

استانداردهای کیفیت آب

1-1 کلیات

آب عامل حمل و نقل موادی است که نقش حیاتی در بدن دارند. حدود 65-75 درصد از وزن بدن را آب تشکیل می‌دهد. اگرچه هر شخصی فقط به 2-1/5 لیتر آب در روز نیاز دارد. همچنان که جمعیت جهان به رشد سریع خود ادامه می‌دهد، آب قابل شرب و تمیز، بیش از پیش کمیاب می‌شود. گرچه تقریباً 71% از سطح زمین از آب پوشیده شده است، اما بیشتر آن را آب‌های شور اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند. مقدار آب شیرین موجود برای نوشیدن، شست‌وشو، کشاورزی و مصارف مشابه در این سیاره بسیار کم است و تنها کمتر از 1% از کل آب‌های این سیاره را آب شیرین قابل دسترس تشکیل می‌دهد.

علیرغم اینکه فقط درصد کمی از آب شیرین برای استفاده قابل دسترس است، برآوردها نشان می‌دهد که این مقدار آب برای بقای 40-20 میلیارد نفر در سیاره کافی باشد. رشد روز افزون جمعیت، مصارف گوناگون آب را افزایش داده است. این امر نه تنها کمیت منابع در دسترس را کاهش داده، بلکه به دلیل توسعه شهرنشینی و فعالیتهای صنعتی و کشاورزی، تغییر و تنزل کیفیت آب‌ها را نیز به دنبال داشته است. بنابراین بسیاری از کشورها با مشکل کمبود آب و یا آلودگی منابع آب مواجه شده‌اند و سالهاست در زمینه برنامه ریزی صحیح در مدیریت منابع آب سرمایه گذاری می‌نمایند. از آنجا که ایران از نظر اقلیمی و جغرافیایی در منطقه ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته، منابع آب با محدودیت کلی روبرو می‌باشند. از این رو یک برنامه ریزی منطقی در مدیریت توسعه منابع آب ایران اهمیت ویژه ای دارد. نظارت بر دفع صحیح فاضلاب‌های شهری و صنعتی به محیط و آب‌های پذیرنده، به منظور کنترل و حفاظت کیفیت آبهای سطحی و زیرزمینی، از اصول اساسی محسوب می‌گردد.

امروزه در بسیاری از نقاط جهان منابع آب خوب و قابل شرب رو به نقصان می‌باشد و بسیاری از منابع آب که برای شرب در دسترس قرار دارند، به علت ورود آلاینده‌های مختلف کیفیتی مطلوب خود را از دست می‌دهند. در منابع علمی یکی از راه‌های اساسی ورود عناصر به چرخه زیستی و تاثیر فیزیولوژیکی آنها را بر بدن، مصرف آب آشامیدنی ناسالم می‌دانند. نکته مهم این است که اگر چه اغلب این آب‌ها کیفیت ممتاز خود را از دست داده‌اند ولی هنوز قابل استفاده هستند. بنابراین ارزیابی صحیح آب بر اساس استانداردهای معتبر و نیز اطلاع از روشهای لازم جهت تولید حداکثر آب شرب قابل استفاده از اهمیت خاصی برخوردار است.

1-4 آب‌های سطحی

آب سطحی به آب شیرینی اطلاق می‌گردد که روی سطح زمین باقی می‌ماند و در داخل خاک نفوذ نمی‌کند. رودخانه‌ها، جویبارها، دریاچه‌ها، و مخازن آب، همه در زمره آب‌های سطحی محسوب می‌شوند. آب سطحی با بارندگی تغذیه می‌گردد و منبع عمده آب شیرین برای مصرف انسان به شمار می‌رود.

آبی که در سطح زمین یافت می‌شود، مواد محلول زیادی را به همراه خود دارد. منبع عمده این مواد، هوادیدگی است. هوادیدگی زمانی اتفاق می‌افتد که آب روی سطح زمین جریان پیدا می‌کند و مواد معدنی را که در آن وجود دارد در خود حل می‌نماید و سپس یون‌های محلول را به اقیانوس‌ها حمل می‌کند که در این مکان، یون‌ها در نهایت تبدیل به رسوب می‌شوند. سهم انسان‌ها در انتقال مواد محلول در آب در اثر عواملی چون معدن کاوی، فعالیت‌های صنایع و تخلیه فاضلابهای شهری و کارخانجات می‌باشد.

1-5 آب های زیرزمینی

به کلیه آب هایی که به طور طبیعی در زیر سطح زمین وجود دارند، آب زیرسطحی گفته می شود. اما همه آن ها تبدیل به آب زیرزمینی نمی شود. اساساً این آب ممکن است به سه حالت درآید. اول، در اثر نیروی مویینگی به سطح زمین کشانده شده و از آنجا به صورت بخار به جو باز می گردد. دوم، توسط ریشه گیاهان جذب شده و بوسیله عمل تعرق به اتمسفر برگردد. سوم، آب نفوذ کرده در اثر نیروی ثقل به طرف پایین کشیده می شود و به آب های زیرزمینی تبدیل می گردد.

آب آشامیدنی بیش از 90 درصد شهرها در سراسر جهان از منابع آب زیرزمینی تامین می شود و در حدود 40 درصد نیاز بخش کشاورزی به آب نیز از این منابع برطرف می شود، بنابراین کیفیت آب زیرزمینی موضوعی قابل تامل است.

