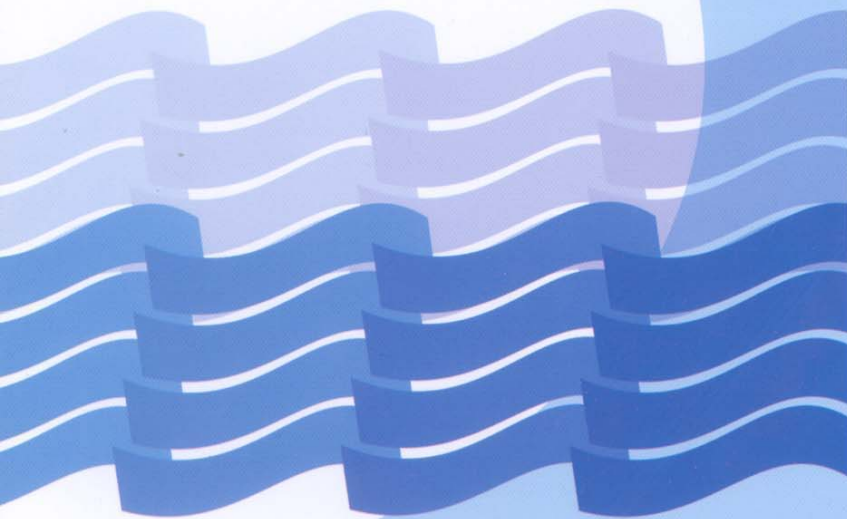




دستورالعمل بررسی ویژگیهای عمومی آب



دستورالعمل بررسی ویژگیهای عمومی آب

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است.

با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو دفتر استانداردها و معیارهای فنی شرکت مدیریت منابع آب ایران در جهت نیل به این هدف، با مشخص نمودن رسته‌های اصلی مهندسی آب اقدام به تشکیل گروه‌های علمی - تخصصی با عنوان کمیته‌های تخصصی نموده که نظارت بر تهیه استانداردها را به عهده دارند.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین می‌گردد:

- استفاده از تخصص و تجارب کارشناسان و صاحب نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرحها
- پرهیز از دوباره کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه کننده استاندارد

آگاهی از نظرات کارشناسان و صاحب نظرانی که فعالیت آنها به نوعی در ارتباط با تهیه استانداردهای مهندسی آب می‌باشد موجب امتنان خواهد بود.

ترکیب اعضای کمیته

ترکیب اعضای کمیته فنی شماره ۱۲ گروه کیفیت که در تهیه و تدوین این استاندارد مشارکت داشته‌اند به شرح

زیر هستند:

خانم زهرا ایزدپناه	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی
آقای رحمتعلی براتعلی	لیسانس مهندسی زمین شناسی و آبشناسی
آقای ماشاله تابع جماعت	لیسانس مهندسی عمران - آب
آقای علی اکبر علوی	فوق لیسانس شیمی و مهندسی بهداشت
خانم فاطمه فروغی زاده	لیسانس مهندسی زمین شناسی و آبشناسی
آقای شهرام کریمی	لیسانس مهندسی زمین شناسی و آبشناسی
آقای بیژن مهرسا	فوق لیسانس مهندسی آبهای زیرزمینی
آقای مهدی هاشمی	لیسانس مهندسی زمین شناسی و آبشناسی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	ویژگیهای عمومی آب
۲	-۱- ماهیت و رفتار آب
۲	-۲- مشخصات مهم آب
۲	۱-۲- حلالیت زیاد آب
۳	۲-۲- ثبات آب
۳	-۳- طبیعت آب
۳	-۴- فرمول آب
۴	-۵- ساختمان مولکولی آب
۴	-۶- فازهای مختلف آب
۴	۱-۶- فاز گازی آب
۵	۲-۶- فاز مایع آب
۵	۳-۶- فاز جامد آب
۶	-۷- تغییرات جرم حجمی آب نسبت به درجه حرارت
۶	-۸- ترکیبات ایزوتوپی آب
۷	-۹- خاصیت قطبی بودن مولکول آب
۸	-۱۰- انواع پیوند در مولکول آب
۸	۱-۱۰- پیوند یونی آب
۹	۲-۱۰- پیوند هیدروژنی آب
۱۰	-۱۱- برخی تأثیرات بر روی خواص آب
۱۱	-۱۲- خواص آب خالص
۱۲	-۱۳- فوائد استثنایی شناور ماندن یخ در آب
۱۴	-۱۴- رسوبزایی آب
۱۴	۱-۱۴- ارزیابی رسوبزایی کلسیم کربنات آب
۱۴	۲-۱۴- محاسبه
۱۶	-۱۵- خصوصیات ظاهری آب
۱۶	۱-۱۵- کدورت آب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۸	۲-۱۵ سنجش کدورت آب به روش نفلومتری
۱۹	۳-۱۵ رنگ ظاهری آب
۲۰	۴-۱۵ اندازه گیری رنگ آب
۲۲	۵-۱۵ بوی آب
۲۶	۶-۱۵ مزه و طعم آب
۳۱	۷-۱۵ درجه حرارت
۳۲	۱۶- فهرست منابع و مآخذ

