دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال دوازدهم، شماره‌ی ۴۷
پاییز ۱۴۰۰، صفحات۱۲-۱

مروری اجمالی به بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهر تبریز

احمد اصل هاشمی
گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی، تبریز، ایران
Email:aaslhashemi@yahoo.com

غلام حسین صفری
گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی، تبریز، ایران

نیلوفر خیری
گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی، تبریز، ایران

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۱ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۲۵ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۳/۲۸

چکیده

سالم بودن آب آشامیدنی از جنبه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی نقش مهمی را در بهداشت و سلامت مصرف کنندگان ایفا می‌نماید. وجود برخی مواد شیمیایی در غلظت‌های بالاتر از حد استاندارد می‌تواند سلامت مصرف کنندگان را در مواجهه دراز مدت به خطر اندازد. این مطالعه از نوع مطالعه توصیفی مقطعی بوده و در این مطالعه با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، اینترنتی، مقاله‌ای و سایر سیستم‌های اطلاعات سال‌های اخیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تغییرات نسبی نیترات، باکتری‌های هتروتروف و تری هالو متان‌ها وجود داشت ولی قسمت اعظم مشکلات بو و طعم آب موجود در سیستم توزیع به دلیل مواد سازنده خطوط لوله بوده و یا در اثر رشد عوامل بیولوژیکی بر روی دیواره های لوله ایجاد می‌شود. بوی کپک – خاکی علت عمده شکایت از سیستم توزیع می‌باشد. اگرچه اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها معمولا عامل این بوها هستند اما تعداد زیاد باکتری‌های هتروتروف نیز می‌تواند باعث مشکلات مشابه شوند. با وجود اینکه نیترات با گذشت زمان روند افزایشی داشته ولی در حد مجاز و قابل قبول می‌باشد. عمده مشکل کنونی بو و طعم آب موجود در سیستم توزیع است که باید کنترل شوند و از آنجایی که فلوراید از حد مطلوب کم‌تر بوده پس می‌توان گفت کیفیت آب شهر تبریز از استاندارد لازم در اثر توجه به مدیریت منابع آب صحیح و موثر برخوردار می‌باشد.

کلیدواژه: کیفیت ،آب آشامیدنی، شهر، تبریز.

مقدمه

آب ماده‌ای است که در کلیه خواص فیزیکی و شیمیایی خود نسبت به ترکیبات مشابه غیرعادی است. آب تنها ماده متداول در طبیعت است ، که به هر سه حالت فیزیکی یعنی جامد، مایع و بخار وجود دارد. در حقیقت آب را یک حلال جهانی می‌نامند، زیرا بسیاری از مواد شناخته شده در جهان، در مقادیر مختلف در آن محلول است. تصور یک محیط بهداشتی و سالم بدون آب ممکن نیست.

بنابراین دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورهای دنیا تبدیل به مسئله‌ای مهم گردیده است. مشکل تامین آب در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه، فقط کمبود منابع آب نیست، بلکه عدم به کارگیری تکنولوژی مناسب در امر تامین، تصفیه و توزیع آب با تکیه بر توانمندی محلی و بومی، عدم بهره‌گیری صحیح از منابع مالی و ملی و یا بین المللی، عدم تدوین استراتژی الزم متناسب با شرایط ملی، منطقه های و محلی از جمله دلایل اصلی آن هستند. با توجه به افزایش آگاهی های عمومی و توجه بیشتر به جنبه های کیفی و ظاهری آب، همانگونه که کمیت آب مورد توجه است، کیفیت آب نیز شاخصی است که باید توجه بیش‌تری به آن معطوف داشت. از این منظر، خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب از جمله پارامترهای مهمی هستند که در بهداشت سلامت آب مصرفی و همچنین سطح رضایتمندی مصرف کنندگان جایگاه خاصی دارند. آب آشامیدنی ایده آل باید شفاف، بدون بو و مزه، پایدار (موجب خوردگی یا رسوب گذاری نشود)، عاری از ارگانیسم‌های بیماری زا و دیگر ترکیبات مضر باشد.

کیفیت آب از جمله مسائلی است که با سلامتی، بهداشت فردی و عمومی جامعه نسبت مستقیم دارد و با وجود تلاش-های جهانی و فناوری‌های مدرنی که برای تولید آب آشامیدنی سالم به کار گرفته شده است، بیماری‌های منتقل شونده توسط آب در شمار شایع‌ترین بیماری‌های عفونی قرار دارند و هنوز هم مورد نگرانی می‌باشند.

خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب از جمله پارامترهای مهمی هستند که در بهداشت سلامت آب مصرفی و همچنین سطح رضایتمندی مصرف کنندگان جایگاه خاصی دارند. از جمله مهمترین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی میتوان به پارامترهایی نظیر pH، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول (TDS)، کدورت، کلر آزاد باقیمانده، قلیائیت، سختی، کلسیم، منیزیم، نیترات، نیتریت، سولفات، فلوئور و فسفات اشاره کرد که کمبود یا زیاد بودن پاره‌ای از آن‌ها می‌تواند سلامتی انسان را به خطر اندازد.

از این رو لزوم پایش آب و تامین شرایط بهداشتی و استاندارد برای آشامیدن باعث شده که کنترل کیفیت آب از اهمیت بالایی برخوردار باشد [۱-۲-۴].

مواد و روش‌ها

- ویژگی‌های آب آشامیدنی

آب مصرفی برای شرب اجتماعات، علاوه بر کافی بودن، باید از نظر بهداشتی نیز مناسب باشد. میزان میانگین مصرف آب برای آشامیدن هر فرد ۲-۱ لیتر در روز است که باید مطبوع و عاری از هر گونه آلودگی باشد. عوامل مشخص کننده آب ترکیبات شیمیایی و اختصاصات باکتریولوژی آن می‌باشد. به طور کلی آب را در صورتی قابل آشامیدن گویند که صاف و زلال و دارای شرایط زیر باشد:

۱ -آلوده به عوامل بیماری زا و مزاحم نباشد.

۲-عاری از مواد مسموم کننده باشد.

۳- مواد معدنی و آلی آن برای مصرف کننده زیان آور نباشد [۱].

آب به سرعت مواد طبیعی و مصنوعی را جذب کرده که معمولاً موجب نامناسب شدن آن جهت آشامیدن می‌گردد مگر اینکه توسط روش‌هایی تصفیه شود. دسته‌های مهمی از مواد که در مقادیر زیاد می‌توانند نامطلوب در نظر گرفته شوند عبارتند از:

رنگ: رنگ مربوط به حضور مواد آلی محلول (حاصل از خاک‌های گیاهی) و یا نمک های معدنی آهن و منگنز است [۱-۲].

