بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی شیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی

گرایش طراحی فرآیند

عنوان پایان نامه

تصفیه آب آشامیدنی با بکارگیری گاز ازن، اشعه ی ماوراء بنفش و پراکسید هیدروژن

استاد راهنما:

دکتر جمشید بهین

نگارش:

فرشته جمشیدی

مهرماه ۱۳۹۱

سپاس خدای را که هر چه دارم از اوست

به امید آنکه توفیق یابم جز خدمت به خلق او نکوشم

با سپاس از زحمات استاد فرهیخته و بزرگوارم

جناب آقای دکتر جمشید بهین

تقدیم به:

همه کسانی که لحظه ای بعد انسانی و وجدانی خود را فراموش نمی کنند و بر آستان گران سنگ انسانیت سر فرود می آورند و انسان را با همه تفاوت هایش ارج می نهند.

به

روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم،

و به **مادرم**، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود وجودش برایم همه مهر

تقدیم به خواهرم

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.

چکیده

در این تحقیق، تجزیه و تخریب علف کش تری فلورالین، با فرآیند اکسیداسیون پیشرفته مورد مطالعه قرار گرفته است. آفت کش ها موادی هستند که برای کنترل و یا مبارزه با آفت های زمین های کشاورزی مانند علف های هرز، قارچ ها، حشره ها، موش ها و ... استفاده می شوند. این مواد از طریق نفوذ در آب های زیر زمینی و یا وارد شدن به آب های سطحی می توانند باعث آلودگی محیط زیست و منابع آب های آشامیدنی گردند. تری فلورالین علف هرزکش دی نیتروآنیلین با مصرف جهانی ۲۵ میلیون پوند در سال یکی از سموم پر مصرف کشاورزی است . تری فلورالین جزء مواد سمی است و در گروه C مواد سرطان زا قرار دارد و تاثیر سوء روی غدد درون ریز انسان می گذارد. این سم بارها در آب ها و منابع آب های آشامیدنی مشاهده شده است و آلودگی بسیاری ایجاد کرده است. اکسیداسیون پیشرفته، به عنوان روشی مناسب و جدید برای حذف آلاینده های منابع آب های آشامیدنی در نظر گرفته می شود. در این فرایند، رادیکال هیدروکسیل جزء اکسیدکننده ی اصلی و پایه ای محسوب می شود . در این تحقیق حذف تری فلورالین با روش ازن زنی و اشعه ی فرابنفش به تنهایی و ترکیب این روش ها با عنوان اکسیداسیون پیشرفته شامل ازن/ اشعه ی فرابنفش، ازن/ پراکسید هیدروژن، اشعه ی فرابنفش/ پراکسید هیدروژن و ازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسید هیدروژن در یک راکتور ایرلیفت انجام شده است. راندمان، مزایا و معایب این روش ها با یکدیگر مقایسه شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که انجام آزمایشات اکسیداسیون پیشرفته در راکتور ایرلیفت دارای راندمان نسبتا بالایی است. می توان مزیت راکتور ایرلیفت را بخاطر اختلاط بالاتر و از طرفی در دسترس قرار دادن ازن و عوامل اکسنده به صورت یکسان برای ذرات تری فلورالین دانست. همچنین سیستم ازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسید هیدروژن که تا بحال برای تخریب تری فلورالین بکار برده نشده است دارای بیشترین راندمان با میزان حذف ۹۶/۹٪ پس از ۶۰ دقیقه آزمایش در میان سیستم های اکسیداسیون مختلف بکار رفته است. تاثیر متغیر های دبی ازن در دو دبی($۱۰cm^3/s$و۱۵) ،در سه (۵،۷ و۹)PHمورد بررسی قرار گرفت. افزایش هر دو متغیر داری تاثیر مثبت بر میزان حذف است. در این میان افزایش pH، در آزمایشات شامل ازن بر میزان حذف بسیار موثر است. سیستم ازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسید هیدروژن با دبی cm^3/s ۱۰از ازن وpH۹، با حذف ۹۸/۵٪ مطلوب ترین سیستم می باشد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: استاندارد آب آشامیدنی و آلودگی آب ها