مقدمه

آب، ماده‌ای بسیار ساده است. با شکل‌گیری و پیدایی آب، حیات و زندگانی موجودات در کره زمین شروع و ادامه یافته است. آب از دیدگاه رفتارشناسی شیمیایی بس شگرف‌انگیز داشته و آبادانی و سرسبزی و خرمی به همراه می‌آورد. این ماده، باعث ارتقاء زندگی، فرهنگ و پدیدار شدن تمدن‌ها می‌گردد.

پیشینیان ما، هزارها سال پیش با ایجاد سازه‌های بزرگ آبی مانند: سدها، نهرهای پیشرفته انتقال آب، قنات‌ها و ساخت شهرهایی با خیابانهای وسیع، با ساختمانهای یک اشکوبه و دواشکوبه مجهز به گرمابه‌های خانگی و همگانی، روزانه تا یک میلیون متر مکعب آب بهداشتی را در آبروهای سنگی و لوله‌های فلزی توزیع می‌نموده‌اند فاضلاب این شهرها را در شبکه‌هایی ویژه جمع‌آوری و در خارج از شهر به مصرف می‌رساندند این ساخت و سازها هنوز از شاهکارهای مهندسی به شمار می‌آیند. امروزه، آب این ماده زندگی بخش موضوع مورد بحث، شماری از رشته‌های علمی و فنی قرار گرفته است.

آب در طبیعت در فراگردی همیشگی بنام چرخه آبی، با انجام یک سلسله کنش و واکنش، و برهم‌کنش با تأثیر پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی در فرایندهای ویژه‌ای آب سطح اقیانوسها تبخیر شده و به شکل ریزشهای جوی به زمین رسیده و در دسترس قرار می‌گیرد. در این فراگرد، چرخه دیگری موسوم به چرخه زیستی فعال می‌باشد که در اثر آن آب با حلالیت بسیار و مناسب مواد مغذی مورد نیاز موجودات را به آنها می‌رساند. در این عملیات شروع و خاتمه هر فرایند با ویژگی خاصی همراه بوده که مجموع این ویژگیها با واژه کیفیت آب تعریف می‌شود.

از نظر اقتصادی، آب کالای گرانبهایی است که در مصارف عمومی و کشاورزی باید بسیار سنجیده به کار رود. این روزها با توسعه بی‌رویه صنایع، حجم بزرگی از آب مصرف نموده و آب برگشتی از این واحدها با ویژگیهای غیرعادی و آلودگی به مواد آلاینده پایدار موجبات فاجعه‌های زیست محیطی را فراهم می‌نمایند.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و ساختمان آن با ترکیبهای مشابه خود بسیار متفاوت است و رفتار فوق‌العاده‌ای دارد. شناخت خصوصیات آب بدون آگاهی از دانش ساختمان اتمی، ساختمان مولکولی و پیوندهای شیمیایی آن میسر نمی‌باشد.

در این دستورالعمل استاندارد ساختمانهای اتمی و مولکولی آب و پیوندهای شیمیایی و خصوصیات آن براساس آخرین یافته‌ها به عنوان هسته مرکزی و بنیادی، بررسی ویژگی شرح داده شده و روشهای استاندارد آزمونهای فیزیکی ارزیابی ویژگیهای نامبرده ارائه گشته است.

ویژگیهای عمومی آب

۱- ماهیت و رفتار آب

در فرآیند بررسیهای مختلف هیدروژئوشیمیایی، دستیابی به اطلاعاتی درباره عوامل و قوانینی که موجب تغییر خواص آب می‌شود، ضروری می‌باشد. از این رو به کلیاتی درباره طبیعت و رفتار آب در شرایط گوناگون، اشاره می‌گردد.

