌گيري مستقيم يا به وسيله فرمولها آب مورد نياز هر هكتار از زراعتها به تفكيك مشخص شده و بـا توجه به تركيب كشت، ميزان آب مورد نياز در منطقه محاسبه مي‌شود كه با دخالت دادن راندمان كلي، رقم نهايي مصرف آب به دست مي‌آيد ولي بايد به اين رقم مصارف تبعي نيز به شرح زير محاسبه و اضافه شود:

آب مورد نياز براي شستشو و اصلاح اراضي

در صورتي كه اصلاح موجود در خاك از ميزاني كه در بررسي مشخص شده است بيشتر باشد اين خاك براي زراعـت مناسب نبوده و بايد سالم سازي شود. براي شستشوي اين قبيل خاكها علاوه بر افزودن مواد اصلاحي به خاك، مقدار قابل ملاحظه‌اي آب مورد نياز است كه ميزان آن براي خاكهاي مختلف متفاوت مي‌باشد.

آبياري قبل از كشت (خاك آب)

بـراي ايـنكه زمـين زراعي براي شخم آماده شود و يا در بعضي از موارد املاح موجود ريشه شسته شوند يك نوبت آبياري قبل از كشت ضرورت پيدا مي‌كند كه ميزان آن بيشتر از ساير دفعات آبياري است (حدود ۱۵۰۰تا ۲۰۰۰ متر مكعب در يك نوبت در هكتار)

يخآب

براي جلوگيري از بروز آفت در زراعتها بويژه در باغات ميوه در زمستان يك يا دو نوبت آب به زمين مي‌دهند كه معمولاً يخاب ناميده مي‌شود.

زراعتهاي نيمه ديم

در مناطقي كه آب براي آبياري به ميزان لازم در اختيار ندارند هنگام تابستان نمي‌توانند مزارع را آبياري نمايند. در بهـار كـه رودخانه‌هاي فصلي داراي آب هستند يك يا دو نوبت آب به مقدار زياد به قطعات زراعي جاري مـي‌سازند تا با ذخيره رطوبت در خاك اقدام به زراعت نمايند. اين طريق براي آبياري باغات انگور در قزوين كـه آب را بـه ارتفـاع ۸۰ سـانتيمتر به قطعات هدايت مي‌نمايند اجرا مي‌شود. همين طور در كشت خربزه در گرمـسار و كـشت غـلات در دشـتياري معمول است. در دشتياري كرت‌هاي بزرگ كه هوتك ناميده مي‌شوند بـدين طريق آبياري مي‌شوند. بهرحال براي برآورد مصارف كلي لازم است در محدوده مديريت منابع آب همه جوانب امر در نظر گرفته شود.

۸-۳-۲ دامپروري

در محـدوده حـوزه مديـريت ممكن است علاوه بر دامداري سنتي، تأسيسات دامداري و مرغداري صنعتي نيز وجـود داشـته باشـد كه لازم است مصارف آب آنها را با توجه به تعداد دام در وضع فعلي و آتي و همچنين مصارف بهداشتي و آب شرب و بهداشت كاركنان، ضمن مصارف آب منطقه برآورد نمايند.

۹-۳-۲ آب مورد نياز شيلات و پرورش ماهي

مـصارف آب بـراي پرورش ماهي و استخرها متناسب با حجم توليد و ظرفيت استخر و مصارف نيروي انساني مـي‌باشـد كـه قبلاً از لحاظ خصوصيات محلي به منظور امكان فراهم نمودن آب شيرين با بهره‌برداري از منابع آبهـاي سـطحي و زيرزميني پيش‌بيني شده باشد. نظر به اينكه در سالهاي اخير فعاليت در اين زمينه بيشتر شده است مديريت منابع آب، اين بخش از مصارف را نيز لازم است در برنامه‌ريزيهاي صنعت آب منظور نمايد.

۳- بيلان آب

۳-۱ تعريف بيلان

معادله هيدرولوژي كه بر اصل بقاي ماده در چرخه آب در طبيعت تأكيد دارد مبناني تعريف بيلان آب مي‌باشد. بدين معني كه در يك دوره زماني معين تمام آبهاي وارد شده به يك حوزه يا محدوده خاص در مخزن آب آن محـدوده ذخيـره مي‌شود و يا به مصرف مي‌رسد (تبخير و تعرق)يا به خارج از آن انتقال داده مي‌شود و يا به صورت جريان سطحي و زيرزميني به خارج از محدوده مورد نظر جريان پيدا مي‌كند.

۳-۲- محدوده بيلان

مـنطقه يا ناحيه‌اي كه در آنجا براي ارائه خدمات بهتر به منظور بهره‌برداري صحيح از منابع آب بررسيهاي براي تهـيه بـيلان آب صـورت مـي‌گيـرد محدوده بيلان ناميده مي‌شود. به لحاظ ارتباط مؤلفه‌هاي بيلان با يكديگر ضـرورت دارد كـه اين محدوده با يك واحد هيدرولوژيكي (حوزه آبريز) انطباق داشته باشد و مرزهاي آن بر تقـسيم‌كننده‌هاي طبيعي منطبق باشد. بنابراين در مديريت منابع آب محدوده بيلان عبارت خواهد بود از حوزه آبريـز يـك رودخانـه بـزرگ و يـا مجمـوعه حـوزه‌هاي تعدادي از رودخانه‌هاي كوچك كه بين آنها ارتباط هيدروليكي وجود داشته باشد.