مواد معلق: مواد معدنی ریز و مواد گیاهی که تحت شرایط معمول ته نشین نمی‌شوند [۲].

کدورت: معیاری از زلالی یا شفافیت آب است. تیرگی ممکن به دلیل عوامل بی شماری مانند ذرات معدنی ریز به صورت سوسپانسیون، تعداد زیاد باکتری‌ها یا حتی حباب‌های هوای ناشی از هوادهی اضافی ایجاد شود [۱-۲].

عوامل بیماری‌زا: شامل ویروس‌ها باکتری‌ها پروتوزوا ها یا دیگر موجودات زنده بیماری‌زا بوده که بر سلامت مصرف‌کننده تاثیر نامطلوب دارند. منشا آن‌ها می‌تواند مواد زائد انسانی یا حیوانی باشد که منابع آب را آلوده می‌کنند [۲-۱].

سختی: سختی زیاد و خیلی کم به طور یکسانی نامطلوب می‌باشد. عمدتا سختی زیاد ناشی از منابع آب زیرزمینی بوده در حالی که آب‌های خیلی سبک ویژگی برخی از آبخیز های مناطق کوهستانی است [۱-۲].

طعم و بو: طعم و بوی نامطلوب دلایل متعددی از قبیل آلودگی توسط فاضلاب، غلظت زیاد برخی از مواد شیمیایی خاص مانند آهن، منگنز یا آلومینیوم ،تجزیه گیاهان ،شرایط راکد ناشی از فقدان اکسیژن در آب و حضور جلبک‌های خاص دارد [۱-۲].

مواد شیمیایی مضر: گستره وسیعی از مواد آلی و معدنی سمی و مضر می‌توانند در منابع آب وجود داشته باشند. آنها از خاک جذب شده یا به دلیل آلودگی ناشی از فاضلاب‌های خانگی و یا صنعتی می‌باشند [۲].

- مشکلات مربوط به منابع آب

بو و طعم: بو و طعم از جمله عوامل چالش برانگیز سازمان‌های آب بوده زیرا مصرف‌کنندگان به‌طور دائم کیفیت زیبا شناختی آبی را که استفاده می‌کنند مورد ارزیابی قرار می‌دهند. بو و طعم در نتیجه بر هم کنش تعدادی از مواد موجود، ایجاد می‌گردند. [۱-۲-۴] این مواد ممکن است شامل:

عوامل گیاهی در حال تجزیه: وقتی که جلبک ها پوسیده می‌شوند در آب بوی ماهی، علفی و ماندگی ایجاد می‌کنند [۱-۲].

باکتری های آهن و گوگرد: این باکتری‌ها تولید رسوباتی کرده که پس از تجزیه بوی زننده ایجاد می‌کنند [۲-۴].

آهن،منگنز و روی: محصولات خوردگی این فلزات باعث ایجاد طعم نسبتاً تلخ در آب می‌شود، معمولا وجود آهن با غلظت کمتر از ۰/۳ و منگنز با غلظت کم‌تر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر در آب مصرفی عمومی قابل قبول است [۱-۲].

کلرید سدیم: مقادیر زیاد کلرید سدیم در اول موجب طعم بد و در نهایت شوری یا لب شوری طعم می‌شود [۱-۲].

مواد زائد صنعتی: بسیاری از مواد زائد و محصولات جانبی صنایع می‌توانند موجب بو و طعم شدید دارویی یا شیمیایی در آب شوند به ویژه مشکل ترکیبات فنلی که در طی کلرزنی تولید کلروفنل‌ها می‌کنند [۲].

کلرزنی: کلر به تنهایی بو یا طعم مشخصی تولید نمی‌کند مگر در مواردی که به میزان اضافی برای گندزدایی استفاده شود. کلر با گستره‌ی وسیعی از مواد جهت تولید ترکیبات کلردار واکنش داده که برخی از آنها طعم کلرید به آب می‌دهند [۱-۲-۴].

فلزات موجود: آهن و منگنز هر دو از عناصر ضروری برای انسان و حیوان بوده و از آنجایی که حتی در غلظت‌های بالا اثرات سمی متوسطی دارند، مصرف کنندگان آب را به دلایل مشکلات زیبایی شناختی قبل از رفتن به غلظت‌های سمی آنها رد می‌کنند. در صورتی که این دو فلز توسط روش های متداول تصفیه حذف می‌شوند.

برخلاف آهن، آرسنیک فلز بسیار خطرناکی بوده و سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا بیان کرده‌اند که برای آن در آب آشامیدنی حد ایمنی وجود ندارد. فلزات مهم دیگر موجود در منابع آب شامل آنتیموان کادمیم ،کروم ، جیوه ، مولیبدن ، نیکل و سلنیوم می باشند. بدون روش های تصفیه گران مانند سیستم‌های پیشرفته‌ای از قبیل کربن فعال و فرایندهای غشایی حذف آرسنیک و فلزات دیگر از آب بسیار مشکل است. این امر باعث شده که جوامع کوچک به ویژه در کشورهای فقیر که متکی به چاه بوده و خانوارها با منبع آب زیرزمینی شخصی به طور جدا زندگی

می‌کنند، نسبت به مسمومیت شیمیایی آسیب‌پذیر باشند [۱-۲].

سختی آب: معیار جایگزین سختی،کل جامدات محلول TDS است که غلظت تمام یون‌های محلول در آب می باشد. مقدار TDS در آب‌های زیرزمینی اغلب چندین برابر آب های سطحی است [۱-۲].

عامل ایجاد سختی آب کاتیون‌های فلزی مانند کلسیم می‌باشند اما در حقیقت تمام کاتیون های دو ظرفیتی باعث سختی آب می‌شوند. این کاتیون‌ها با آنیون‌های خاصی مانند کربنات یا سولفات واکنش داده و تولید رسوب می‌کنند [۱-۲].

سختی عامل مهمی در طعم آب است اگرچه در مقادیر بالاتر از ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر طعم آب نامطبوع می‌شود. سازمان بهداشت جهانی(۱۹۸۴) برای سختی آب آشامیدنی از جنبه زیبایی شناختی غلظت حداکثر ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر را پیشنهاد کرد، در دومین بازی نگری جهت جلوگیری از تشکیل جرم در سیستم توزیع مقدار راهنما ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر پیشنهاد شد [۲].

آب‌های خیلی سبک اثرات نامطبوعی بر توازن مواد معدنی بدن گذاشته و این امر به نوبه خود باعث سکته و ایسکمی قلب می‌شود. همچنین شواهدی مبنی بر رابطه معکوس بین سرطان معده و سختی آب وجود دارد [۲].