برای درک بهتر چگونگی تشکیل آب زیرزمینی، نخست باید کمی به خود زمین توجه کنیم. سطح زمین را سازندهای مختلف اشغال نموده اند. در بعضی نقاط، سازندها توسط یک لایه خاک پوشیده شده اند ولی در بسیاری از نقاط سازندهای بی پوشش را به خوبی می توان دید. اگر به سازندهای مختلف دقیقاً توجه شود، مشخص می شود که همه سازندهای تشکیل دهنده پوسته جامد زمین دارای مقداری فضاهای خالی هستند. این فضاهای خالی در ابعاد و شکل های مختلف ظاهر می شود می شوند. بعضی از آنها مانند فضاهایی که در سازندهای آهکی موجودند، آنقدر کوچکند که با چشم غیرمسلح دیده نمی شوند. ولی در بعضی از سازندها مثل سازندهای آهکی کارستی شده همین فضاهای خالی بعضی اوقات طول و عرضشان به چندین متر می رسد. آب در زیرزمین در میان همین فضاهای خالی جای می گیرد. آب زیرزمینی آبی است که در داخل خاک نفوذ کرده و در لایه های متخلخل زیرزمینی محبوس شده است. فرآیند نفوذ آب در خاک باعث تصفیه آب می شود و به همین دلیل است که آب های زیرزمینی به عنوان منابع آب شیرین برای انسان به شمار می روند. بالا بودن مقدار مواد معدنی محلول و هزینه پمپاژ از عیوب مصرف آب های زیرزمینی است. در سال های اخیر بیشتر تحقیقات در کشورهای صنعتی از مسئله تامین آب زیرزمینی به مسئله ی کیفیت آب زیرزمینی تغییر یافته است.

1-6 محاسن آب زیرزمینی در برابر آب سطحی

آب زیرزمینی چون در زیر سطح زمین قرار دارد از بسیاری از آلودگی ها مصون و محفوظ است و برای شرب در صورتی که املاح آن زیاد نباشد بسیار مطلوب و مناسب است.

یک منبع آب سطحی طبق معمول باید در یک زمان و مکان مشخصی جمع آوری و مهار شود و برای اینکه به ظرفیت کامل برسد حتی ممکن است به چندین سال وقت نیاز داشته باشد. در حالی که آب زیرزمینی اغلب می تواند در هر نقطه و در هر زمان که به آن نیاز باشد با حفر چاه استحصال گردد و توسعه آن سریعتر از آنچه که انتظار می رود انجام شده و امکان بهره برداری از آن با هزینه ای که برای ساختن یک مخزن جمع آوری آب سطحی نیاز است، همراه نیست.

مخازن آب سطحی مقداری زیادی از زمین ها را که ممکن است زمین های زراعی نیز باشند به صورت غرقاب در می آورند. به علاوه در مواقع گرم سال مقادیر زیادی از آب خود را در اثر تبخیر از دست می دهند. در حالی که آب زیرزمینی محل تجمعش در زیر زمین بوده و در صورت عمیق بودن به هیچ وجه از دمای هوا متأثر نمی شود. با وجود همه ی این محاسن، آب زیرزمینی دارای یک عیب بزرگ می باشد و آن این است که به طور یکنواخت و همسان در همه نقاط پوسته جامد زمین توزیع نشده است. مناطق وسیعی در روی کره زمین وجود دارند که آب زیرزمینی از آنچنان کمیتی بهره مند نیست که حفر چاه در آن دارای توجیه اقتصادی باشد.

البته شایان ذکر است که آب های زیرزمینی به نسبت آب های سطحی شامل مقدار بیشتری از املاح می باشند که بعضاً مقدار این املاح اگر از میزان استاندارد بالاتر رود، تهدیدی برای سلامت مصرف کنندگان خواهد بود.

1-7 وضعیت منابع آب در ایران

به دلیل واقع شدن کشورمان در منطقه خشک، کمبود نزولات آسمانی و عدم وجود رودخانه های پرآب و دائمی در اغلب نقاط مملکت و محدود بودن منابع آب های سطحی، اتکا به منابع آب های زیرزمینی از گذشته دور وجود داشته است. استفاده از

قنوت متعدد موجود و آثار و بقایای قنوت قدیمی در قسمت اعظم مملکت نشانه این وابستگی می باشد. در ایران تاکنون حدود 3457 رودخانه بزرگ و کوچک شناسایی شده است. رودهای بزرگ و مهم ایران از نظر تعداد، بیشتر در شمال و شمال غرب ایران جاری اند. خوشبختانه علیرغم نزولات کم جوی در سطح کشور، از آنجایی که بخش اعظم ریزش های جوی نقاط کم باران طی ماه های آخر پاییز تا اوایل بهار اتفاق می افتد، قسمت قابل توجهی از نزولات فرصت نفوذ به خاک و پیوستن به منابع آب زیرزمینی را پیدا می کنند. از طرفی، منابع آب های زیرزمینی این ویژگی را دارند که در صورت وقوع دوره های خشکسالی، متناسب با حجم مخزن تا مدتی طولانی پاسخگوی نیازهای مصرف باشند، در حالی که منابع آب های سطحی در مقابل چنین شرایطی آسیب پذیر بوده و چه بسا که رودخانه های دائمی نیز خشک شوند.