در غيـر ايـن صورت چنانچه لازم باشد چند حوزه آبريز كه از نظر هيدرولوژيكي و زمين‌شناسي مشابه باشند ممكن است يكجا درنظر گرفته شوند.

براي دقت بيشتر در محاسبه بيلان آب مي‌توان محدوده بيلان را به بخشهاي كوچكتر به نام واحدهاي مطالعاتي تقـسيم نمـود كـه هر واحد مطالعاتي شامل يك پهنه آبرفتي و ارتفاعات مشرف بر آن خواهد بود. چنانچه در داخـل يـك واحـد مطالعاتـي نيز از نظر عوامل تغذيه و تخليه منابع آب زيرزميني تفاوت بارزي مشاهده شود مي‌توان هر واحد را به بخشهاي كوچكتر تقسيم نمود.

۳-۳ دوره بيلان

يك مقطع زماني كه ضمن آن بين آبهاي ورودي و خروجي يك محدوده مشخصي نظير يك حوزه آبريز يا يك سفره آب زيرزميني موازنه برقرار مي‌گردد دوره بيلان ناميده مي‌شود. دوره بيلان مي‌تواند متغير باشد. در دوره‌هاي كوتاه‌مدت اختلاف بارزي بين جريانهاي طبيعي ورودي و خروجي مي‌توان انتظار داشت. اين اختلاف ناشي از تغييرات حجم آبهاي سطحي رطوبت خاك و ذخيره آب زيرزميني مي‌باشد. معادلات بيلان براي دوره‌هاي متوالي كوتاه‌مدت، حالات ناپايدار ناشي از نوسانات اقليمي را نشان مي‌دهد. در اين رابطه هرچه دوره محاسبه بيلان آب بلندمدت‌تر باشد اجزاي بيلان به سبب نزديكتر شدن به مقادير متوسط متأثر از شرايط اقليمي به حالت پايدار نزديكتر مي‌گردد. دوره محاسبه براي بيلان كلي حوزه آبريز كه مؤلفه‌هاي اصلي آنها تابع تغييرات طبيعي مي‌باشد و دخالت انسان در آنها اثر ندارد مانند ميزان بارندگي، تبخير، جريانهاي سطحي و نفوذ حاصل از آن آبدهي چشمه‌ها، بلندمدت در نظر گرفته شده و مقادير متوسط سالانه عوامل فوق در معادله بيلان منظور مي‌گردند.

بهتر است بيلان آبهاي زيرزميني در سفره‌هاي آبرفتي به صورت سالانه محاسبه شده و كليه عوامل آن از جمله ميزان برداشت آب توسط چاه و تخليه قنوات و زه‌آبها و چشمه‌ها و تغييرات سطح آب زيرزميني همچنين ميزان آبهاي انتقال يافته به داخل محدوده بيلان و يا منتقل شده به خارج از آن كه تحت تأثير فعاليت انسان تغيير مي‌كند مبتني بر آمار مربوط به سال محاسبه بيلان و يا مستخرج از آمارگيريهاي نزديك به آن سال باشد.

براي روشن شدن تأثير تواتر بارندگيها بر تغييرات دبي رودخانه و عكس‌العمل سفره‌هاي آب زيرزميني و كنترل دقيق عوامل تغذيه و به دست آوردن مقدار متوسط آنها بايد دوره محاسبه بيلان، در برگيرنده سالهاي خشك و مرطوب باشد. به علاوه دوره محاسبه بيلان آب زيرزميني بايستي نشاندهنده تصويري از واكنش سفره آب زيرزميني نسبت به تغييرات برداشت آب باشد. در صورت امكان دوره بيلان به فصول بهره‌برداري از چاهها و توقف آنها تفكيك شود و بيلان آب زيرزميني در سالهاي شروع بهره‌برداري از چاهها با سالهاي بعد و سالهاي حد اكثر بهره‌برداري مقايسه گردد.
علاوه بر موارد فوق براي محاسبه پتانسيل بلندمدت آب زيرزميني و تعيين ميزان بهره‌برداري مجاز بايستي تغييرات ماهانه يا فصلي چاهها، دبي قنوات، چشمه‌ها، زهكش‌هاي انتخابي و كانالهاي انتقال آب اندازه‌گيري شوند و آمارگيري از كليه منابع آب مذكور هر پنج سال يك نوبت تكرار گردد و بيلان نهايي با ملاحظه كليه جوانب امر و عوامل طبيعي و بر اساس آخرين اطلاعات و آمار جمع‌آوري شده كه در آن تأثير دخالتهاي ناشي از فعاليت انسانها نيز ملحوظ شده باشد تهيه و تنظيم گردد.