۱-۱- آب آشامیدنی ۲

۱-۲- عوامل آلوده کننده آب..... ۲

۱-۲-۱- عوامل آلوده کننده آب های زیر زمینی..... ۲

۱-۲-۲- عوامل آلوده کننده آب های سطحی..... ۳

۱-۳- ویژگیهای فیزیکی آ ب آشامیدنی..... ۴

۱-۴- ویژگی های شیمیایی آب آشامیدنی..... ۵

۱-۴-۱ - آفت کش ها..... ۹

۱-۴-۲- گندزداها و محصولات جانبی گندزدایی..... ۱۱

۱-۴-۳- مقدار کلر آزاد باقی مانده..... ۱۲

فصل دوم: فرایند اکسایش پیشرفته

۲-۱- فرآیند اکسایش پیشرفته..... ۱۵

۲-۱-۱- تاثیر خواص آب..... ۱۵

۲-۲- معایب کلی سیستم اکسایش پیشرفته..... ۱۶

۲-۲-۱- محصولات جانبی اکسیداسیون..... ۱۶

۲-۲-۲- تشکیل یون برومات در حضور ازن..... ۱۶

۲-۲-۳ - دخالت ترکیبات متفاوت..... ۱۷

۲-۳- اشعه ی فرابنفش..... ۱۷

۲-۴- ازن..... ۱۸

۲-۴-۱- کاربرد ازن در تصفیه آب آشامیدنی..... ۱۸

۲-۴-۲- خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی ازن..... ۱۹

۲-۴-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ازن ۲۰

۲-۴-۴- مزایای گاز ازن..... ۲۲

۲-۴-۵- روش های تولید ازن..... ۲۳

۲-۵- مکانیسم اکسیداسیون ترکیبات آلی مقاوم..... ۲۸

۲-۶- راکتورهای ایرلیفت..... ۳۰

۲-۶-۱- ساختار و عملکرد راکتورهای ایرلیفت..... ۳۱

۲-۶-۲ - کاربرد راکتورهای ایرلیفت..... ۳۲

۲-۶-۳ - مزایای استفاده از راکتورهای ایرلیفت..... ۳۳

۲-۶-۴- معایب استفاده از راکتورهای ایرلیفت..... ۳۳

فصل سوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۳-۱- تری فلورالین..... ۳۵

۳-۱-۱- مشخصات تری فلورالین..... ۳۵

۳-۲- روش های اکسایش پیشرفته ۳۷
۳-۲-۱- روش های غیر فتوشیمیایی ۳۸
۳-۲-۲ - روش های فتوشیمیایی ۴۱
۳-۳- طراحی و مقایسه روش های اکسایش پیشرفته ۴۵
فصل چهارم: مواد و روش ها
۴-۱- مواد آزمایش ۵۱
۴-۲- آنالیز ۵۳
۴-۲ -۱- کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا ۵۳
۴-۲-۲ - تفاوت HPLC با GC ۵۷
۴-۲-۳- نانوفناوری و کروماتوگرافی ۶۱
۴-۲-۴- اجزاء دستگاهHPLC ۶۱
۴-۲-۵- نتایج آنالیز ۶۳
فصل پنجم : تفسیرنتایج
۵-۱- حذف تری فلورالین با ازن زنی ۶۹
۵-۲- حذف تری فلورالین با اشعه ی فرابنفش ۷۳
۵-۳- حذف تری فلورالین با ازن/ پراکسیدهیدروژن ۷۴
۵-۳-۱- مزایا ومعایب ۷۷
۵-۳-۲- تشکیل یون برومات در حضور ازن ۷۷
۵-۴- حذف تری فلورالین با اشعه ی فرابنفش/ ازن ۷۸
۵-۴-۱- مزایا ومعایب ۸۰
۵-۵- حذف تری فلورالین بااشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن ۸۱
۵-۵-۱- مزایا و معایب ۸۲
۵-۶- حذف تری فلورالین باازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن ۸۲
نتیجه گیری ۸۷
پیشنهادات ۸۹
منابع ۹۱