باید توجه داشت که با تخلیه آب از آبخوان های زیرزمینی فضاهای بین دانه ای آبرفت از آب تهی شده، بر اثر فقدان فشار آب بین دانه ای و تحمل وزن طبقات خاک و سنگ فوقانی دانه ها به هم نزدیک تر و فضاهای خالی بین این دانه ها کمتر شده و یا از بین می رود. نشست زمین نیز پدیده ای است که در چنین مواقعی در آبخوان های تخلیه شده از آب اتفاق می افتد. لذا قابلیت ذخیره مجدد آب کاهش یافته و جبران مافات نیز مقدور نخواهد بود.

در ایران سالانه حدود 50 میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی استحصال و مورد استفاده های گوناگون واقع می شود. در بین حوزه های ششگانه، حوزه مرکزی کشور بیشترین تعداد منابع آبی را دارا بوده و بالاترین تخلیه سالانه را به خود اختصاص داده است، در حالی که کمترین تعداد تخلیه سالانه متعلق به حوزه های شرقی کشور است. اکنون تمامی حوزه های آبریز ششگانه کشور با کسری مخزن آب زیرزمینی مواجه اند. حجم کسری مخزن به حدود 6 میلیارد متر مکعب رسیده است.

1-8-1 آلودگی آب ها

1-8-1-1 تعریف آلودگی آب

در یک تعریف آلودگی آب عبارت است از: تغییرات مواد محلول، معلق و یا تغییر درجه حرارت و دیگر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب در حدی که آن را برای مصارف مورد نظر مضر یا غیرقابل استفاده سازد. آب شرب برای گوارا بودن لازم است از برخی ترکیبات برخوردار باشد. اگر میزان هر کدام از ترکیبات مذکور از حد مجاز تعیین شده توسط استانداردهای قابل قبول جهانی تجاوز نماید، یک نوع آلودگی خواهد بود.

1-8-2 آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی

زندگی مصرفی امروزی باعث شده که منابع آبی هر روزه با مواد شیمیایی جدیدی آلوده شوند. آلودگی آب زمانی اتفاق می افتد که پسماندهای مایعی که مستقیماً وارد زمین شده یا آنهایی که از پسماندهای جامد شسته شده اند، از محل استقرار خود حرکت نمایند. در چنین شرایطی، مقدار آلودگی وابسته به قابلیت تحرک مواد، میزان دسترسی آنها به سیستم آب زیرزمینی، ویژگیهای سفره آب ها و آب و هوای منطقه می باشد. در خاکهای نفوذپذیر حرکت آلوده سازها نسبتاً سریع است. البته بسته به سرعت حرکت آب زیرزمینی و مسافت طی شده، ممکن است همه یا بخشی از آلودگی بیولوژیکی از بین برد. در صورتی که آلودگی شیمیایی ممکن است تا مسافتهای دور حمل شود.

افزایش روزافزون جمعیت و بالارفتن استانداردهای زندگی در بسیاری از کشورها موجب نیاز روز افزون به آبهای زیرزمینی برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعتی و خانگی شده است. آبهای زیرزمینی به عنوان یکی از مهمترین منابع تامین کننده آب، با چالش های متفاوتی از جمله آلاینده های طبیعی و غیر طبیعی روبرو است. آبهای زیرزمینی به دلیل استعداد آلودگی کمتر و همچنین ظرفیت ذخیره زیاد نسبت به آبهای سطحی به عنوان یک منبع مهم در منابع آب مورد توجه می باشد.

چهار ماده آلاینده مهم در آب های زیرزمینی عبارتند از کلرورها، نترات ها، هیدروکربن ها و فلزات سنگین. به طور کلی کیفیت آب زیرزمینی به دو عامل بستگی دارد: منشأ آب زیرزمینی (آب رودخانه یا آب بارندگی) و واکنش های شیمیایی بین آب و محیطی که آب در آن جریان دارد.

امکان آلودگی آب های زیرزمینی نزدیک به سطح زمین وجود دارد از این رو برای اطمینان از پاکی آب مصرفی از آب های زیرزمینی عمیق استفاده می شود. مقدار آب یک لایه آبدسته بستگی به اندازه و تخلخل آن دارد. اگر لایه آبدسته شنی است معمولاً آب عاری از میکروب و ویروس است زیرا که آب ضمن عبور از لایه شنی زمین به طرز مؤثری صاف می شود در صورتی که چنین تصفیه ای در زمین های آهکی متخلخل صورت نمی گیرد. برداشت بیش از اندازه آب های زیرزمینی مناطق ساحلی باعث پیشروی آب شور به مخازن آبهای شیرین زیرزمینی شده و کیفیت آنها را تغییر می دهد. همچنین دانه بندی، جنس زمین و عمق سطح ایستابی از عوامل مؤثر در شدت و ضعف آلودگی است.

با عبور آب از سیکل هیدرولوژیک (چرخه آب در طبیعت)، کیفیت آن در واکنش به محیط هایی که از آنها عبور می کند عوض می شود. این تغییرات ممکن است به خاطر انسان بوده یا طبیعی باشد. بعضی مواقع می توان آن ها را کنترل کرد و گاهی اوقات غیرقابل کنترل اند، اما اغلب تشخیص منشأ مسایل کیفی آب ها مشکل است. اگرچه در مورد آب های سطحی، طریقه ی دفع پسماندها می تواند بر کیفیت آن ها بطور مستقیم تاثیر بگذارد اما مسائل کیفی آب های زیرزمینی دارای ثبات بیشتری هستند.