۳-٤ مباني كلي بيلان آب

مباني محاسبه بيلان آب براي حوزه آبريز يا محدوده خاص به دو عامل اصلي تغذيه و تخليه بستگي دارد كه موازنه آنها شامل موارد زير مي‌باشد :

تغذيه	تخليه
١. ميزان بارندگي در سطح حوزه	١. تبخير و تعرق از سطح حوزه
٢. حجم جريان آبهاي سطحي و رودي	٢. حجم جريان آبهاي زيرزميني خروجي
٣. حجم جريان آب زيرزميني و رودي	٣. حجم جريان آبهاي سطحي خروجي
٤. حجم آب انتقال داده شده به داخل حوزه	٤. حجم آب انتقال داده شده به حوزه همجوار

مباني محاسبه بيلان منابع آب زيرزميني نيز براي هر واحد مطالعاتي بترتيب زير خواهد بود :

تغذيه:

١- ميزان آب نفوذ يافته از بارندگيها
٢- تغذيه طبيعي از رودخانه‌ها، برکه‌ها،درياچه‌ها
٣- تغذيـه مـصنوعي آب زيرزمينـي از طريق مازاد آب آبياري، پساب شرب و صنعت، تلفات مخازن آب و عمليات پخش سيلاب و چاههاي تزريقي
٤- جريان زيرزميني ورودي

تخليه:

١- تبخير و تعرق از خاك در مناطق تبخيري (مناطق کم عمق آب زيرزميني)
٢- تخليه طبيعي از طريق زه آبها، چشمه‌هايي که به رودخانه‌ها يا درياچه‌ها و برکه‌ها جاري مي‌شوند.
٣- تخليه مصنوعي به وسيله قنوات، زهکشها، چاههاي آرتزين و پمپاژ از چاهها
٤- جريان آب زيرزميني به خارج از محدوده

محاسبه بيلان آب مستلزم بررسي موازنه بين ميزان تغذيه و تخليه مي‌باشد و در بيلان آب زيرزميني جمع اجزاي تغذيه با جمع اجزاي تخليه مقايسه شده و تفاوت آنها بايد معادل تغيير حجم ذخيره مخزن باشد.

٣-٥ استفاده از نتايج بيلان در مديريت آب

هـرگاه در محـدوده بيلان مقدار بارندگي از مقدار آب برگشتي به جو در اثر تبخير و تعرق بيشتر باشد نشانگر وجودآب اضافي در آن حوزه است که موجب افزايش يك يا چند عامل تخليه و ذخيره بيلان مي‌گردد.
برعکس در حوزه‌هايي که شرايط اقليمي کمبود مستمرآب را به همراه داشته باشد بيلان صحيح با کاهش مقدار يـك يـا چـند عامل از تخليه همراه خواهد بود. شك نيست که در هر ناحيه بالاخره بين عوامل تخليه و تغذيه تعـادل برقـرار مـي‌شـود ولي در زمانهايي ممکن است شرايط براي فعاليت‌ها يا بهره‌گيريهاي انساني از محيط زيـست زيانـبار باشـد. بدين معني که زيادي بارندگي و جريان آب ورودي موجبات بروز سيل يا اشباع کامل خـاك را فـراهم آورده و يا بر عکس خشکسالي و کمبود بارندگي کاهش جريان سطحي و نقصان ذخيره آب زيرزميني را موجب مي‌گردد. احتراز از بروز چنين شرايط نامطلوب و فاجعه آميزي هدف اوليه مديريتآب است

كـه براسـاس نتايج حاصل از بيلان آب با اتخاذ روش‌هايي برداشت از منابع آب را كنترل نموده و تاسيساتي، بمـنظور ذخيـره كـردن آبهاي اضافي دوره‌هاي پرآبي براي مصرف در دوره هاي خشك بوجود آورد. ضمناً با بـرنامه ريـزي صـحيح بايستي اطمينان حاصل شود كه ضمن بهره برداري از منابع آب براي تامين نياز واقعي، ميزان برداشت و مصارف آن از مقدار تغذيه مداوم كه شرايط محيط قادر به تامين آن مي باشد، تجاوز نكند. با تـوجه به بيلان آب حوزه ها در مناطقي كه بين امكانات بالقوه منابع آب و نياز منطقه عدم تعادل وجود داشته باشد انتقال آب را از حوزه‌اي كه داراي آب اضافي دائمي باشد به مناطق كم آب مطرح مي سازد.

٦-٣ كنترل نتايج و پيش بيني آينده با استفاده از مدلهاي رياضي

بمنظور كنترل بيلان آب و هماهنگي اجزاي آن و بويژه پيش بيني مصارف آب در آينده از مدلهاي رياضي استفاده مي‌شود . اين مدلها عبارتند از مدلهاي رياضي مشخص كننده كمي و كيفي ذخاير سفره آبهاي زيرزميني براي هر واحد مطالعاتي، مدل رياضي مجموعه آبهاي سطحي و زيرزميني محدوده و در نهايت مدل قابل استفاده در مديريت آب كه براساس آن مصارف كليه آبهاي موجود به لحاظ نوع مصرف با كيفيت هاي متفاوت در حوزه آبريز برنامه ريزي مي شود.

از سوط ديگر انتقال آب از نقطه‌اي به نقطه ديگر در حوزه بيلان يا از آن محدوده به محدوده ديگر بررسي مي‌گردد و تحولات حاصل از اجراي برنامه‌هاي مختلف تامين و مصرف آب در سالهاي خشك، مرطوب و متوسط به كمك مدل رياضي در اختيار مديريت آب قرار مي‌گيرد كه براساس نتايج آن مناسب ترين روش استفاده دراز مدت از آب انتخاب و پيش بيني مي‌شود.