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- راکتورهای ایرلیفت..... ۳۲
شکل ۳-۱- ساختار تری فلورالین..... ۳۶
شکل ۴-۱- طرح کلی از فرایند..... ۵۱
شکل ۴-۲- راکتور ایرلیفت بکار رفته در آزمایش..... ۵۲
شکل ۴-۳- برنامه ریز حلال ها..... ۶۱
شکل ۴-۴- آشکارسازها..... ۶۲
شکل ۴-۵- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با ازن زنی در دقیقه ۲۰..... ۶۳
شکل ۴-۶- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با ازن زنی در دقیقه ۱۲..... ۶۳
شکل ۴-۷- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با ازن/ اشعه ی فرابنفش در دقیقه ۶۰..... ۶۳
شکل ۴-۸- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با ازن/ اشعه ی فرابنفش در دقیقه ۲۰..... ۶۳
شکل ۴-۹- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با اشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن در دقیقه ۴۰..... ۶۴
شکل ۴-۱۰- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با اشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن در دقیقه ۶۰..... ۶۴
شکل ۴-۱۲- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با پراکسیدهیدروژن/ ازن در دقیقه۶..... ۶۴
شکل ۴-۱۲- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با پراکسیدهیدروژن/ ازن در دقیقه ۶..... ۶۴
شکل ۴-۱۳- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با اشعه ی فرابنفش در دقیقه۱۲..... ۶۵
شکل ۴-۱۴- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با اشعه ی فرابنفش و پراکسیدهیدروژن در دقیقه۱۲..... ۶۵
شکل ۴-۱۵- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با ازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن در دقیقه۲۰..... ۶۵
شکل ۴-۱۶- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با ازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن در دردقیقه ۶۰..... ۶۵
شکل ۴-۱۷- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با پراکسیدهیدروژن در دقیقه۲۰..... ۶۶
شکل ۴-۱۸- نتایج آنالیز اکسیداسیون تری فلورالین با پراکسیدهیدروژن در دقیقه۶۰..... ۶۶
شکل ۵-۱- حذف تری فلورالین با ازن در دبی $۱۰cm^3/s$ از ازن و pH ۵..... ۷۱
شکل ۵-۲- حذف تری فلورالین با ازن در دبی $۱۵cm^3/s$ از ازن و pH ۵..... ۷۱
شکل ۵-۳- حذف تری فلورالین با ازن در دبی $۱۰cm^3/s$ از ازن و pH ۷..... ۷۲
شکل ۵-۴- حذف تری فلورالین با ازن در دبی $۱۰cm^3/s$ از ازن و pH ۹..... ۷۳
شکل ۵-۵- تاثیر pH در حذف تری فلورالین در ازن زنی..... ۷۳
شکل ۵-۶ -حذف تری فلورالین در حضور اشعه ی فرابنفش..... ۷۴
شکل ۵-۷- حذف تری فلورالین با ازن در دبی $۱۰cm^3/s$ از ازن/ پراکسیدهیدروژن..... ۷۶
شکل ۵-۸- حذف تری فلورالین با ازن در دبی $۱۵cm^3/s$ از ازن/ پراکسیدهیدروژن..... ۷۶