در کنار آلودگی های مرسوم زیست محیطی، نوع دیگری از آلودگی تعریف شده که در اصطلاح به آنها آلودگی حاصل از افزایش میزان عناصر کیفی اتلاق می شود و معمولاً توسط سازمان های متولی امور آب و خاک و سازمان های بهداشتی - زیست محیطی مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد.

حتی اگر از عوارض ناشی از ورود عناصر سمی، سنگین، رادیو اکتیو و ... به بدن صرف نظر کنیم متوجه خواهیم شد سایر عناصری که در علم پزشکی از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند چگونه می توانند با افزایش یا کاهش ناچیز خود به صورت محلول مشکلاتی را برای بدن انسان با تغییر در سیستم جذب سایر عناصر بوجود آورند.

یکی از عوامل محدود کننده آلودگی آنتروپوژنیک و ژئوژنیک منابع آبی است که ارتباط مستقیم با سلامت عمومی جامعه دارد. آلودگی طبیعی آب های زیرزمینی معمولاً ناشی از جنس زمین و وجود رگه های معدنی در آن است. توسعه صنایع و کشاورزی نیز از عوامل دیگر آلودگی آب های زیرزمینی هستند.

این حقیقت که آلاینده های شیمیایی معمولاً باعث اثرات سمی و حاد نمی شوند، آنها را از نظر تقدم در مرتبه پائین تری نسبت به آلاینده های میکروبی، که اثرات آن حاد و گسترده تر است، قرار خواهد داد. در حقیقت می توان ابراز داشت که استانداردهای شیمیایی آب آشامیدنی در منبع آبی که در معرض آلودگی میکروبی شدید است در درجه دوم اهمیت میباشند.

1-8-3 عناصر ایجاد کننده سختی و فلوئور در منابع آب و آلودگی ناشی از آن ها

به طور طبیعی مواد محلول زیادی در آب پیدا می شوند. برخی از این مواد نه تنها زیان آور نیستند، بلکه بعضی از آنها نظیر کلسیم، منیزیم، آهن و ید از مواد مغذی ضروری هستند و آب قابل شرب می تواند منبع خوبی از این مواد باشد. مواد معدنی دیگر نیز مانند آهن، منگنز و سولفات سمی نیستند، اما نمی توانند طعم و مزه خوبی به آب بدهند. مقدار زیادی سدیم در ترکیب با کلراید، مزه شوری با آب می دهد. کلسیم و منیزیم در هنگام واکنش با کربنات، بی کربنات، سولفات و صابون به صورت رسوب در می آیند و باعث اختلال در بعضی از مصارف آب می شود. از مواد معدنی طبیعی که غالباً در ذخایر آب ها یافت می شوند می توان به فلوراید، نیترات و سدیم اشاره کرد که شاید مهم ترین آلاینده هایی هستند که تأثیرات منفی در سلامت انسان به جا می گذارند.

از بین املاح مولد سختی، کلروهای کلسیم و منیزیم خاصیت خورندگی شدیدی دارند و سولفات های کلسیم و منیزیم باعث تشکیل رسوب های سختی در جدار تأسیسات مولد نیرو می گردد اما کربنات ها و بی کربنات های سدیم و پتاسیم نه خورنده اند و نه ایجاد رسوب می کنند ولی ممکن است در اثر بعضی عوامل خود را که خاصیت اسیدی دارد از دست بدهند. در این حال CO_2 در مجاورت آب با تشکیل اسید کربنیک جدار دیگ ها و لوله ها را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

میزان سختی کل منابع آب ناشی از عناصر ایجاد کننده سختی و همچنین میزان فلئور منابع آب از مهم ترین عناصر تاثیر گذار بر روی سلامتی انسان هستند.

آب سخت به طور طبیعی در مناطق دارای سنگ های کربناته به خصوص آهک دارای نمود بیشتری است و بیشتر به وضع زمین شناسی محلی که آب با آن تماس دارد مربوط بوده و همچنین به طور کلی آب های زیرزمینی سختی بالاتری را نسبت به آب های سطحی دارا می باشند. مهم ترین منابع فلئور آب آشامیدنی نیز منابع معدنی طبیعی است.

از دیدگاه سلامتی سختی را می توان بر اساس دو ویژگی مهم که عبارت از نقش مخرب عناصر ایجاد کننده سختی و رابطه معکوس آن در رخداد پاره ای از بیماری ها از قبیل بیماری های قلبی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. همچنین رابطه مستقیمی بین سختی آب و بروز اگزما، اختلالات استخوانی و مفصلی وجود دارد. شاید بتوان یکی از دلایل ایجاد بیماری های مذکور را به کمبود فلئور بدن در اثر افزایش میزان عناصر سختی زای آب دانست.

فلوراید به صورت آزاد در طبیعت یافت نمی شود. سنگ های معدنی طبیعی حاوی فلوراید فلئوروآپاتیت، کریولیت، آپاتیت و فلئوروسپار هستند. چاه هایی که در مجاورت معادن آپاتیت قرار دارند ممکن است تا بیش از 10 میلی گرم در لیتر فلئور داشته باشند اما در بیشتر منابع آب زیرزمینی کمتر از 1 میلی گرم در لیتر است. درجه حرارت فاکتوری تعیین کننده در غلظت فلئور در منابع آب است.

میزان زیاد فلوراید در آب چاه هایی پیدا می شود که شامل میزان زیادی سدیم و قلیائیت بی کربناتی باشند و میزان کمی سختی کلسمی داشته باشد. همچنین در آب های نرم و سبکی که pH بالایی داشته باشند و حاوی مقدار زیادی سیلیکات باشند.