٧-٣ معادله عمومي بيلان

معادله كلي بيلان آب در يك محدوده بشرح زير است:

$$P + Q_{si} + Q_{ui} - E - Q_{so} - Q_{uo} - \pm \Delta S - X = O$$

P = ريزش جوي در محدوده بيلان

Q_{si} = جريان سطحي طبيعي ورودي از خارج يا انتقال داده شده به محدوده بيلان

Q_{ui} = آب زيرزميني ورودي از خارج محدوده بيلان

E = تبخير

Q_{so} = جريان سطحي خروجي يا انتقال داده شده از محدوده بيلان

Q_{uo} = آب زيرزميني خروجي

ΔS = تغييرات ذخيره

X = عامل تقريب در محاسبه

در محاسـبه بيلان آب تعدادي از عوامل مستقيماً قابل اندازه‌گيري مي‌باشند، بعضي از آنها را مي‌توان با استفاده از روش‌هـاي محاسـباتي مـتداول تعيين نمود و برخي اجزاي ديگر بايد برآورد گردد. به طور مثال: بارندگي، جريان آبهاي سطحي، تبخير از سطح آزاد آب، قابل اندازه‌گيري و نفوذ آب و تبخير و تعرق به وسيله گياهان و جـريان ورودي و خروجي آب زيرزميني در محدوده، قابل محاسبه مي‌باشند و ظرفيت يك سفره آب زيرزميني با استفاده از اطلاعات مقدار تخلخل آبخوان عموماً برآورد مي‌گردد.

۳-۷-۱ ريزش‌هاي جوي(P)

ريزشـهاي جوي مهمترين عامل مؤثر در محاسبه بيلان آب مي‌باشد بنابر اين دقت اندازه‌گيري يا محاسبه آن از ويژگـي خاصـي برخوردار است. آمار اندازه‌گيري ريزشهاي جوي براي نقاط معين (ايستگاههاي باران‌سنجي) وجـود دارد. به منظور محاسبه ميزان ريزش متوسط در حوزه‌هاي آبريز (محدوده بيلان) از منحني‌هاي هم باران و يـا در مـواردي از شبكه تي سين[1] و همچنين از رابطه بارندگي و ارتفاع استفاده مي‌شود. باران سنجهايي كه بـراي انـدازه‌گيـري به كار مي‌روند بدليل اثر وزش باد در آنها نشان دهنده ميزان ريزش واقعي به سطح زمين نـبوده و بـه عـلاوه مقـداري از بارندگـي كه در باران سنج جمع مي‌شود در فاصله زماني بين ريزش و زمان انـدازه‌گيـري تبخيـر مـي‌گـردد بـه اين دليل آمار ريزش جوي بايد تصحيح گردد. نسبت تصحيح براي باران سـنج‌هايـي كه مساحت دهانه آنها ۲۰۰ سانتيمتر مربع باشد و در ارتفاع ۲ متري زمين نصب شده باشد به طور متوسط براي باران ۱۰تا ۱۵% و در مورد برف ۳۰ تا ٦۰% ذكر شده است (نشريه سازمان هواشناسي جهاني سال ۱۹٦۵)كـه بايـد بـه ارقام مربوط اضافه شود. باران سنج‌هاي متداول در ايران با مساحت دهانه ۳۱۵ سانتيمتر مـربع بـوده و در ارتفـاع يـك متـري سـطح زمـين نصب مي‌شوند. بنابراين ضريب تصحيح ارقام حاصل از اندازه‌گيري كمتر از مقادير فوق خواهد بود. ارزيابي دقيق مقدار تصحيح به كمك باران سنج‌هايي كه دهانه آنها در سـطح زمـين قـرار دارد و در بعـضي از ايـستگاههاي هواشناسـي نصب گرديده‌اند با مقايسه ارقام آنها با انـدازه‌گيريهاي باران‌سنج‌هاي متداول امكان‌پذير است. تراكم شبكه باران‌سنجي براي تهيه آمار قابل قبول بيلان براي اراضي هموار (دشتها) يك ايستگاه در چهار صد كيلومتر مربع و در مناطق كوهستاني يك ايستگاه در هر صـد كيلومتـر مـربع مـي‌باشـد. توصيه سازمان هواشناسي جهاني براي تراكم شبكه‌هاي باران‌سنجي در مناطق مختلف به شرح جدول ۳-۱ است.