نیترات: نیترات بسیار محلول است و توسط آب باران حل شده و از طریق نفوذ مستقیم در خاک یا در صورت وجود لایه‌های غیر قابل نفوذ مانند گل رس از مسیرهای انتقالی جانبی وارد آب زیرزمینی شده و به لایه‌های عمقی خاک نفوذ می‌کند.

به همین دلیل نیترات یکی از آلاینده‌های معمول آب زیرزمینی است. استاندارد سازمان جهانی بهداشت، برای نیترات و نیتریت در آب آشامیدنی به ترتیب ۵۰ و ۳ میلی‌گرم بر لیتر است. همچنین استاندارد برای ترکیب نیترات نیتروژن و نیتریت نیتروژن به ترتیب ۱۱ و ۰/۹ میلی‌گرم بر لیتر است [۲-۱۰].

- عوامل بیماری‌زا

میکروارگانیسم‌هایی که باعث بیماری از طریق آب آشامیدنی می‌شوند معمولاً به عنوان عامل بیماری زا شناخته شده و می‌توان آن‌ها را به ترتیب کاهش اندازه به صورت کرم‌ها، پروتوزوا ها ، باکتری‌ها و ویروس‌ها طبقه بندی کرد. منشا آنها مدفوع انسان یا حیوان بوده و اگر با تصفیه و گندزدایی آب حذف نشده و به شیر آب مصرف کننده برسد ممکن است موجب شیوع بیماری در جامعه شوند [۱-۲].

از نظر تعداد موارد جداسازی در آب آشامیدنی و گزارش شیوع بیماری باکتری‌ها مهمترین گروه هستند.

معمولاً مهمترین بیماری های باکتریایی مربوط به آلودگی مدفوعی آب آشامیدنی می‌باشد. به عنوان مثال در مناطق معتدل این ها شامل سالمونلا، کامپیلوباکتر، شیگلا، ویبریو کلرا و اشرشیاکلی هستند [۲].

- مشکلات ناشی از تصفیه آب

بو و طعم: اغلب مشکلات بو و طعم در مرحله تصفیه آب رخ داده و مربوط به کلر زنی می باشد . کلر به خودی خود دارای بوی خاصی بوده و آستانه طعم گزارش شده آن ۰/۱۶ میلی گرم بر لیتر در pH=۷ و ۰/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر در pH=۹ است. اگه چه معمولاً مصرف کنندگان بوی اندک کلر را به عنوان نشانه ای از سالم بودن آب می‌پذیرند غلظت‌های بیش از حد کلر می‌تواند آب را قابل اعتراض سازد [۱-۲].

در صورت بروز مشکل بو و طعم، روش‌های تصفیه خاص باید مورد استفاده قرار گیرد، سه گزینه در دسترس وجود دارد:

۱- جذب سطحی

۲- هوادهی، که موجب حذف هرگونه ترکیب فرار بودار از آب می‌شود.

۳- اکسیداسیون شیمیایی با استفاده از ازن، پرمنگنات، پتاسیم کلر یا دی اکسید کلر جهت تجزیه شیمیایی ترکیبات بودار به اشکال بدون بو [۲].

موثرترین روش جذب با استفاده از کربن فعال است چون این ماده طیف گسترده‌ای از مواد بودار را حذف می‌کند.

فلوئور: فلوئور در طبیعت به مقدار جزئی در خاک و آب وجود دارد. فلوئور بر اساس مطالعات گسترده انجام شده، در کشورهای مختلف به عنوان حفاظت کننده دندان از پوسیدگی معرفی شده است و غلظت آن در آب شرب بایستی بین ۰/۷ تا ۱/۲ میلی‌گرم در لیتر بر حسب درجه حرارت باشد. بدین معنی که در نقاط سردسیر که آب کم‌تر مصرف می‌شود غلظت آن بایستی در حد ۱/۲ میلی‌گرم در لیتر و در نقاط گرمسیر که آب بیش‌تر مصرف می‌شود در حدود ۰/۷ میلی گرم در لیتر نگهداری شود [۸-۲-۱].

بهترین و ارزان ترین روش جهت پیشگیری از پوسیدگی دندان اضافه کردن فلوئور به آب می‌باشد.

از آنجایی که کلزنی هیچ تأثیری بر فلوراید ندارد، فلوئورزنی معمولاً قبل یا بعد از کلر زنی بر روی آب تصفیه شده انجام می‌شود.

فلوراید اضافی باعث تغییر رنگ دندان‌ها می‌شود (فلوئوروزیس) و مواجهه طولانی مدت منجر به تغییر رنگ دائم مینای دندان از خاکستری به سیاه می‌گردد.

در مناطقی که وجود فلوراید اضافی یک مشکل است حذف فلوراید لازم می‌باشد. از طریق جوشاندن از آب حذف نمی شود بنابراین اجتناب از آن دشوار و گران است [۲-۱].

فلوئور زنی جدا از کاهش پوسیدگی، در فلوئوروزیس دندان، سلامت استخوان، سرطان، اثرات ایمونولوژیک، مشکلات باروری، نواقص مادرزادی، مشکلات کلیوی و دستگاه گوارش و نیز اثرات عصبی دخالت دارد [۲].

- محصولات جانبی گندزدایی

در طی فرایند گندزدایی در تصفیه خانه برخی از ترکیبات آلی می‌توانند با کلر واکنش داده و مواد شیمیایی جدید، پیچیده و اغلب خطرناکی را ساخته که عموما تحت عنوان محصولات جانبی گندزدایی (DBPs) شناخته می‌شوند [۱-۲]. معمول‌ترین DBPs در آب کلروفرم، تری هالو متان ها، هالو استیک اسیدها بوده و دیگر ترکیبات از قبیل هالو استونیتریل‌ها، هالوکتن‌ها،کلرال هیدرات و کلروپیکرین تشکیل می‌شوند [۱-۲].

کلروفرم ،برومو دی کلرومتان، دی برومو کلرومتان و برومو فرم چهار تری هالو متان معمول یافت شده در آب آشامیدنی هستند. تری هالومتان ها و محصولات جانبی گند زدایی دیگر فقط در آب‌های خام یا تصفیه شده یافت می‌شوند که توسط کلر گندزدایی شده باشند. برای میزان مشخصی از کلر مقدار تری هالومتان تولید شده با افزایش غلظت ماده آلی، دماو pH افزایش می‌یابد.

هرجا کلر آزاد باقیمانده در آب موجود باشد تشکیل تری هالو متان تا اتمام کلر یا ماده آلی ادامه خواهد داشت [۲-۷].

بر اساس مشاهدات رودریگز و همکاران (۲۰۰۴) مشخص شده که مقادیر متوسط تری هالو متان در تابستان و پاییز بیش‌تر از زمستان بوده و متوسط هالو استیک اسید در بهار بیشتر از زمستان بوده است [۲].