نقش فلئور در سلامت دندانها و استخوانها به اثبات رسیده است. این عنصر در شرایط اسیدی از حلالیت مینای دندان می کاهد. بیماری پوسیدگی دندان ها¹ از عوارض کمبود این عنصر است. از طرفی افزایش دریافت فلئور منجر به بروز بیماری فلئوروزیس دندان، استخوانی² و بیماری های کلیوی می گردد. علیرغم برخی نظرات، که فلئور را سرطانزا می دانند، اما در هیچ یک از منابع معتبر مانند سازمان بهداشت جهانی و (EPA) به سرطانزایی فلئور اشاره نشده است و بر فلئوریداسیون آب تأکید دارند.

گرچه اکثر نتایجی که کمبود فلئور را گزارش می کنند به عنوان راهکار فلئورزنی را پیشنهاد می کنند ولی برخی تحقیقات نشان می دهد در ایران اصلاً فلئورزنی صورت نمی گیرد. اثر فلوراید در پیشگیری از بیماری های دهان و دندان همانند نقش ویتامین های C، D و سایر عوامل تغذیه ای در سلامت دهان و دندان به اثبات رسیده است. برای کاهش سختی می توان از روش های متعدد سختی زدایی استفاده کرد. برای افزایش فلئور نیز فلوریداسیون انجام می شود و برای کاهش آن از روش های فلئورزدایی استفاده می شود.

9-1 کیفیت آب

9-1-1 ویژگی های آب آشامیدنی

آب مصرفی برای شرب، علاوه بر کافی بودن باید از نظر بهداشتی نیز مناسب باشد. میزان متوسط مصرف آب برای آشامیدن هر فرد 2-1 لیتر در روز است که باید مطبوع و عاری از هر گونه آلودگی باشد. عوامل مشخص کننده ی آب ترکیبات شیمیایی و اختصاصات باکتریولوژیک آن می باشد. بطور کلی آب را در صورتی قابل آشامیدن گویند که صاف و زلال و دارای شرایط زیر باشد: (1) آلوده به عوامل بیماری زا و مزاحم نباشد. (2) عاری از مواد مسموم کننده باشد. (3) مواد معدنی و آلی آن برای مصرف کننده زیان آور نباشد.

¹ Dental Carries

² Crippling fluorosis, Osteosclerosis Asymptomatic

1-9-2 استانداردها و طبقه بندی های بین المللی آب شرب

گرچه آب به عنوان مایه حیات شناخته شده است ولی همین ماده در شرایط بخصوصی موجب ناراحتی و مرگ و میر بشر و سایر موجودات می گردد. شرایط مورد نظر را هم خود انسان بطور آگاهانه و یا ناآگاهانه فراهم می سازد. با افزایش جمعیت و پیشرفت صنایع در ممالک مختلف منابع آبی بیش از پیش در معرض آلودگی های مختلف قرار می گیرد. به طوری که بسیاری از کشورها اجباراً برای آب شرب خود معیارها و استانداردهایی قائل شده اند که حدود این معیارها بنا بر شرایط خاص و میزان صنعتی بودن متفاوت است.

قانون آب آشامیدنی سالم در سال 1974 در ایالت متحده تصویب شد و اهدافش حفظ و حراست از ذخایر عمومی آب شرب بود. این قانون در سال 1986 اصلاح و به قانون خدمات بهداشت عمومی تغییر نام یافت. این قانون مسئولان سازمان حفاظت محیط زیست را موظف می کند تا با گزارش حداکثر مقدار مواد آلاینده، ضوابط ملی برای آب قابل شرب را برای هر آلاینده که ممکن است اثرات مخربی بر سلامت افراد جامعه ایجاد کند، منتشر نماید. سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) اهدافی را، هم برای آلاینده های اولیه و هم برای آلاینده های ثانویه، از نظر حداکثر میزان آلاینده (MCL) در نظر گرفته است. آلاینده های اولیه موادی هستند که ممکن است خطرات بهداشتی مهمی در آب آشامیدنی ایجاد کنند، آلاینده های ثانویه به آلاینده هایی اطلاق می شود که بیشتر در کیفیت ظاهری آب آشامیدنی تأثیر می گذارند، نظیر شفافیت، مزه و بو.

سازمان جهانی بهداشت با توجه به لزوم وجود معیارهای کیفی برای آب شرب در سراسر جهان عده ای از متخصصین بهداشت و مهندسين بهسازی را گردهم آورد و معیارهای مختلف کشورها را در اختیار آنها قرار داد تا با تعدیل های لازم استاندارد های بین المللی آب مشروب را به نحوی تهیه نمایند که برای همه کشورها قابل قبول باشد. سازمان جهانی بهداشت، اولین رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی را در سالهای 1984 تا 1985 منتشر نمود. و در سال 1988 کار تجدیدنظر رهنمودها آغاز شد تا اینکه در سال 1993 ویرایش دوم به چاپ رسید. در سال 2006 نیز آخرین نسخه از تجدیدنظرهای انجام شده منتشر گردید.