جدول ۳-۱ توصيه سازمان هواشناسي جهاني در مورد تراكم شبكه باران‌سنجي

حدود منطقه و نوع آب و هوا	حداقل تراكم ايستگاهها			
	تراكم حداقل		تراكم قابل تحمل	
	محدوده هر ايستگاه كيلومترمربع	فاصله بين ايستگاهها كيلومتر	محدوده هر ايستگاه كيلومترمربع	فاصله بين ايستگاهها كيلومتر
مـناطق معـتدل مديتـرانه‌اي و صـحرايي (دشت)	٦۰۰تا۹۰۰	۲۵تا۳۰	۹۰۰تا۳۰۰۰	۳۰تا۵۵
مـناطق كوهـستاني معـتدل مديتـرانه‌اي و صحرائي	۱۰۰تا۲۰۰	۱۰تا۱٦	۲۵۰تا۱۰۰۰	۱٦تا۳۳
مناطق خشك (كوير)	۱۵۰۰تا۱۰۰۰۰	۳۹تا۱۰۰	-	-

1- Thissen

۳-۷-۲ جريانهاي سطحي (Q_{su} و Q_{si})

مـنظور از جريان سطحي مجموع آبهاي حاصل از بارندگي و ذوب برف است كه به طور طبيعي و به صورت مـستقيم[1] يا زير سطحي[2] و همچنين در مناطق كوهستاني به شكل جريان پايه[3] در آبراهه‌ها و رودخانه‌ها جاري مـي‌شوند. آبهاي سطحي كه به روشهاي مختلف از حوزه‌هاي آبريز ديگر به حوزه بيلان منتقل يا از آن خارج مي‌گردند جزء آبهاي سطحي ورودي يا خروجي محدوده بيلان محسوب مي‌شوند.

آب چشمه‌هايي كه معمولاً در كوهپايه‌ها ظاهر شده و قبل از ورود به رودخانه تمام يا قسمتي از آن به مصرف مـي‌رسـد نيـز جزء جريانهاي سطحي به حساب مي‌آيد. مقدار آب سطحي در رودخانه‌هايي كه داراي جريان دائمـي يـا فـصلي مـي‌باشند معمولاً به طور مرتب اندازه‌گيري مي‌شوند و آمار آنها به صورت روزانه، ماهانه، فـصلي، سـالانه و يا در هر دوره مورد نظر بيلان با استفاده از اندازه‌گيري‌هاي انجام شده محاسبه مي‌گردد. در مـسيل‌هايـي كـه سيلآبهاي كوتاه‌مدت در آنها جريان مي‌يابد اندازه‌گيري آنها عملا امكان ندارد و براي برآورد مقـدار آب از روشـهاي غيـر مـستقيم اسـتفاده مي‌شود. مقدار متوسط آبدهي رودخانه‌ها در درازمدت از آمار ايـستگاههاي هيدرومتري به دست مي‌آيد. دقت آن منوط به دقت اندازه‌گيري‌ها و ميزان تغييرپذيري جريان در زمانهاي مختلف (ماهها، سالها) و بالاخره تراكم شبكه اندازه‌گيريها مي‌باشد. دوره مورد نظر در محاسبات بيلان بايـد حـاوي چـند سيكل مرطوب و خشك باشد ولي در كشور ما به دليل كوتاه بودن دوره آمار (حداكثر ٤٠ سال) معمولاً بيشتر از يك يا دو سيكل قابل دسترس نمي‌باشد. بنابراين مقادير متوسط كه از دوره‌هاي مزبور به دسـت مي‌آيد لزوما نشان دهنده متوسط واقعي جريان آب رودخانه‌ها نبوده و مقدار انحراف آن از مقدار واقعي بر اساس پارامترهاي آماري از رابطه $r = \frac{Q - 20}{n}$ بر حسب در صد مقادير متوسط با علامت مثبت و منفي قابل برآورد است.

در محاسـبه بـيلان آب تفكـيك آب رودخانـه به مؤلفه‌هاي جريان مستقيم، جريان زير سطحي و جريان پايه به منظور بررسي دقت آمار و برآورد آبهاي سطحي در حوزه‌هاي فاقد آمار، صورت مي‌گيرد و روشهايي كه براي ايـن منظور به كار مي‌روند نتايج تقريبي دست مي‌دهند و به طور كلي شامل تفكيك هيدروگراف جريان آب با روش ترسيمي مي‌باشد بدين معني كه قسمت زيرين هيدروگراف كه مربوط به جريان پايه رودخانه مي‌باشد از قسمت فوقاني كه ناشي از جريان مستقيم سطحي است جدا مي‌گردد.

۳-۷-۳ جريانهاي زيرزميني ورودي و خروجي (Q_{uo} و Q_{ui})

منظور از جريانهاي زيرزميني آبهايي است كه از حوزه‌هاي آبريز ديگر به صورت طبيعي از طريق منافذ، درز و شـكاف سـنگها و آبرفتها و يا از طريق گسلها و شكستگيهاي بزرگ به حوزه آبريز (محدوده بيلان) مورد نظر

1- Direct Flow
2- Hipodermc Flow
3- Base Flow

وارد مـي‌شود و يا از آن خارج مي‌گردد. مقدار اين جريان‌ها معمولاً به طور مستقيم قابل اندازه‌گيري نبوده و با اسـتفاده از مجمـوع مطالعـات زمـين‌شناسـي، ژئوفيزيك و حفاري‌هاي اكتشافي و رديابها برآورد مي‌شود. در مـواردي از مطالعـات هـيدروژئولوژي حـوزه‌هاي مجاور نيز مي‌توان كمك گرفت و چنانچه جريان زيرزميني ورودي يـا خروجـي از طـريق آبرفتها انجام گيرد ميزان آنها با استفاده از نقشه‌هاي پيزومتري و كاربرد معادلة دارسي محاسبه مي‌شود.