اگرچه مطالعات اپیدمیولوژیکی ارتباط قوی بین تری هالو متان ها و سرطان را به طور قطعی تشخیص نداده است. شواهد موجود به ارتباط بین مواجهه طولانی مدت با مقادیر کم‌تری هالومتان‌ها در آب آشامیدنی و سرطان‌های مقعد، روده و مثانه اشاره دارد. (سازمان بهداشت جهانی، ۱۹۸۴) [۲].

شمارش بشقابی باکتری‌های هتروتروف(HPCs) نشان دهنده باکتری های هوازی و بی هوازی اختیاری بوده که کربن و انرژی مورد نیاز خود را از مواد آلی می گیرند. ارگانیسم‌های خاصHPC عوامل بیماری زای فرصت طلب و ایجاد کننده بیماری های گوارشی می باشند [۳-۲].

معمولا باکتری‌های هتروتروف از آب‌های خام جدا شده، در خاک و گیاهان نیز زیاد بوده و می توانند برای مدت طولانی در آب زنده مانده و به خصوص در فصل تابستان به سرعت تکثیر نمایند. باکتری‌های HPC شاخص مستقیم آلودگی مدفوعی نمی‌باشند اما نشان دهنده تغییر کیفیت آب و توانایی بقا و رشد مجدد عوامل بیماری زا هستند [۲-۳].

یکی از موثرترین راه‌های حذف باکتری‌ها از آب نگهداری در مخازن می‌باشد در طی بهار و تابستان نور خورشید باعث افزایش دما شده و عوامل بیولوژیکی کاهش ۹۸-۹۰ درصدی در میزان اشرشیا کلی را تضمین می کنند.

مانند باکتری‌ها ویروس‌ها نیز با نگهداری آب به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابند [۲].

- مشکلات ناشی از شبکه توزیع آب

کیفیت زیبایی شناختی: قسمت اعظم مشکلات بو و طعم آب موجود در سیستم توزیع به دلیل مواد سازنده خطوط لوله بوده و یا در اثر رشد عوامل بیولوژیکی بر روی دیواره‌های لوله ایجاد می‌شود. بوی کپک - خاکی علت عمده شکایت از سیستم توزیع می‌باشد.

اگرچه اکتینومیست‌ها و قارچ ها معمولا عامل این بوها هستند اما تعداد زیاد باکتری های هتروتروف نیز می‌تواند باعث مشکلات مشابه شوند [۲].

آهن مشکل عمده تعدادی از شرکت‌های بزرگ‌تر تامین کننده آب است. منشا آهن می تواند از آب خام ، استفاده از نمک‌های آهن به عنوان منعقدکننده در طی تصفیه و یا معمولاً به علت خوردگی خطوط لوله آهنی قدیمی باشد.

آهن طعم نامطبوع به آب داده و میانگین غلظت آستانه طعم آن ۳ میلی گرم بر لیتر است [۲-۱]. اگر مواد آلی موجب رشد میکروبی بیش از حد شوند معمولاً به صورت لایه لزجی که دیواره لوله‌ها را می‌پوشاند موجب تغییر رنگ و همچنین مشکلات طعم و بو می گردند [۲-۴].

مصرف کنندگان اغلب در آب خروجی از شیرهای خود رسوبات ریزی پیدا می‌کنند این رسوبات می‌توانند از ماده آلی (از جمله میکروارگانیسم‌ها) یا مواد نامحلول (آهن و منگنز) تشکیل شده باشد. بیش‌ترین مشکل ناشی از ذرات آب، رسوب بوده و نتیجه حضور این ذرات فقط اندکی تیرگی و کدورت در آب ایجاد خواهد شد.

اگر کدورت بیش از ۵ FTU شود به وضوح در یک لیوان آب قابل مشاهده بوده و معمولاً به دلیل جنبه‌های زیبایی شناختی توسط مصرف کننده رد می‌شود [۲].

لایه لزج میکروبی در لوله‌های توزیع: وجود موجودات میکروسکوپی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها در لوله‌های آب معمول است. این موجودات آزادانه در آب رشد و مهم‌تر از آن فیلم یا لایه لزج (بیوفیلم)را بر روی دیواره لوله تشکیل داده که آنها را در برابر حمله کلر باقیمانده مقاوم تر می‌سازد.

از جنبه بهره برداری برای شرکت‌های تامین کننده آب تشکیل بیوفیلم نامطلوب بوده زیرا مقاومت اصطکاکی در لوله ها و در نتیجه هزینه‌های پمپاژ آب در سیستم را افزایش میدهد .باکتری های خاصی به لوله‌های آهنی حمله کرده و باعث افزایش میزان خوردگی می شوند این باکتری ها می-توانند بر لوله‌های دیگر نیز تاثیر بگذارند. از نقطه نظر کیفیت بیو فیلم‌های میکروبی می‌توانند ماهیت شیمیایی آب را از طریق متابولیسم میکروبی تغییر داده میزان اکسیژن محلول را کاهش و تولید محصولات نهایی مانند نیترات و سولفیدکنند. علت مشکلات بو و طعم را در ارتباط با فعالیت میکروبی بالا در سیستم‌های توزیع و همچنین افزایش غلظت ذرات معلق در آب آشامیدنی دانسته اند. همچنین بیوفیلم های میکروبی منبع غذایی اصلی برای موجودات بزرگتری هستند که معمولاً در کف و یا در حاشیه این دریاچه‌ها و رودخانه‌ها یافت می-شوند [۲-۴]. خطر عمده مربوط به آب آشامیدنی، امکان آلودگی آن توسط مدفوع انسان و یا حیوان در طی توزیع است.

- مشکلات موجود در سیستم لوله‌کشی خانگی

خوردگی: فلزات یا آلیاژ هایی که در اتصالات و لوله ها به کار می‌روند باعث آلودگی آب آشامیدنی می‌شوند. با افزایش دما و اسیدیته محلول ، میزان خوردگی به سرعت زیاد می‌گردد.

بنابراین خوردگی فلزات در آب های سبک و سیستم های آب داغ شدیدتر است [۲]. هنگامی که سطح لوله خورده شود محیط مناسبی برای میکروارگانیسم ها ایجاد می‌گردد. این میکروارگانیسم‌ها قادرند به سطح درون لوله چسبیده و با جریان آب نیز جدا نمی‌شوند.

با تجمع آنها مقاومتشان در برابر جریان درون لوله زیاد تر می‌گردد. برخی از این میکروارگانیسم ها (باکتری‌های آهن و سولفور) قادر به ایجاد خوردگی در لوله ها (لوله‌های فلزی و غیرفلزی) می‌باشند.