شکل ۵-۹- تاثیر دبی ازن در حذف تری فلورالین در حضور ازن/ پراکسیدهیدروژن..... ۷۷
شکل۵-۱۰: حذف تری فلورالین در حضور اشعه ی فرابنفش / ازن در دبیcm^3/s ۱۰ ..... ۷۹
شکل ۵-۱۱: حذف تری فلورالین در حضور اشعه ی فرابنفش / ازن$cm3/s$ ۱۵..... ۸۰
شکل ۵-۱۲: تاثیر دبی ازن در حذف تری فلورالین در حضور ازن / اشعه ی فرابنفش..... ۸۰
شکل ۵-۱۳: حذف تری فلورالین در حضور اشعه ی فرابنفش و پراکسیدهیدروژن..... ۱۲
شکل ۵-۱۴: حذف تری فلورالین با ازن زنی در دبی cm^3/s ۱۰ / پراکسید هیدروژن/ اشعه ی فرابنفش ۸۴
شکل۵-۱۵: حذف تری فلورالین با ازن زنی در دبی cm^3/s ۱۵ / پراکسید هیدروژن/ اشعه ی فرابنفش..... ۸۴
شکل۵-۱۶:تاثیر دبی ازن در حذف تری فلورالین با ازن زنی / پراکسید هیدروژن / اشعه ی فرابنفش ۸۵
شکل ۵-۱۷: تاثیر pH درحذف تری فلورالین با ازن زنی / پراکسید هیدروژن /اشعه ی فرابنفش در دبیcm^3/s ۱۰از ازن..... ۸۵
شکل۵-۱۸: تاثیر pH درحذف تری فلورالین با ازن زنی / پراکسید هیدروژن/ اشعه ی فرابنفش در دبیcm^3/s ۱۵ از ازن..... ۸۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱ - ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی..... ۵
جدول ۱-۲- حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی سمی..... ۶
جدول ۱-۳- حداکثر مجاز و مطلوب مواد شیمیایی معدنی غیر سمی موجود در آب آشامیدنی..... ۷
جدول ۱-۴- حداکثر مجاز و مطلوب مواد شیمیایی معدنی غیر سمی موجود در آب آشامیدنی ۸
جدول ۱-۵- حداکثر مجاز برخی از مواد شیمیایی آلی در آب آشامیدنی..... ۹
جدول ۱-۶- حداکثر مجاز و مطلوب برخی از گندزداها موجود در آب آشامیدنی..... ۱۱
جدول ۱-۷- حداکثر مجاز و مطلوب برخی ازمحصولات جانبی گندزداهاموجود در آب آشامیدنی ۱۲
جدول ۱-۸- حداقل مجاز مقدارآزاد کلر باقی مانده متناسب با pH در آب آشامیدنی..... ۱۳
جدول۱-۹- مقدار مجازکلر آزاد باقی مانده در آب آشامیدنی در سیستم های مختلف آبرسانی و محل برداشت..... ۱۳
جدول ۲-۱- خواص ازن..... ۲۱
جدول ۲-۲- قدرت اکسیدکنندگی نسبی گونه های مختلف..... ۲۷
جدول ۲-۳- ثابت سرعت واکنش و رادیکال هیدروکسیل..... ۲۹
جدول ۳-۱- مشخصات تری فلورالین..... ۳۵
جدول ۳-۲- رادیکال هیدروکسیل تشکیل شده در فرایند ازن زنی و پراکسیدهیدروژن..... ۴۱
جدول ۳-۳- هزینه عملیاتی اکسایش پیشرفته..... ۴۳
جدول ۳-۴- مزایا و حعایب چند روش اکسایش پیشرفته..... ۴۶
جدول ۴-۱- مقایسه حوزه کارکرد، محدودیت ها و امتیازات سیستمGC وHPLC..... ۵۸
جدول۴-۲- خصوصیات دستگاه برانامه ریز حلال ها..... ۶۱
جدول۵-۱- شرایط آزمایشگاهی حذف تری فلورالین با ازن..... ۷۰
جدول۵-۲- شرایط آزمایشگاهی حذف تری فلورالین با ازن/ پراکسیدهیدروژن..... ۷۵
جدول۵-۳- شرایط آزمایشگاهی حذف تری فلورالین با ازن/ اشعه ی فرابنفش... ..... ۷۹
جدول۵-۴- شرایط آزمایشگاهی حذف تری فلورالین با ازن/ اشعه ی فرابنفش/ پراکسیدهیدروژن..... ۸۳

فصل اول

استاندارد آب آشامیدنی و آلودگی آب ها

۱-۱- آب آشامیدنی

آبی است، که ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که، مصرف آن جهت آشامیدن، عارضه سوئی در کوتاه مدت یا دراز مدت، برای سلامت انسان، ایجاد نکند. آلودگی آب عبارت است از افزایش مقدار هر معرف اعم از شیمیایی ، فیزیکی یا بیولوژیکی که موجب تغییر خواص و نقش اساسی آن در مصارف ویژه‌اش شود.