۳-۷-٤ تبخير (E)

مـنظور از تبخير مجموع آبهايي است كه در محدوده بيلان به طور مختلف از حالت مايع به بخار تبديل شده و به جو باز مي‌گردد. بخش عمده آن شامل قسمتي از ريزشهاي جوي است كه پس از بارندگي از سطح زمين و يا اراضي پوشيده از برف و يخ و همچنين پوشش گياهي تبخير مي‌شود. آبهايي كه از سطح درياچه‌ها، بركه‌ها، مخـازن سطحي، كانالها، رودخانه‌ها و خاكهاي اشباع شده (به صورت طبيعي يا مصنوعي) به جو باز مي‌گردند و همچنين تبخير و تعرق گياهان نيز جزء تبخير به حساب مي‌آيد.
براي محاسبه تبخير از سطح درياچه‌ها و مخازن آب از روشهايي مانند نصب تبخيرسنج‌ها و يا كاربرد فرمولهاي فيزيكي استفاده مي‌شود. تبخير از سطح آب در نقاط مختلف به وسيله طشتك‌هاي اندازه‌گيري به دست مي‌آيد. سـپس بـا اعمـال ضرايب مناسب ميزان پتانسيل تبخير از پهنه‌هاي بزرگ آب و يا خاكهاي اشباع شده محاسبه مـي‌گـردد. مشهورترين فرمولهاي تجربي جهت محاسبه تبخير و تعرق گياهان فرمولهاي پن من، بلاني كريدل، تورك و تورنت‌وايت مي‌باشند.[1]

۳-۷-۵ تغييرات ذخيره (ΔS)

ذخيـره آب در محـدوده بـيلان شامل آبهايي است كه به صورت موقت در سطح زمين و يا درزها و شكافها و خلل و فرج سنگها و آبرفتها انباشته مي‌شوند مانند انباشته شدن برف در زمستان در يخچالهاي دائمي يا موقتي، مخـازن آب، درياچه‌ها، بركه‌ها، تالابها و باطلاقها كه مواردي از ذخيره آب در سطح زمين محسوب مي‌گردند. آبهـاي نفـوذ يافـته به وسيله درزها و شكافها، غارها و حفره‌هاي زيرزميني موجود در سازندها و خلل و فرج آبرفتها ذخيره آب زيرزميني را به وجود مي‌آورند.

ميـزان انباشـتگي بـرف و يخ در محدوده بيلان به كمك نقشه‌هاي توپوگرافي، عكسهاي ماهواره‌اي و روشهاي بـرف‌سـنجي بـا تعيـين حجم و چگالي برف و يخ مشخص مي‌گرددآب ذخيره شده در سطح زمين در مخازن طبيعي با تعيين وسعت و عمق متوسط آنها تعيين مي‌شود و در موارد مخازن سدها با اندازه‌گيري آبهاي ورودي و خروجي به داخل مخزن محاسبه مي‌گردد.

۱- اين فرمولها براي مناطق و شرايط خاصي تهيه شده و كاربرد آن براي شرايط ايران ممكن است با تقريب زياد همراه باشد.

ذخيـره آب در مـنابع زيرزمينـي در سـازندهاي سـخت به كمك اندازه‌گيري آب چشمه‌ها و تحليل منحني تا ريـسمان[1] بـرآورد مـي‌شود و در آبرفتها با تعيين حجم مخزن و ضريب ذخيره سفره‌هاي آب زيرزميني محاسبه مي‌شود.

ذخيره آب در محدوده بيلان در طول زمان متغير است بنابراين لازم است تغييرات هر يك از آنها در دوره بيلان مشخص شده و در معادله كلي بيلان به عنوان S منظور شود.

٣-٧-٦ عامل تقريب در محاسبه (X)

در مـواردي كـه محاسبه بيلان آب براي محدوده‌هاي كوچك يا حوزه‌هاي آبريز مصرف انجام مي‌شود و تعيين هـر يك از عوامل بيلان به طور جداگانه امكان‌پذير است. مجموعه خطاهايي كه در اين اندازه‌گيريها به وجود مـي‌آيـد در معادلـه بـيلان به صورت اين عامل نشان داده مي‌شود ولي در محدوده‌هاي بزرگ و مناطق وسيع معمـولاً يـك يا چند عامل وجود دارد كه اندازه‌گيري يا محاسبه آنها با دقت مطلوب امكان‌پذير نيست در اين قبيل موارد تعيين عامل تقريب در معادلة عمومي بيلان ضرورت ندارد.

٣-٨ معادلة بيلان آب زيرزميني

معادلة بيلان براي يك سفره زيرزميني به صورت زير است

$$(Q_{ui} + Q_p + Q_I + Q_R + Q_{sw}) - (Q_{uo} + Q_{EX} + Q_d + q_{ET}) \pm \Delta V = 0$$

كه عوامل متشكله اين معادله عبارتند از:

Q_{ui}= جريان آب زيرزميني ورودي از ارتفاعات يا دشتهاي مجاور

Q_I= مقدار نفوذ ناشي از آبياري

Q_p= مقدار نفوذ نزولات جوي به سفره آب زيرزميني

Q_R= مقدار نفوذ از جريانهاي سطحي به سفره آب زيرزميني

Q_{sw}= مقدار نفوذ از طريق فاضلآبهاي شهري و صنعتي

Q_{uo}= جريان آب زيرزميني (خروجي)

Q_{ex}= مقدار برداشت از آب زيرزميني توسط چاه، چشمه و قنات

Q_d= مقدار آب زهكشي شده از سفره توسط رودخانه و زهكشها

Q_{et}= مقدار تبخير وتعرق از سطح آب زيرزميني

ΔV= تغييرات حجم ذخيره مخزن آب زيرزميني

در بـيلان آب زيرزميني نيز تعدادي از عوامل بيلان مستقيماً قابل اندازه‌گيري بوده و يا به طرق مختلف محاسبه مي‌گردد در حالي كه مقدار برخي از اجزا را تنها مي‌توان برآورد نمود.