سازمان بهداشت جهانی حداکثر مقدار سختی کل را 500 میلی گرم در لیتر (برحسب کربنات کلسیم) و مقدار فلوئور را 1/5 میلی گرم در لیتر توصیه نموده است (جدول 1-1). در کشور ما استانداردهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی نخستین بار در سال 1345 تهیه گردید و پس از چهار بار تجدیدنظر در یکصد و نود و پنجمین جلسه کمیته ملی استاندارد به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشر گردید.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران حداکثر مقدار مطلوب برای سختی کل را 150 میلی گرم در لیتر (برحسب کربنات کلسیم) و حداکثر مقدار مجاز را 500 میلی گرم در لیتر (برحسب کربنات کلسیم) را مشخص نموده است. استاندارد های تعیین شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در جدول 1-3 آمده است.

وزارت نیرو حداکثر مقدار مطلوب برای سختی کل را 100 میلی گرم در لیتر (برحسب کربنات کلسیم) و حداکثر مقدار مجاز را 500 میلی گرم در لیتر (برحسب کربنات کلسیم) تعیین نموده است. طبقه بندی سختی آب توسط EPA در جدول 1-6 درج شده است.

استاندارد های مشخص شده برای آب آشامیدنی توسط وزارت نیرو در جدول 1-4 آمده است.

برای بهتر مشخص شدن اصطلاحات حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز تعریف این اصطلاحات در زیر آمده است:

حداکثر مطلوب عبارت است از حداکثر غلظت مواد که برای آب شرب مناسب تشخیص داده شده است. اگر آب شربی حاوی مواد با غلظت بالاتر از حداکثر مطلوب باشد از نظر کیفیت در حد پایین تری قرار دارد ولی هنوز قابل شرب است.

حداکثر مجاز عبارت است از حدی که اگر غلظت مواد موجود در آب از آن حد بیشتر گردد آب مزبور برای آشامیدن مناسب نبوده و مصرف آن در درازمدت اثرات زیان بخشی بر سلامت مصرف کننده خواهد گذاشت.

همچنین یکی از مهم ترین طبقه بندی هایی که برای کیفیت آب شرب ارائه شده است و مورد استفاده قرار می گیرد طبقه بندی شولر می باشد که در جدول 1-5 آمده است.

جدول 1-2: حداکثر مقدار قابل قبول (حداکثر مطلوب) و حد اکثر مجاز مواد خارجی در

آب آشامیدنی بنا به پیشنهاد سازمان جهانی بهداشت [53]

نام	علامت شیمیایی	حداکثر مقدار قابل قبول (mg/L)	حداکثر مجاز (mg/L)
پس مانده تبخیر آب	TDS	500	1500
سختی کل آب برحسب کربنات کلسیم	CaCO ₃	350	500
سولفات	SO ₄	200	400
نیتрат	NO ₃	30	100 و 50
نیتريت	NO ₂	-	0/2
ترکیب های آمونیم	NH ₄	0/05	0/5
گاز آمونیاک	NH ₃	-	0/5
اسید سولفوریک	H ₂ S	0/5	0/1
فسفات	P ₂ O ₅	-	7
کلراید	Cl	200	600
گاز کلر آزاد	Cl ₂	0/3	0/5
مواد شوینده	-	0/2	0/5
گاز کربنیک خورنده	CO ₂	-	5
کلسیم	Ca	75	200
منیزیم	Mg	50	150
آهن	Fe	0/1	1
منگنز	Mn	0/5	0/5
مس	Cu	1	1/5
روی	Zn	5	15
سرب	Pb	0/1	1
فلونور	F	1/5	1/7
آرسنیک	As	-	0/5
کرم	Cr	-	0/5
فنل	ph	0/001	0/002

جدول 1-3: استاندارد های آب آشامیدنی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- مشخصات فیزیکی آب آشامیدنی

نوع ویژگی	مقدار مطلوب	مقدار مجاز
رنگ	5 واحد	15 واحد
بو	2 واحد	3 واحد
کدر بودن	5 واحد	25 واحد
pH	7-8/5	6/5-9/2

2- مشخصات شیمیایی آب آشامیدنی

ترکیب	حداکثر مقدار مطلوب (mg/L)	حداکثر مقدار مجاز (mg/L)
باقی مانده تبخیر در 180°C	500	1500
سختی کل	150	500
کلسیم	75	200
منیزیم	50	150
منگنز	0/05	0/5
آهن ¹	0/3	1
روی	5	15
مس	0/5	1/5
سولفات ²	200	400
کلرور	200	600
آمونیاک	0/002	0/05
پاک کننده ها	0/1	0/2

1- در صورت موجود بودن آهن به میزان حداکثر میلی گرم در لیتر همراه با مقادیر کم تانن ایجاد رنگی می شود که از حد استاندارد بیان شده بالاتر است که در چنین حالتی

مقادیر بالاتر از استاندارد نیز قابل قبول می باشد.

2- در صورتی که مقادیر سولفات بیش از 250 میلی گرم در لیتر باشد مقدار منیزیم نباید از 30 میلی گرم در لیتر بیشتر باشد. مقدار منیزیم حداکثر تا 150 میلی گرم در لیتر قابل قبول خواهد بود.