۱-۲- عوامل آلوده کننده آب

آب یکی از مهمترین و بنیادی‌ترین عامل حیات موجودات زنده است از این نظر جلوگیری از آلودگی آب نیز به همان نسبت مهم و مورد توجه می‌باشد عوامل آلوده کننده آب بسیار گوناگون‌اند و می‌توانند هم منابع آب های زیرزمینی و هم آب های سطحی را آلوده کنند.

۱-۲-۱- عوامل آلوده کننده آب های زیرزمینی

- کانی های موجود در معادن سطحی که در اثر تغییر و تبدیل به عامل آلوده کننده مبدل می‌شود. مثلا آب جاری سطحی (حاصل از باران و ...) هنگام عبور از معادن زغال سنگ ، دی‌سولفید آهن « ۲» (پیریت) همراه با زغال سنگ را در خود حل کرده و سپس در اثر واکنش ، هوا آنرا به اسید سولفوریک تبدیل می‌کند. اسید حاصل ضمن عبور از لایه‌های مختلف مخازن زیرزمینی ، موجب آلوده شده آن می‌شود.

-جمع شدن فاضلابهای شهری بویژه اگر در یک حوزه آهکی و یا شنی وارد شوند از آن که در معرض باکتری ها قرار گیرند و تجزیه شوند، مستقیما و به راحتی به مخازن زیرزمینی نفوذ پیدا کرده و موجب آلوده شدن آنها می‌شود.

- ضایعات رادیواکتیوی یکی از عوامل آلوده کننده مهم منابع آبی زیرزمینی است که امروزه یکی از راههای رفع آنها که در حقیقت مشکل بزرگی برای صاحبان تکنولوژی هسته‌ای نیز به شمار می‌رود دفن آنها در زیر زمین است علاوه بر دفن ضایعات رادیواکتیو در زیر زمین ، همه انفجار های هسته‌ای زیر زمینی نیز موجب آلوده شدن آبهای زیر زمینی می‌شود [۱].

۱-۲-۲- عوامل آلوده کننده آب های سطحی

-حشره کش ها، سموم دفع آفات نباتی و کودهای شیمیایی که از ضروریات توسعه کشاورزی است نا خواسته موجب آلودگی آب های سطحی می‌شوند. از این میان ددت را می توان نام برد.

- فاضلاب خانگی :کلیه پاک کننده‌ها که وارد آب های سطحی می‌شوند ترکیباتی را در آب ها وارد می‌کنند که اگر خنثی نشوند و یا توسط میکرو اورگانیسم‌ها تجزیه و تخریب نشوند بصورت سمی مهلک زیان بسیاری برای آبزیان به بار می‌آورند.

-آلوده کننده‌های صنعتی: بسیاری از ضایعات صنعتی به آبزیان زیان های جدی می‌رسانند. این ضایعات برای خنثی شدن مقدار زیادی از اکسیژن محلول در آب را به مصرف رسانیده و موجب کاهش اکسیژن مورد نیاز برای آبزیان می‌شود و تهدید به مرگ می‌کنند. از طرف دیگر بسیاری از خود این ضایعات سمی بوده و موجب مسمومیت آبزیان می‌شوند مانند فلزات سنگین ، جیوه ، سرب ، مس و غیره. وارد شدن ترکیبات فسفردار و نیتروژن‌دار در آب موجب رشد جلبک‌هائی می‌شود که ضمن ایجاد بو و مزه غیر طبیعی آب، اکسیژن آب را مصرف کرده و باعث کاهش میزان آن و بروز صدمات و تلفات آبزیان می‌شود.