این مشکل عمده در خطوط اصلی و تصفیه خانه‌ها می‌باشد جایی که لوله‌های فلزی دفن شده در زمین، بیش‌ترین خوردگی را داشته اگرچه لوله‌های بتنی نیز مورد حمله خوردگی قرار می‌گیرند [۲].

خوردگی لوله‌های سربی، فولاد گالوانیزه و مس در منازل منجر به تغییر رنگ و در اغلب موارد ایجاد طعم می‌شود.

زنان باردار و نوزادان از جمله افرادی هستند که در معرض خطر مواجهه کوتاه مدت با سرب می‌باشند. در مورد جنین مواجهه با مقادیر خیلی کم (۵ میکروگرم بر لیتر) بسیار خطرناک است.

نشان داده شده که در کودکان مواجهه با سرب رشد فیزیکی و فکری آنها را کند می‌کند. همچنین موجب مشکلات رفتاری و عقب ماندگی ذهنی قابل توجهی می‌شود.کلیه ها، سیستم عصبی و کبد توسط سرب دچار آسیب شده که در نهایت ممکن است منجر به کوری یا مرگ گردد استاندارد جهانی آب آشامیدنی غلظت پایین سرب (کم‌تر و مساوی ۱۵ میکروگرم بر لیتر) در آب آشامیدنی را الزامی کرده است [۲-۱]. از بسیاری جهات شبکه‌های لوله کشی خانگی مکان های ایده آل برای رشد میکروبی هستند. در بیش‌تر اتصالات ، آب راکد مانده و در آنجا می توانند رسوب تجمع یافته و میکروارگانیسم‌ها زنده بمانند.

در شبکه های لوله کشی که حجم جابجایی آب کم بوده و در جایی که در نتیجه قرار گرفتن لوله‌های آب سرد در نزدیکی لوله‌های آب گرم، آب گرم می‌شود مشکل حاد است [۲-۳-۴].

به خاطر رشد گونه‌های لژیونلا و مایکوباکتریوم ،رشد میکروبی در لوله کشی خانگی می‌تواند به طور بالقوه بسیار خطرناک باشد. مخازن ذخیره آب همیشه باید سر پوشیده نگه داشته شوند . هرگاه این مخازن سرباز باشند توسط پرندگان و حشرات موذی آلوده شده و بنابراین می توانند به محلی برای تکثیر گستره وسیعی از میکروارگانیسم‌ها تبدیل شوند [۲].

علت طعم گس آب می‌تواند خوردگی لوله‌ها و اتصالات دارای مس یا روی باشد. هر کجا که به علت اسیدیته آب خوردگی شدید است، آب ممکن غیر قابل آشامیدنی شود .غلظت آستانه طعم استاندارد برای مس از۳ میلی‌گرم بر لیتر تا ۷ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است [۱-۲].

- مشکلات ناشی از منابع آب تبریز

آجی چای: رودخانه آجی چای از رودخان های مهم استان آذربایجان شرقی و در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بوده که شوری (املاح) و کدورت آن، با گذر از سازند قرمز فوقانی بیشتر شده و در طول مسیر خود در دشت تبریز همواره مسکونی و شهری ، کشاورزی، توسط منابع مختلف صنعتی آلوده می‌شود مدیریت کیفی این رودخانه مهم ضروری بوده است. رودخانه آجی چای مهم‌ترین منبع آب تأمین کننده مصارف کشاورزی در این منطقه می‌باشد [۵].

مقادیر حاصل از شاخص آلودگی رودخانه، در هر دو فصل بالاتر از ۱۰۰۰ بوده که حاکی از آلودگی زیاد آب رودخانه آجیچای می‌باشد. بنابراین همه نمونه‌های آب در هر دو فصل تر و خشک در رده بسیار آلوده قرار گرفتند که باعث ایجاد محدودیت برای استفاده‌های خاص از آب می‌شود. آلودگی بالای رودخانه آجیچای احتمالاً به دلیل بالا بودن میزان مواد آلی آب BOD و COD و مواد مغذی و نیترات و فسفات می‌باشد که این موضوع نشان دهنده انسان زاد بودن آلودگی رودخانه آجی‌چای بوده و نیاز به کنترل منابع آلاینده ورودی به رودخانه را نشان می‌دهد [۵].

با توجه به رده بندی کیفی بر اساس نتایج حاصل از شاخص اورگان، همه نمونه های آب در فصل تر و خشک در رده خیلی بد قرار می‌گیرند. با توجه به اهمیت پارامتر کلیفرم در این شاخص، بالا بودن مقادیر این پارامتر در آب رودخانه آجی‌چای در کاهش کیفیت آب رودخانه برای استفاده تفریحی مؤثر بوده است.

نتایج حاصل از شاخص‌های نشان دهنده کیفیت پایین آب رودخانه آجی چای به دلیل عدم مدیریت درست فاضلاب-های ورودی به این رودخانه بوده و لذا برنامه ریزی صحیح

کنترل فاضلاب‌ها و پساب‌های ورودی به رودخانه و در نهایت مدیریت کیفی بهتر آن الزامی می‌باشد [۵].

دشت تبریز : با توجه به تحلیلی که در دو مقطع زمانی ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ انجام گرفته است با توجه به نقشه‌های پهنه بندی سطح زیادی از آبخوان کیفیت نامناسبی در نفوذ جبهه آب شور پیدا کرده است. به نحوی که مقدار هدایت الکتریکی در آن منطقه به طور چشمگیری افزایش یافته. بر اساس مقایسه شکلها، مقدار شوری از بیشینه ۹۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر در سال۱۳۸۰ به بالای ۱۱۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر در سال ۱۳۹۰ در مقطع جبهه خروجی رسیده است و نیز با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی NaCl و مقایس شکل ها، مقدار سدیم از بیشینه ۵۰ میلی اکی والانت در لیتر در سکال ۱۳۸۰ به بالای ۷۴ میلی اکی والانت در لیتر در سال ۱۳۹۰ در مقطع جبهه خروجی رسیده است که نشان دهنده کاهش تراز آب زیرزمینی دشت تبریز و ورود آب شور دریاچه ارومیه به سمت آبخوان تبریز است [۶].

به طور کلی وضعیت آبخوان دشت تبریز از لحاظ کیفی نسبت به سال‌های قبل در وضعیت نامطلوب قرار گرفته است و مقدار شوری، سدیم و کلر آن افزایش یافته است. در قسمت‌های مرکزی دشت دانه ریز بودن آبرفت، و عبور آب زیرزمینی از سازندهای مارنی گچدار و نمکدار و در بخش غربی دشت نیز به دلیل برداشت زیاد توسط که، چاه‌ها میزان شوری آب افزایش یافته موجب برهمکنش مرز بین آبخوان ساحلی و شیرین شده است.