جدول 1-4: استانداردهای آب آشامیدنی تعیین شده توسط وزارت نیرو [53]

نام ماده	علامت اختصاری	حداکثر مطلوب (mg/L)	حداکثر مجاز (mg/L)
مواد سمی:			
آرسنیک	As	—	0/05
باریم	Ba	—	1
بر	B	—	1
کادمیوم	Cd	—	0/01
کروم (6)	Cr ⁺⁶	—	0/05
سیانور	Cn	—	0/05
سرب	Pb	—	0/1
نیتريت	NO ₂	—	0/05
ساینیم	Se	—	0/01
نقره	Ag	—	0/05
جیوه	Hg	—	0/001
ترکیبات فلی		—	0/002
سایر مواد:		—	—
کل مواد جامد محلول	TDS	500	1500*
سختی کل	CaCO ₃	100	500**
کلسیم	Ca	75	200
منیزیم	Mg	—	150
روی	Zn	5	15
مس	Cu	0/05	1/5
پتاسیم	K	10	12
آهن	Fe	0/3	1
منگنز	Mn	0/05	0/5
منیزیم + سولفات سدیم	Mg+Na ₂ SO ₄	500	1000
سولفات	SO ₄	250	400

جدول 1-4: استانداردهای آب آشامیدنی تعیین شده وزارت نیرو (ادامه)

نام ماده	علامت اختصاری	حداکثر مطلوب (mg/L)	حداکثر مجاز (mg/L)
کلرور	Cl	200	600
نیتрат	NO ₃	—	45
فسفر	P	0/1	0/2
آمونیم	NH ₄	0/05	0/5
یون اورانیل	UO ₂	1	5
شوینده های آنیونی	—	0/2	1
کلر باقی مانده	Cl ₂	0/2	0/5

* در صورتی که دسترسی به چنین آبی مقدور نباشد، می توان آبی را که TDS آن حداکثر تا 2000 میلی گرم در لیتر باشد، مصرف نمود.

** در صورتی که دسترسی به چنین آبی مقدور نباشد، می توان آبی را که سختی آن حداکثر تا 600 میلی گرم در لیتر (بر حسب CaCO₃) باشد، مصرف نمود. منیزیم نباید از 30 میلی گرم در لیتر تجاوز کند. در صورتی که غلظت یون سولفات از مقدار ذکر شده کمتر باشد، غلظت یون منیزیم می تواند تا 150 میلی گرم در لیتر افزایش پیدا کند.

جدول 1-5: طبقه بندی کیفی آب (شولر)

درجه کیفیت برای شرب انسان	سدیم (mg/L)	کلر (mg/L)	سولفات (mg/L)	سختی کل (mg/L)	کل مواد جامد محلول (mg/L)
خوب	<115	<177/5	<144	<250	<500
قابل قبول	115-230	177/5-350	144-288	250-500	500-1000
نامناسب	230-460	350-710	288-576	500-1000	1000-2000
بد	460-920	710-1420	576-1153	1000-2000	2000-4000
موقتاً قابل شرب	920-1840	1420-2840	1153-2304	2000-4000	4000-8000
غیر قابل شرب	>1840	>2840	>2304	>4000	>8000

1-9-3 خواص فیزیکی و شیمیایی آب

در بررسی خواص فیزیکی آب معمولاً پارامترهایی مانند درجه حرارت، رنگ، بو و مزه را در نظر می گیرند. خواص شیمیایی آب عمدتاً شامل pH، قابلیت هدایت الکتریکی، باقیمانده خشک، سختی آب، قلیائیت، بی کربنات ها، کلراید، سولفات ها، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، نیترات، فلوئور و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و شیمیایی است.

الف - دمای آب

دمای آب آشامیدنی باید بین 8 تا 15 درجه سانتی گراد باشد تا عامل رفع تشنگی باشد. اگر دمای آب بین 20 تا 25 درجه باشد، نامطبوع بوده و رفع عطش هم نمی کند. اصولاً دمای آب ها متفاوت است. دمای آبخوان های آب زیرزمینی عمیق با حرارت زمینی که مخزن را تشکیل داده است یکی می باشد که این حرارت معمولاً ثابت است. حرارت آب هایی که تا عمق 10 متری زمین هستند بستگی به حرارت جو داشته و تغییرات حرارت جو در آنها موثر می باشد. بنابراین دمای آب های زیرزمینی برای شناسایی منشأ آنها کمک موثری می باشد.

تغییرات آبی در حرارت یک مخزن آبی که دمای ثابتی دارد (مثل آب های زیرزمینی) علامت آلوده و مخلوط شدن آن به آب های سطحی می باشد.

ب- کلسیم (Ca^{2+})

کلسیم در غالب آب های طبیعی یافت می شود و میزان آن بستگی به گونه سنگی دارد که از آن گذر می نماید. کلسیم معمولاً به صورت کربنات - بی کربنات و سولفات ظاهر می شود. گرچه در آب های شور، کلرور و نیترات کلسیم را نیز می توان پیدا کرد. کلسیم همراه با بی کربنات، سختی موقت آب را باعث می شود. سولفات ها، کلرورها و نیترات ها تشکیل سختی دائم یا سختی غیر کربناتی را می دهند. کلسیم یکی از عناصر اصلی غذای انسان را تشکیل می دهد. سازمان بهداشت جهانی حداکثر غلظت کلسیم را 200 میلی گرم در لیتر بر حسب Ca^{2+} (500 میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم) پیشنهاد می نماید که مازاد بر این به صورت رسوب می تواند باعث ایجاد مشکلاتی شود. در ضمن، حداکثر مقدار قابل قبول کلسیم بر حسب Ca^{2+} ، 75 میلی گرم در لیتر می باشد.