- مواد شیمیایی معدنی[1]: ترکیباتی هستند که معمولاً عنصر کربن در ساختار آن ها وجود ندارد. این ترکیبات معمولاً از طریق منابع طبیعی و یا از طریق فعالیت های انسانی در آب وارد می شوند و به دو دسته مواد شیمیایی معدنی سمّی و غیرسمّی، تقسیم میشوند.
- مواد شیمیایی معدنی سمّی: آن دسته از مواد شیمیایی معدنی است، که پتانسیل سمّی کردن آب و ایجاد عارضه سوء، در کوتاه مدت یا دراز مدت در سلامت انسان را دارند.
- مواد شیمیایی معدنی غیرسمّی: مواد شیمیایی معدنی است، که معمولا به صورت طبیعی یافت میشوند و وجود برخی از آن ها در حد مطلوب برای بدن انسان ضروری است.
- مواد شیمیایی آلی: به مجموعه مواد غیرمعدنی اطلاق میشوند، که در ساختار مولکولی خود دارای عنصر کربن می باشند و شامل هیدروکربن های آلیفاتیک، هیدروکربن های آروماتیک و سایر مواد هستند.
- گندزداها[2]: گندزداها عبارتند از، عوامل فیزیکی و مواد شیمیایی که برای تصفیه آب آشامیدنی و به منظور زدودن یا غیرفعال کردن تمامی عوامل میکروبی بیماری زا، به کار میروند.
- محصولات جانبی گندزدایی: محصولات جانبی گندزدایی شامل موادی هستند که در نتیجه واکنش ماده گندزدا با پیش سازها[3] تولید می شوند.

[1] Mineral Chemical Compound
[2] Disinfectant
[3] Precursors

- مواد رادیواکتیو: موادی است متشکل از هسته های ناپایدار ، که به طور خود به خود دچار تغییراتی شده که نتیجه آن تشکیل ترکیبات هسته ای ناپایدارتر می باشد .لازم به ذکر است که، بعضی از هسته های ناپایدار به طور طبیعی وجود داشته و بعضی دیگر به صورت مصنوعی بوده و از انواع فرآیندهای تلاشی که در هسته های رادیواکتیو طبیعی و مصنوعی ایجاد می شود، می توان به گسیل آلفا، گسیل بتا، گسیل پوزیترون و تابش گاما، اشاره نمود .
- آفت کش[1]: هر ماده ای یا مخلوطی از مواد که به منظور پیشگیری، انهدام یا کنترل هر آفتی شامل ناقلین عوامل بیماری زا به انسان و حیوانات، گونه های ناخواسته از گیاهان یا حیواناتی که سبب خسارت در طول دوره تولید، فرآوری، انبارداری، حمل و نقل و بازار رسانی مواد غذایی، محصولات کشاورزی، چوب و علوفه استفاده می گردد.

حد مطلوب[2]: عبارت است از، ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آب آشامیدنی، به طوری که، بیش تر از آن حد(تا مقدار حداکثر مجاز)، برای کیفیت آب آشامیدنی مطلوب نمی باشد، اما هنوز قابل آشامیدن است. حد مطلوب با در نظر گرفتن قابل پذیرش بودن آب از نظر طعم[3] و بوی[4] آب، موارد زیباشناختی[5]، ملاحظات فنی، راهبری و اقتصادی آب، تعیین شده است.

حداکثر مجاز[6]: حد مجازی از ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آب آشامیدنی است، که مصرف آن در کوتاه مدت یا دراز مدت، سبب ایجاد عارضه سوء برای سلامت انسان نشود.

کلر آزاد باقی مانده[7]: به مجموع اسید هیپوکلرو[8] و یون هیپوکلریت[9]در آب آشامیدنی گفته می شود.

کدورت آب: عبارت است از وجود ذرات معلّق در آب که سبب شکستگی، پراکندگی و جذب تمامی یا قسمتی از نور شده و مانع عبور بخشی یا تمام نور تابیده شده از آن گردد [۲].