1- Recession Curve

۳-۸-۱ جريانهاي زيرزميني ورودي يا خروجي (Q_{ui} و Q_{uo})

ايـن دو عامـل شـامل تـبادلات آبي بين سفره آب زيرزميني دشتها با منابع زيرزميني اعم از سازندهاي سخت ارتفاعـات يا سفره آبرفتي مجاور مي‌باشد. با تهيه نقشه پيزومتري و مشخص نمودن ضرايب قابليت انتقال آب در سفره به وسيله معادله زير كه رابطه ساده شده دارسي است محاسبه مي‌گردد

$$Q=T \times I \times L$$

T=ضريب قابليت انتقال متوسط ورودي يا خروجي آبخوان
I=شيب متوسط جريان آب زيرزميني (گراديان هيدروليك)
L = طول جبهه جريان

اين جزء از بيلان در مناطقي كه ارتفاعات از سازندهاي آهكي و يا سنگهاي درز و شكافدار ديگر تشكيل شده باشد از جمله مهمترين عوامل تغذيه سفره آب زيرزميني محسوب شده ولي در مناطقي كه ارتفاعات از سنگها و رسوبات غير قابل نفوذ تشكيل شده باشد عامل تعيين‌كننده بشمار نمي‌آيد.

۳-۸-۲ نفوذ از بارندگي (Q_p)

نفـوذ از بارندگـي به عواملي از جمله مقدار، شدت، تواتر، و نوع بارندگي، نفوذپذيري و ميزان رطوبت خاك، درجـه حـرارت محـيط و وضعيت استفاده از اراضي و پوشش گياهي بستگي دارد. مقدار نفوذ از بارندگي را مـي‌تـوان از تفاضـل جـريان سطحي و تبخير واقعي از ميزان بارندگي با مقايسه كمبود رطوبت خاك[1] برآورد نمـود. در صورتي كه اطلاعات اندازه‌گيري نفوذ توسط ليسيمتر در دسترس باشد مي‌توان با دقت بيشتري نفوذ از بارندگي را به دست مي‌آورد.

۳-۸-۳ نفوذ آبياري (Q_I)

نفـوذ از آب آبـياري در انهار و مزارع به سطح زيركشت، نوع گياه، مدول آبياري، روش آبياري و جنس خاك بـستگي دارد از جمله روشهاي محاسبه آن تفاضل بين آب مصرفي آبياري و ميزان آب مورد نياز براي تبخير و تعرق سطح زمين و گياه است.
با اطلاعات به دست آمده از ليسيمتر و اندازه‌گيريهاي مصرف مفيد در مزارع نمونه مي‌توان نفوذ آب آبياري را با دقت بيشتري محاسبه نمود.

۳-۸-٤ تبادل آبي بين رودخانه‌ها و سفره آب زيرزميني (Q_R و Q_d)

1- Soil moisture deficiency

رودخانـه مـي‌تـواند تغذيـه‌كننده (Q_R) و يا زهكش سفره آب زيرزميني (Q_d) باشد در صورتي كه سطح آب زيرزميني از سطح آب رودخانه پايين‌تر باشد رودخانه تغذيه‌كننده سفره آب و برعكس در حالتي كه سطح آب زيرزمينـي از سطح آب رودخانه بالاتر باشد رودخانه زهكش سفره خواهد بود. ممكن است در طول مسير يك رودخانه هر دو حالت فوق در مقاطع مختلف وجود داشته باشد. ساده‌ترين راه براي محاسبه ميزان آب نفوذيافته يـا زهكشي شده، اندازه‌گيري همزمان دبي رودخانه در دو يا چند نقطه به فاصله معين در مسير رودخانه و در زمانها و فصول مختلف مي‌باشد.

نفـوذ آب از رودخانه‌ها به عواملي نظير رژيم جريان، كميت آن و غلظت مواد معلق در آب و نفوذپذيري بستر بـستگي دارد. در مـسيلها و رودخانـه‌هـاي فـصلي مقدار نفوذ يا تخمين حجم آب جاري شده و تعيين سطح محيط‌تر شده با در نظر گرفتن ضريب نفوذپذيري بستر برآورد مي‌گردد.

در دشتهاي واقع در پاي كوههاي مرتفع فلات مركزي و مشرق ايران معمولاً به علت وجود مخروط افكنه‌هاي وسـيع بـا نفـوذپذيـري خوب، سيلابها از مهمترين عوامل تغذيه سفره آب زيرزميني مي‌باشند. بويژه زماني كه سيلاب در مخروط افكنه پخش گردد و يا به كمك ايجاد بند سار يا آب بند يا اجراي روشهاي تغذيه مصنوعي امكان نفوذ اين سيلابها افزايش داده شود.