محل تغذیه سفره های آب زیرزمینی که قسمت جنوبی دشت میباشد دارای کیفیت عالی و خوب بوده و به تدریج با حرکت به طرف مرکز دشت و برخورد با سنگ‌های رسوبی، تبخیری و گنبدهای نمکی و بر اثر انحلال نهشته‌های تبخیری و نفوذ آب از آبخوان ساحلی و آب‌های سطحی منطقه، کیفیت و ترکیب شیمیایی آبخوان تغییر یافته است [۶].

نتایج تجزیه عامل‌های اصلی، نشان داد که عوامل اصلی آلودگی در رودخانه آجی چای در مؤلفه نخست مربوط به TDS و EC، Na،Cl می‌باشد.

این عوامل آلودگی حاکی از معدنی بودن و مربوط به بستر رودخانه بوده که در اثر فرسایش مقدار مشخصی از هر پارامتر در آب رودخانه وجود دارد. پارامترهای CO_3 و pH در مولفه‌ی دوم پارامترهای اصلی به شمار می‌روند.

در این مورد میتوان به تأثیرپذیری کیفیت آب رودخانه‌ای از آب زیرزمینی و حل شدن عناصر در رسوبات و تأثیر آلاینده های کشکورزی اشاره نمود در این مورد میتوان به تحقیقات رزمخواه اشاره کرد و همچنین نتایج تحلیل مؤلفه های اصلی در مورد آبخوان‌های بخش مرکزی و غربی دشت تبریز حاکی از آن است که بیش از ۶۹ درصد آلودگی آبخوان مربوط به SO4 و TDS، EC، Mg، Ca، Na،Cl می‌باشد این عوامل به اثر لایه خاک و رسوبات منطقه غیراشباع و اشباع و اثر سازندهای شور مربوط می‌شود [۶].

هرقدر رسوبات آبخوان دانه ریزتر باشد اثر این عوامل بیشتر است. عوامل مختلفی هم چون تبخیر زیاد به سبب شرایط اقلیمی، ارتباط هیدرولیکی با سازندهای نمکی در مرکز و در نهایت برداشت بی رویه از آب زیزمینی دشت تبریز در غرب دشت باعث کاهش کیفیت آب زیرزمینی و هجوم آب شور دریاچه ارومیه شده است [۶].

نیترات: تغییرات غلظت نیترات در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و۱۳۹۳ در آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه قرار گرفت .در سال ۱۳۹۱ مقدار نیترات حد پایینی داشته و از ۲ میلی گرم در لیتر تجاوز نکرده است و توزیع آن در دشت تقریبا متناسب است .در سال ۱۳۹۲ مقدار آن کمی افزایش یافته و به ۳ میلی گرم در لیتر رسیده است و نواحی شمالی دشت دارای مقادیر نیترات نسبتا بالاتری هستند. در سال ۱۳۹۳ روند افزایش زیاد بوده و به ۱۱ میلی گرم در لیتر رسیده است و از سمت پایین و جنوب دشت به سمت نواحی مرکزی و شمالی مقدار آن افزایش یافته است [۱۰].

– مشکلات ناشی از تصفیه آب شهرستان تبریز

فلوئور: فلوئور از عناصر اساسی و مورد نیاز بدن انسان بوده و نقش آن در سلامت دندان‌ها و استخوان‌ها به اثبات رسیده است.

کمبود فلوئور موجب پوسیدگی دندان و افزایش آن باعث بروز بیماری‌های دندانی، استخوانی و کلیوی می‌گردد. سازمان بهداشت جهانی، بهترین راه تامین فلوئور را، فلوئوریداسیون آب آشامیدنی می داند. با توجه به آزمایشات انجام گرفته فلوراید موجود در آب شهرستان تبریز ۰/۳۵-۰/۱mg/l بدست آمده است که این مقدار نشان می‌دهد سطح فلوراید آب آشامیدنی شهر تبریز پایین می‌باشد که این امر نیاز به افزودن مکمل فلوراید به آب آشامیدنی شهر تبریز را آشکار می کند [۱-۲-۸].

تری هالو متان‌ها: فاکتورهای موثر در تشکیل تری هالو متان‌ها دما ، ph، زمان تماس با کلر، غلظت کلر و خصوصیات کلر باقیمانده ،مقدار مواد آلی طبیعی و غلظت برم می‌باشند. به طور کلی با افزایش دما و ph در منابع آب پتانسیل تشکیل تری هالو متان نیز افزایش می‌یابد [۲-۷] با توجه به اینکه آب شهر تبریز از تصفیه خانه نهند و آب خط انتقال زرینه‌رود تامین می‌شود آب چاه نیز به همراه این آب‌ها وارد شبکه آب شهر تبریز می‌شود در حالی که ممکن است مدت‌ها آب چاه راکد و در نتیجه مسیر و لوله‌ها انباشته از جلبک باشد و زمانی که آب چاه مربوطه به آب تبریز می‌پیوندد کلر موجود و جلبک‌ها واکنش داده و مقادیر تری هالو متان ها افزایش یابد [۷].

در مطالعه صورت گرفته با توجه به اینکه آب شرب تبریز از منابع آب‌های سطحی و چاه ها تأمین می‌شود کل شهر به ۳ ایستگاه تقسیم و بر اساس نتایج به دست آمده بیش‌ترین مقدار تری هالو متان در هر دو فصل مربوط به ایستگاه‌هایی است که از آب های سطحی (نهند و نوروزلو) که دارای مواد آلی زیادی هستند استفاده می‌نمایند. بنابراین خطر ابتلا به سرطان نیز در این مناطق نسبت به مناطقی که از آب چاه استفاده می-کنند و دارای غلظت پایین از تری هالو متان‌ها در آب آشامیدنی خود هستند بیش‌تر است [۷].

نتایج حاصل در مقایسه با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، (۲۰۰ میکروگرم بر لیتر) و دستورالعمل آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا (۸۰ میکروگرم بر لیتر) نشان می‌دهد که متوسط غلظت تری هالو متان هادر فصل زمستان(۹/۵۹ میکروگرم بر لیتر) بسیار پایین‌تر از حد مجاز تری هالو متان ها و در فصل بهار (۲۵۶/۹ میکرو گرم بر لیتر) در مقایسه با استانداردهای فوق بیش‌تر از حد مجاز تری هالو متان‌ها می‌باشد (احتمال بالا رفتن آن در این فصل به علت وارونگی دمایی احتمالی در آب سدهای نهند و نوروزلو و همچنین شروع فصل گرما و رشد فزاینده مواد گیاهی می‌باشد) بنابراین خطر ابتلا به سرطان در طول عمر از طریق مواجهه با تری هالو متان‌ها در فصل بهار بیشتر از فصل زمستان است و کل خطر ایجاد شده از طریق مواجهه با ترکیبات تری هالو متان‌ها در آب آشامیدنی برای زنان بیشتر از مردان می‌باشد [۲-۷].