۲- مشخصات مهم آب

آب دارای دو مشخصه مهم حلالیت زیاد و ثبات می‌باشد. که آن را از سایر مواد متمایز می‌نماید.

۱-۲ حلالیت زیاد آب

آب بعنوان حلال، بیشتر مواد شیمیایی را بصورت‌های جامد - مایع و گاز در خود حل می‌نماید. محلول حاصل یا بشکل یک سری یون در آب ظاهر می‌شود. و یا آنکه بصورت ترکیبات غیریونی در آب باقی می‌ماند. و از خصوصیات آب آن است که، آب را بعنوان حلال به دفعات می‌توان بکار برد. چه اساساً جسمی بی‌اثر است و پس از عمل انحلال، هیچگونه تغییری در خصوصیات شیمیایی آب حاصل نمی‌شود، یعنی چنانچه آب را از اجسام حل شده در آن جدا کنیم دارای همان خواص آب معمولی می‌باشد. حلالیت اجسام تابعی از دما و فشار است، مثلاً برخی از گازهای محلول در آب را می‌توان در اثر حرارت و یا کم کردن فشار، از آب خارج نمود.

حلالیت زیاد آب، باعث ازدیاد و بالارفتن غلظت املاح گوناگون در منابع آب می‌گردد. مواد محلول موجود در منابع آب بر حسب اهمیت و مقادیر آنها در چهار گروه می‌توان دسته‌بندی کرد.

گروه اول موادی که غلظت آنها از ۱ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است. یونهای قابل ذکر عبارتند از: سدیم، کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات، سولفات، کلراید.

گروه دوم موادی که غلظت آنها پائین‌تر از ۱ تا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر است. شامل یونهای آهن، استرانسیم، پتاسیم، کربنات، نیترات، نیتريت، فلوراید و بر.

گروه سوم موادی که با غلظتهای بسیار پائین ۰/۱ تا ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر است. شامل آنتیموان، آلومینیم، آرسنیک، باریم، برم، کادمیم، کرم، کبالت، مس، ژرمانیم، ید، سرب، لیتیم، منگنز، مولیبدن، نیکل، فسفات، ریدیم، سلنیم، تیتانیم، اورانیم، وانادیم، روی.

گروه چهارم موادی که معمولاً غلظت آنها پائین‌تر از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر است. شامل: بریلیم، بیسموت، سزیم، گالیم، طلا، اندیم، لانتانیم، پلاتین، رادیم، روتنیم، نقره، تالیم، توریم، قلع، تنگستن می‌باشد.

۲-۲ ثبات آب

آب ماده شیمیایی بسیار باثباتی است که در طبیعت به سه حالت جامد، مایع و بخار به وفور یافت می‌شود. شکل جامد آن به وسیله ساختمان سخت بلوری آن، مشخص می‌شود که در صفر درجه سانتیگراد و یا کمتر به وجود می‌آید. و حجم معینی را اشغال می‌کند. فاز مایع آب با حرارت دادن شکل جامد بدست می‌آید، که نه سخت است و نه دارای شکل مشخص که می‌تواند در اثر اختلاف فشار به جریان بیفتد و در عین حال حجم معینی را اشغال می‌کند. فاز بخار، نه حجم معینی را اشغال می‌کند و نه سخت است.

در بررسیهای هیدروژئوشیمیایی حالت‌های مذکور تحت نام هیدروسفر مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

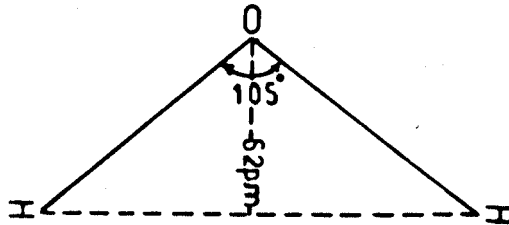
۳-۳ طبیعت آب

آب به عنوان یک ترکیب شیمیایی با ترکیبات مشابه خود بسیار متفاوت می‌باشد. مثلاً اگر ترکیباتی چون H_2Te و یا H_2Se را که دارای فرمولی مشابه H_2O هستند، در نظر گرفته و در یک گروه قرار دهیم، باید انتظار داشت نقطه جوش و سایر خواص، با اضافه شدن وزن مولکولی بطور سیستماتیک، تغییر نماید. به طور تجربی مشاهده شده که نقطه جوش و انجماد دو ماده فوق به صورت منظمی قابل پیش‌بینی می‌باشند، بطوریکه با کم شدن وزن مولکولی، نقطه انجماد و جوش کاهش می‌یابد، در نتیجه پیش‌بینی می‌شود که ماده‌ای با وزن مولکولی آب باید در $100^\circ C$ - منجمد و در $80^\circ C$ + بخار گردد. در حالیکه آب در صفر درجه منجمد و در $100^\circ C$ بخار می‌شود و به این نتیجه می‌رسیم که گرمای ویژه و نهان تبخیر آب خیلی زیاد است.