تصفیه خانه بزرگ: به تصفیه خانه هایی با ظرفیت تولید آب یک متر مکعب بر ثانیه و بیشتر گفته میشود.

تصفیه خانه کوچک: به تصفیه خانه هایی با ظرفیت تولید آب کمتر از یک متر مکعب بر ثانیه گفته میشود.

۱-۳- ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی

ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی باید با مشخصات داده شده در جدول ۱-۱، مطابقت داشته باشد.

---

[1] Pesticide
[2] Admissible Limit
[3] Taste
[4] Odor
[5] Aesthetic
[6] MCL : Maximum Contaminant Level
[7] Free Residual Chlorine
[8] HOCl
[9] OCL^-

جدول ۱-۱: ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی [۳]

ردیف	ویژگی	حد مطلوب	مقدار مجاز	واحد اندازه گیری
۱	کدورت	کم تر یا مساوی۱	حداکثر۵	NTU_2
۲	رنگ	-	حداکثر۱۵	پلاتین، کبالت برای رنگ حقیقی آب T.C.U3
۳	بو	حداکثر ۲ واحد در ۱۲ درجه سلسیوس و حداکثر۳ واحد در ۲۵ درجه سلسیوس		رقم آستانه بوTON_4
۴	pH	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	-

طعم و بو: آب آشامیدنی باید بدون هرگونه طعم و بوی نامطلوب باشد.
ویژگی های ظاهری: آب آشامیدنی باید بدون هرگونه مواد خارجی قابل رویت با چشم غیرمسلح باشد، مانند، شن و روغن.

۱-٤- ویژگی های شیمیایی آب آشامیدنی [۳]

ویژگی های شیمیایی آب آشامیدنی باید به شرح زیر باشد:

- مواد شیمیایی معدنی

- مواد شیمیایی معدنی سمّی

حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی سمّی در جدول۱-۲، تعیین گردیده است.

جدول ۱-۲: حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی سمّی [۳]

ردیف	نوع ترکیب	حداکثر مجاز(mg)
۱	آرسنیک	۰/۰۷
۲	آزبست	۰/۰۰۷
۳	سرب	۰/۰۱
۴	کروم	۰/۰۵
۵	سلنیوم	۰/۰۱
۶	کادمیوم	۰/۰۰۳
۷	آنتیموان	۰/۰۲
۸	جیوه	۰/۰۰۶
۹	مولیبدن	۰/۰۷
۱۰	سیانور	۰/۰۷
۱۱	بر	۰/۵
۱۲	نیکل	۰/۰۷
۱۳	باریم	۰/۷
۱۴	وانادیوم	۰/۱

- مواد شیمیایی معدنی غیرسمّی

حداکثر مقدار مجاز و مطلوب مواد شیمیایی معدنی غیر سمّی موجود درآب آشامیدنی در جدول ۱-۳ تعیین گردیده است.

جدول۱-۳: حداکثر مجاز و مطلوب مواد شیمیایی معدنی غیرسمّی موجود در آب آشامیدنی [۳]

ردیف	ترکیب	حداکثر مطلوب	حداکثرمقدار مجاز (mg/l)
۱	کل مواد جامد محلول[1]	۱۰۰۰	۱۵۰۰
۲	سختی کل[2]	۲۰۰	۵۰۰
۳	کلرور	۲۵۰	۴۰۰
۵	هیدروژن سولفوره	۰/۰۵	–
۶	آهن	۰/۳	–
۷	منگنز	۰/۱	۰/۴
۸	آلومینیوم	۰/۱	۰/۱-۰/۲
۹	روی	۳	–
۱۰	مس	۱	۲
۱۱	نیترات	-	۵۰
۱۲	نیتریت	-	۳
۱۳	کلسیم	۳۰۰	–
۱۴	منیزیم	۳۰	–
۱۵	آمونیاک	۱/۵	–
۱۶	سدیم	۲۰۰	۲۰۰

– مواد شیمیایی آلی

حداکثر مقدار مجاز و مطلوب مواد شیمیایی آلی در آب آشامیدنی در جدول ۱-۴ تعیین گردیده است.