- مشکلات ناشی از شبکه توزیع آب شهرستان تبریز

باکتری‌های هتروتروف: در مطالعه صورت گرفته ۵۰ نمونه آب از مناطق مختلف شهر تبریز، به گونه‌ای تهیه شده که کل شهر را پوشش دهد. نمونه‌ها به صورت تصادفی و تحت شرایط استاندارد تهیه و از نظر شاخص HPC، کلیفرم، کلر باقیمانده، کدورت، دما و pH مورد آزمایش قرار گرفتند. امروزه شمارش باکتری‌های هتروتروف به روش بشقابی Heterotrophic Plate Count (HPC) ، ازجمله شاخص‌هایی است که به عنوان مکمل شاخص کلیفرم در کنترل کیفی آب مورد توجه قرار گرفته و شناسایی باکتری‌های HPC در ارزیابی کیفیت آب در سامانه‌های ذخیره و توزیع می‌تواند بسیار مفید باشد [۳].

سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA) ، حداکثر مجاز تعداد باکتری‌های هتروتروف در شبکه‌های توزیع آب را ۵۰۰ cfu/mL تعیین کرده است.

حضور باکتری‌های هتروتروف در ۵۰٪ از نمونه‌های مورد مطالعه نشان دهنده آن است که این باکتری‌ها در مناطق مختلف شبکه آب آشامیدنی شهر تبریز حضور دارند، بنابراین قدمت شبکه‌های لوله کشی چندان در این امر تاثیر گذار نیست بطوری که، حتی در شهرک رشدیه که یک شهرک نسبتا جدید می‌باشد، باکتری‌های هتروتروف مشاهده

گردیده است. بر اساس نتایج تحقیقات مشابه، مشخص شده که تصفیه آب موجب مهار رشد باکتری‌های هتروتروف می‌شود و به طور معمول جمعیت میکروبی هتروتروف در آبی که از تصفیه خانه خارج می‌شود، کمتر از ۱۰۰ ارگانیسم در میلی لیتر است اما، این جمعیت در نواحی با جریان کند آب (جاهائی که مصرف آب کم‌تر است)، در مکان‌هایی که قطر لوله تغییر می‌کند و در انتهای شبکه توزیع به سرعت افزایش می‌یابد. این موارد معمولا محل هایی هستند که در آنها غلظت گندزدای باقیمانده کاهش یافته، رسوبات انباشته شده و مواد مغذی برای رشد باکتریها فراهم است [۲-۳].

بر اساس تعاریف موجود، آب گندزدایی شده در pH کمتر از ۸ و کدورت کمتر از ۱ NTU،که دارای ۰/۵ mg/L کلر باقیمانده آزاد پس ۳۰ دقیقه زمان تماس باشد، خطر بهداشتی کمتری را برای مصرف کننده ایجاد خواهد کرد [۳].

نکته مثبت در خصوص آب شهر تبریز، پایین بودن کدورت آن می‌باشد. در اغلب موارد، مقدار کدورت کمتر از NTU ۰/۵ گزارش شده است که کیفیت بالای آب را نشان می‌دهد و این موضوع با استانداردهای سخت گیرانه سازمان جهانی بهداشت مطابقت می‌نماید [۳].

تحقیقات نشان داده است که ۱ تا ۲ درصد باکتری‌های هتروتروف دارای قدرت بیماری‌زایی هستند. بر اساس تحقیق به عمل آمده در ایالات متحده، آب آشامیدنی سهم کمتری نسبت به غذا در تماس انسان با باکتری‌های هتروتروف دارد [۲-۳].

مطالعه انجام شده نشان می‌دهد که تغییرات باکتریایی باعث تغییر طعم و بوی آب، تشکیل لایه لزج بر روی جداره داخلی لوله، ایجاد خوردگی در سطح لوله، افزایش جمعیت‌های باکتریایی هنگام توزیع آب و کاهش کلر باقی مانده پس از خروج از تصفیه خانه می‌شود.

با توجه به جنس لوله‌های بکار رفته و سختی آب در شهر ستان تبریز، نوع خوردگی بیشتر شیمیایی است که اضافه کردن کلر باعث افزایش خوردگی و تأثیر بر روی کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی موجود در شهر کمک می‌کند [۲-۴].

- عوامل خورندگی

- عامل فیزیکی: شامل درجه حرارت، سرعت جریان، نوع فلز.

- عوامل شیمیایی: غلظت اکسیژن محلول، غلظت کل جامدات محلول، غلظت کلر باقیمانده.

- عوامل بیولوژیکی: توبرسول معمولی‌ترین پدیده خوردگی بیولوژیکی در سیستم لوله‌کشی است و بیش‌تر در مناطق که سرعت جریان در لوله کمتر از ۹۰ سانتی‌متر باشد اتفاق میافتد. [۴].

لایه لزج باعث ایجاد خوردگی در سطح لوله و تجزیه بیولوژیکی شده و تعویض این لوله‌ها مستلزم صرف هزینه بسیار زیادی خواهد بود. نتایج حاصل نشان می‌دهد که هنگام توزیع آب جمعیتهای باکتریایی تمایل به افزایش دارند. [۲-۴] . عواملی که در رشد جمعیت باکتریایی تأثیر دارند عبارتند از:

کیفیت باکتریایی آب تصفیه شده که وارد شبکه توزیع می شود.

دما و زمان ماند آب در شبکه توزیع.

وجود یا عدم وجود مواد ضدعفونی کننده ای که در تصفیه خانه مصرف می شود.

جنس لوله های به کار رفته در شبکه توزیع.

امکان دست یابی میکروب ها به مواد غذایی برای رشد [۴].

نتایج حاصله نشان می‌دهد که کلر آزاد و کلر باقیمانده کل به سرعت بلافاصله پس از خروج از آب تصفیه خانه کاهش می یابد و رابطه مستقیم و تنگاتنگی بین جنس لوله و نوع خوردگی و فرسایش لوله در اثر مصرف و نوع ماده شیمیایی که وارد شبکه توزیع می‌شود وجود دارد [۲-۴].

با توجه به نمودارها و جنس لوله‌های به کار رفته و سختی آب در شهرستان تبریز و نوع خوردگی بیش‌تر به علت شیمیایی است و عمده علت آن پایین بودن سختی آب است،که اضافه کردن کلر به دلایلی ایجاد واکنش‌های اسیدی و بالابردن

خوردگی نه تنها نمی‌تواند این مسئله را از بین ببرد بلکه خود به افزایش خوردگی تاثیر بر روی کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی موجود در شهر کمک می‌کند، این موضوع در فصل‌های گرم سال به دلیل فعالیت بیشتر حائز اهمیت می‌باشد [۴].