ج- منیزیم (Mg^{2+})

منیزیم یکی از عناصر معمول آب می باشد که باعث تشکیل نمک های قابل حل در آب می گردد. منیزیم در آب، هم سختی کربناتی و هم بی کربناتی را تشکیل داده و معمولاً غلظت آن در مقایسه با اجزای ترکیبی کلسیم کمتر است. غلظت زیاد منیزیم در آب های مصرفی منازل، به علت تشکیل جرم در ظروف و نیز به این خاطر که منیزیم دارای خاصیت مسهلی می باشد، بویژه اگر با مقدار زیادی سولفات همراه باشد، قابل قبول نیست. مقدار منیزیم در استاندارد جهانی باری آب شرب حدود 30 میلی گرم در لیتر ذکر شده است. مزه آب های حاوی مقدار زیاد منیزیم تلخ می باشد. نظر به اینکه بین یون منیزیم و سولفات از نظر طعم و امکان اختلال در جهاز هاضمه رابطه وجود دارد. از این رو در شرایطی که مقدار منیزیم از 30 میلی گرم در لیتر تجاوز کند مقدار سولفات نباید بیش از 250 میلی گرم در لیتر باشد

1-9-4 کیفیت آب در آبیاری

آنچه از نظر کشاورزی در رابطه با کیفیت آب مطرح می باشد، تاثیر آن بر گیاه و خاک است که سبب کاهش حاصلخیزی زمین و افزایش عناصر محدود کننده می شود که این خود کاهش میزان محصول و یا حداقل کاهش کیفیت محصول را به دنبال دارد. در امور زراعی علاوه بر کمیت آب، کیفیت آب نیز نقش مهمی داشته و کیفیت نامناسب آن می تواند یکی از عوامل مهم محدود کننده در این زمینه باشد که علاوه بر مشکلات زراعی، مشکلاتی برای خاک نیز بوجود آورده و نیاز به اندیشیدن تدابیری خاص در هر زمینه دارد. از عوامل موثر در کیفیت آب کشاورزی می توان به هدایت الکتریکی، درصد سدیم محلول، نسبت جذب سدیم، سختی کل آب و اسیدیته، کل نمک های محلول و اشاره کرد که در این بین هدایت الکتریکی و نسبت جذبی سدیم مهم تر از دیگر پارامترها می باشد. غلظت نمک های محلول در کیفیت آب های کشاورزی اثر می گذارد، زیرا تحمل گیاهان به مقدار و نوع مواد معدنی محلول در آب متفاوت است.

چنانچه املاح سدیم آب بیش از حد مجاز باشد، سبب خرابی خاک و کم شدن قابلیت نفوذ آب در زمین می شود. در صورتی که املاح کلسیم بعضی از ویژگی های خاک را بهبود می بخشد. همچنین زیادی کلرور آب باعث وقفه در رشد گیاه می گردد. املاح معدنی خاک زراعی، با املاح آب آبیاری تجمع یافته و به تدریج باعث فساد یا کندی رشد گیاهان شده یا آنها را از بین می برد. هر چه سختی زیادتر باشد زمین را نرم می کند و مانع جذب سدیم توسط گیاه می شود. به ازای مقدار معینی از کاتیون سدیم، هر چه کاتیون های کلسیم و منیزیم یعنی سختی آب زیادتر باشد، قابلیت جذب سدیم به وسیله خاک و در نتیجه زیان آن برای گیاه کمتر است. بر عکس، هر چه میزان کلسیم و منیزیم کمتر باشد قابلیت جذب سدیم بیشتر و در نتیجه زیان آن برای گیاه بیشتر است. علت این امر تبادل یونی است که بین کاتیون های آب و خاک صورت می گیرد. به همین دلیل می گویند که آب سخت زمین را نرم و آب سبک زمین را

سفت می کند. عناصر سدیم و کلسیم و منیزیم در رابطه با S.A.R وجود دارند. واحدهای سدیم، منیزیم و کلسیم در فرمول زیر میلی اکلی والان در لیتر است.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (1-1)$$

فلوراید در خاک های قلیایی با کلسیم ترکیبات پایدار و نامحلول تشکیل می دهد که برای گیاه قابل دسترس نمی باشد. از اواسط دهه 1990 تحقیقات نشان داده که کارایی برخی علف کش ها می تواند تحت تاثیرات منفی برخی از مواد حل شده در آب مخزن سمپاش ها قرار بگیرد. عواملی مانند سختی آب، pH آب، میزان یون بی کربنات، کدورت آب و مواد آلی موجود در آن، آهن و سایر مواد می توانند بر جذب و انتقال برخی علف کش ها تاثیرات آنتاگونیستی بگذارند. آبهای سخت شامل سطوح بالایی از کلسیم، منیزیم و گاهی سدیم و آهن می باشند. یونهای نامبرده شده که همگی دارای بار مثبت هستند این توانایی را دارند که با مولکولهای بار منفی علف کش پیوند برقرار کرده و از کارایی و جذب و انتقال برخی علف کش ها به شدت جلوگیری نمایند. اگر غلظت این 4 عنصر در آب اندازه گیری شود و مجموع مقدار آنها از 400ppm تجاوز کند، باید از مخلوط کردن علف کش با آب جداً خودداری کرد. آب های سخت کارایی برخی علف کش های مهم نظیر گلیفوزیت و توفوردی (فرم آمینی این علف کش) را کاهش می دهد.

جدول 1-6: جدول استاندارد سختی آب بر اساس EPA

میزان سختی (mg/L)	کیفیت آب
0-60	نرم
60-120	نیمه سخت
120-180	سخت
بالا تر از 180	خیلی سخت