۳-۸-۵ نفوذ پسآبهاي شرب و صنعت (Q_{sw})

در شـهرهايي كـه دفـع فاضلاب شهري از طريق چاههاي جذبي است ميزان نفوذ زياد بوده و بنا به بررسيهاي انجـام شـده مقدار آن تا حدود ۸۰ درصد آب مصرفي تخمين زده شده و برآورد آن به كمك نمونه‌گيري نوع مـصارف در جوامـع شهري و روستايي امكان‌پذير است. در مورد صنايع، مقدار نفوذ پسابها به نحوه مصرف و شيوه دفع فاضلاب‌ها بستگي دارد.

۳-۸-٦ مقدار برداشت از سفره آب زيرزميني (Q_{Ex})

برداشـت بـه وسيله چاه، قنات و جريان آب چشمه‌ها مهمترين عامل تخليه از منابع آب زيرزميني مي‌باشد. اين عامل قابل اندازه‌گيري بوده لذا بايستي آمار برداري و كنترل ميزان آبدهي و تخليه هر يك از منابع آبي با دقت زياد صورت گيرد و آمار آنها براي تهيه بيلان بهنگام شده باشد.

۳-۸-۷ تبخير وتعرق از سفره آب زيرزميني (Q_{Et})

تبخيـر و تعرق از سطح سفره زيرزميني در درجه اول به عمق سطح آب و نوع و بافت خاك و سپس به عوامل ديگـر مؤثـر در تبخيـر و تعـرق نظيـر درجـه حرارت محيط، شدت باد، رطوبت نسبي هوا، پوشش گياهي و بـالاخص غلظت املاح آب بستگي دارد و براي محاسبه آن از روشهاي تجربي مختلف استفاده از منحني وايت كـه بـر اسـاس رابطـه بين تبخير از طشتك و تبخير از سطح آب زيرزميني تهيه شده استفاده مي‌شود. البته در مواردي از اندازه‌گيري ليسيمتري نيز مي‌توان استفاده نمود.

۳-۸-۸ تغییرات حجم ذخیره مخزن (ΔV)

این پارامتر تفاوت بین مجموع تغذیه و تخلیه از سفره آب زیرزميني است و طبق معادلة زیر محاسبه شده

$$\sum \Delta V = \sum \Delta h.A.S$$

Δh تغییـرات عمـق متوسـط سطح آب زیرزميني در منطقه مورد مطالعه است که از ئیدروگراف واحد تغییرات سـطح آب کـه منتج از ئیدروگراف چاههاي مشاهدهاي است به دست ميآید و ميتواند مثبت (بالاآمدن سطح آب) یا منفي (افت سطح آب) باشد .

A= مـساحت مـنطقه مـورد مطالعـه که معمولاً با اندازهگیري سطح محدوده بیلان از روي نقشههاي مربوط به دست ميآید.

S= ضـریب ذخیـره متوسـط سـفره آب زیرزمینـي است که مقدار آن از طرق مختلف از جمله آزمایش پمپاژ چاههـا، گرانولومتـري نمـونههـاي حفـاري خاکهـا آزمایـشهاي نفـوذپذیري نمونهها در آزمایشگاههاي قابل اندازهگیري ميباشد.

مقدار ضریب ذخیره در سفرهاي آزاد معادل تخلخل مفید بوده در حالي که در سفرههاي تحت فشار مقدار آن به مراتب کوچکتر و به ضریب تراکم آب، دانهبندي خاك و ضخامت لایه تحت فشار مربوط است.

فهرست منابع و مآخذ

1. A. A. SOKOLOV and T. G chapman, methods for water balance computation UNESCO , 1974
2. Guid to HydroLogical, Practices W. M. O. n. 168 ,1981.
3.Water use statistics in the long -term planning of water Resources Development. Water Resources Series
NO. 64 United Nations

٤. گزارشات و نشريات طرح جامع كشور، مهندسين مشاور جاماب – سال ١٣٦٨

٥. استاندارد كيفيت آب آشاميدني شمارة ٣- ١١٦ طرح تهيه استانداردهاي مهندسي آب كشور

٦. فاضـلاب صنعتي تأليف (**Nelson Leonard Nemerou**) ترجمة محمود اسدي، مركز نشر دانشگاهي تهران سال ١٣٦٩

٧. عمـران اراضـي، جلد اول اصول محاسبات زهكشي تأليف دكتر محمد رضا محسنيان، كميته ملي آبياري و زهكشي ايران، سال ١٣٥٠

٨. روابط آب وخاك اصول مهندسي آبياري جلد اول، تأليف محمد بايبوردي –سال ١٣٥٣

٩. كيفيت آب در آبياري تأليف شينبرگ، ترجمه و تدوين امين عليزاده

١٠. آمار نامه كشاورزي مربوط به سال زراعي ١٣٦٨-١٣٦٧

١١. بـرنامه جامـع شـيلات و آبزيان (شيلات جنوب) تكثير و پرورش ماهي در آبهاي داخلي، نشريه مهندسين مشاور يكم تيرماه ١٣٦٣.