نتیجه‌گیری

سالم بودن آب آشامیدنی از جنبه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی نقش مهمی را در بهداشت و سلامت مصرف کنندگان ایفا می‌نماید که اغلب کنترل میکروبی مد نظر است و کنترل شیمیایی تنها هنگام خروج از تصفیه خانه مورد بررسی قرار می‌دهند حال آنکه شبکه توزیع خود می‌تواند تأثیر نامطلوبی بر کیفیت آب توزیع شده داشته باشد. وجود برخی مواد شیمیایی مثل فلوراید در غلظت‌های بالاتر از حد استاندارد می‌تواند سلامت مصرف کنندگان را در مواجهه دراز مدت به خطر اندازد. در طی فرایند گندزدایی در تصفیه خانه برخی از ترکیبات آلی می‌توانند با کلر واکنش داده و مواد شیمیایی جدید مثل تری هالو متان ها را تولید کنند. مصرف آب حاوی میکروب ها سالیانه باعث مرگ ۵ میلیون نفر در دنیا می شود که اغلب این افراد را کودکان زیر ۵ سال تشکیل می‌دهند که شناسایی باکتری‌های HPC در ارزیابی کیفیت آب در سامانه های ذخیره و توزیع می تواند بسیار مفید می‌باشد.

نیترات یکی از آلاینده‌های معمول آب زیرزمینی است چون توسط آب باران حل شده و در خاک نفوذ میکند. توصیه می‌گردد آلاینده‌های موجود در طول مسیر رودخانه آجی چای شناسایی و از تخلیه فاضلاب خام به رودخانه جلوگیری گردد. در این راستا پیشنهاد می‌گردد برای هر واحد صنعتی تصفیه خانه فاضلاب احداث شده و بر روند تصفیه فاضلاب آنها (به ویژه تصفیه خانه شهرک صنعتی چرمشهر) و تخلیه آن به رودخانه آجی چای به صورت ماهانه نظارت گردد.

با توجه به مطالعات انجام شده، میزان فلوراید آب شرب شهر تبریز از حد مطلوب کم‌تر می باشد پس می‌توان با اضافه کردن فلوراید به آب آشامیدنی آن را به حد مطلوب رساند البته این میزان در فصول مختلف متفاوت می‌باشد.

به دلیل اینکه آب آشامیدنی شهر تبریز از آب‌های نهند و نوروزلو تامین میشود بنابراین بایستی نسبت به پایش دوره ای THMs در خروجی تصفیه خانه ها و همچنین کنترل مداوم و متوالی غلظت مواد آلی کربن دار در ورودی تصفیه خانه به منظور حفظ سلامت مصرف کنندگان تاکید می‌شود.

در آب شهر تبریز اگر چه وجود باکتری‌های هتروتروف چندان مشکل زا نمی‌باشد (چون تنها ۱-۲درصد این باکتری-ها بیماری زا هستند) ولی برای بهبود کیفیت آب شرب و حفظ سلامتی شهروندان پایش ۶ ماهه یا حداقل یکساله شاخص HPC توصیه می‌شود.

با توجه به بررسی های صورت گرفته کدورت آب شهر تبریز پایین بوده ولی تشکیل لایه لزج و خوردگی در سطح لوله ها موجب تغییر در طعم و بوی آب میشود که راهکار مناسب برای حل این مشکل اضافه کردن کلر می‌باشد و باید در نظر داشت که کلر اضافی موجب افزایش خوردگی می‌شود.

باتوجه به اینکه خوردگی در شهر تبریز بیشتر شیمیایی است تنها راه کنترل این خوردگی افزایش pH تا حدود۸-۸/۵ است این کار در تصفیه خانه آب با افزایش مواد مختلفی از قبیل هیدروکسید های قلیایی،سیلیکات هاو یابورات هاانجام می‌گیرد.

بررسی نقشه‌های پهنه بندی نیترات آب زیرزمینی دشت تبریز در سال های مورد بررسی نشان داد که مقدار نیترات آب زیرزمینی در سال‌های اخیر افزایش یافته اما مقدار آن بر اساس استاندارد سازمان جهانی ،در حد مجاز و قابل قبول می‌باشد.

با وجود اینکه نیترات با گذشت زمان روند افزایشی داشته ولی در حد مجاز و قابل قبول می‌باشد و همچنین حضور باکتری های هتروتروف و تری هالو متان ها چندان مشکل زا نیستند ولی باید کنترل شوند و از آنجایی که فلوراید از حد مطلوب کم‌تر بوده در نهایت میتوان چنین قضاوت کرد که کیفیت آب شهر تبریز از استاندارد لازم برخوردار می‌باشد امید است

با هماهنگی و برنامه ریزی صحیح و اصولی بتوان آب شرب سالم در اختیار مردم قرار داد.

منابع

[۱] عودی، ق.، ۱۳۷۳، کیفیت آب آشامیدنی، ،شماره ۲۵.

[۲] ان.اف.گری .،کیفیت آب آشامیدنی مشکلات و راه حل ها، ترجمه جعفرزاده، ن.، قطبی، ش.، عسکری، ا.، یاراحمدی، م.، چاپ دوم انتشارات خانیران.

[۳] مسافری، م.، خطیبی، م.ش.، ۱۳۸۹، باکتری‌های هتروتروف در آب آشامیدنی شهر تبریز، مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ، دوره ۸ ، شماره ۴.

[۴] اصل هاشمی، ا.، ۱۳۹۱، تحلیل بر حوادث فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شهر تبریز، فصلنامه کاربرد شیمی در محیط زیست ، شماره ۱۰.

[۵] پاشازاده، ز.، ۱۴۰۰، ارزیابی کیفیت آب رودخانه آجی چای بر اساس شاخص‌های کیفی مصارف ویژه، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران ، شماره۴۴.

[۶] صادق زاده، م.، ۱۳۹۶، اثرات کیفیت آب‌های سطحی بر آب‌های زیر زمینی، نشریه دانش آب و خاک، جلد۲۷، شماره ۳.

[۷]بررسی میزان تری هالو متان‌ها در آب آشامیدنی شهر تبریز ، دانشکده بهداشت، دی ۱۳۷۹.

[۸] حسین پور فیضی، م.ع.، مسافری، م.، ۱۳۹۰، تحلیل آب های آشامیدنی استان آذربایجان شرقی از نظر فلوراید و برخی پارامتر های کیفی، مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، شماره .

[۹] منابع آب شهرستان تبریز.

[۱۰] ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت تبریز) ، دانشکده کشاورزی، بهمن ۱۳۹۵.