[1] TDS
[2] CaCO3

جدول ۱-٤:حداکثر مجاز و مطلوب مواد شیمیایی آلی موجود در آب آشامیدنی [۳]

ردیف	گروه	نام ماده	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
۱	آلکان های کلرینه شده	تتراکلراید کربن	-	۰/۰۰۴
۲		دی کلرومتان	-	۰/۰۲
۳		۱و ۲ دی کلرواتان	-	۰/۰۳
۴	اتن های کلرینه شده	۱ و ۲ دی کلرواتن	-	۰/۰۵
۵	هیدروکربن های آروماتیک	تری کلرواتن	-	۰/۰۲
۶		تتراکلرواتن	-	۰/۰۴
۷		بنزن	-	۰/۰۱
۸		تولوئن	۰/۰۲۴	۰/۷
۹		زایلن ها	۰/۰۲	۰/۵
۱۰		اتیل بنزن	۰/۰۰۲	۰/۳
۱۱		استیرن	۰/۰۰۴	۰/۰۲
۱۲		شاخص بنزوپیرن	-	۰/۰۰۰۷
۱۳	بنزن های کلرینه شده	مونوکلروبنزن	۰/۰۱	-
۱۴		۱و۲-دی کلروبنزن	۰/۰۰۱	۱
۱۵		۱و ۴ -دی کلروبنزن	۰/۰۰۳	۰/۳
۱۶		۱و ۲- ۳ تری کلروبنزن	۰/۰۱	-
۱۷		۱و۲ -۴ تری کلروبنزن	۰/۰۰۵	-
۱۸		۱و۳و -۵تری کلروبنزن	۰/۰۵	-
۱۹	سایر مواد آلی	دی (۲اتیل هگزیل)	-	۰/۰۰۰۸
۲۰		اکریل آمید	-	۰/۰۰۰۰۵
۲۱		اپی کلروهیدرین	-	۰/۰۰۰۴
۲۲		هگزاکلرو بوتادین	-	۰/۰۰۰۶
۲۳		ترا آمین دی اتیلن	-	۰/۶

		استیک اسید		
۲۴		نیتریلوتری استیک اسید	-	۰/۲
۲۵		دی متوات	-	۰/۰۰۶
۲۶		۱-۴ دیوکسان	-	۰/۰۵
۲۷		متیل ترشری بوتیل اتر	۰/۰۱۵	-
۲۸		میکروکیستین	-	۰/۰۰۱
۲۹		وینیل کلراید	-	۰/۰۰۰۳

۱-٤-۱- آفت کش ها

باقیمانده نوع سموم دفع آفات در آب آشامیدنی هر منطقه، باید براساس نوع سموم مجازی که از طرف سازمان حفظ نباتات تعیین شده و یا در منطقه به مصرف میرسد، جستجو شود و مقدار آن نباید از مقادیرتعیین شده در جدول ۱-۵ به شرح زیر بیش تر باشد [۴].

جدول ۱-۵: حداکثر مجاز برخی از آفت کش ها در آب آشامیدنی [٤]

ردیف	نام ماده		حداکثرمجاز (mg/l)
۱	آلاکلر	Alachlor	۰/۰۲
۲	آلدیکارب	Aldicarb	۰/۰۱
۳	آلدرین و دی آلدرین	Aldrin and dieldrin	۰/۰۰۰۳
۴	آترازین	Atrazine	۰/۰۰۲
۵	کربوفوران	Carbofuran	۰/۰۰۷
۶	کلردان	Chlordane	۰/۲
۷	کلرپیریفوس	Chlorpyrifos	۰/۰۳
۸	کلروتولورن	Chlorotoluron	۰/۰۳
۹	سیانازین	Cyanazine	۰/۰۰۰۰۶
۱۰	د.د.ت دی کلرودی فنیل تری کلرواتان	DDT Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane	۰/۰۰۱