۴-۴ فرمول آب

فرمول تقریبی آب را می‌توان بصورت H_2O نوشت، مولکول آب دارای حرکت جنبشی بوده که در ارتباط با

اختصاصات فیزیکی و الکتریکی، آب یک مایع مشخص از نوع قطبی^۱ بوده و در بعضی از موارد بنام دو قطبی^۲ نامیده می‌شود. برای نشان دادن دیاگرام آب از دیاگرام مثلثی استفاده می‌شود. اگر پیوند O-H کاملاً بصورت پیوند کووالانسی می‌بود، زاویه H-O-H باید ۹۰ درجه باشد، در صورتیکه بعلت دخالت خاصیت الکترونگاتیوی اکسیژن، زاویه پیوند O-H حدود ۱۰۵ درجه است.



شکل ۱- نمودار سه زاویه‌ای آب

۵- ساختمان مولکولی آب

خواص استثنایی آب مربوط به ساختمان مولکولی آن است، گرچه مولکول آب تقریباً شناخته شده است، ولی نکات غیروشنی در آن وجود دارد. خواص غیرمتعارف آب را می‌توان با بررسی ساختمان مولکولی آن، توجیه نمود. مولکول آب از پیوند شیمیایی اتمهای هیدروژن و اکسیژن، شکل می‌گیرد. در بین مولکولهایی مانند H_2O , NH_3 و HF پیوند خاصی بنام پیوند هیدروژنی وجود دارد که در این مولکولها پیوند هیدروژن، با اتمهایی مانند: فلئور، نیتروژن و اکسیژن حاصل گردیده است. پیوند هیدروژنی از نوع پیوند یونی و یا کووالانسی نبوده بلکه بر اثر یک جاذبه الکترواستاتیکی بوجود آمده است که موجب بالابودن نقطه جوش آب نیز می‌گردد.

۶- فازهای مختلف آب

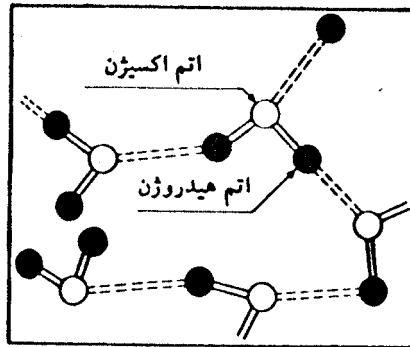
خواص فیزیکی آب در فازهای گاز، مایع و جامد که تابعی از دما و فشار محیط است قابل بررسی می‌باشد.

۱-۶ فاز گازی آب

فرمول آب در حالت گازی H_2O است و به شکل دیاگرام سه زاویه‌ای با ۱۰۵ درجه، شکل ۱ ظاهر می‌شود. با کاهش دما و افزایش فشار، آب به حالت مایع و سپس جامد تبدیل می‌گردد.

۲-۶ فاز مایع آب

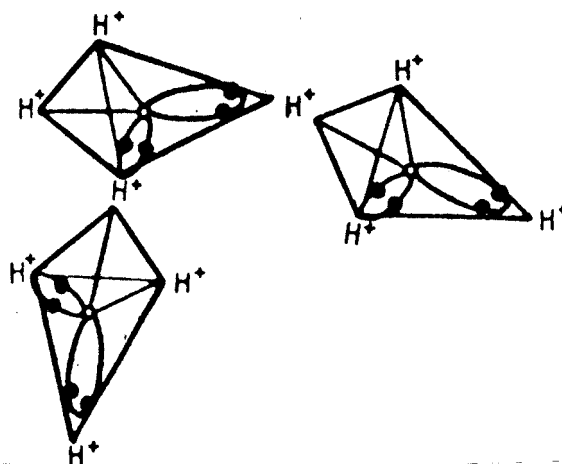
پیوند مولکولی آب در فاز مایع از نوع پیوند هیدروژنی بوده و بدین ترتیب طبق شکل ۲ در اجتماع چند مولکول آب اتم هیدروژن یک مولکول، به اتم اکسیژن مولکول مجاور اتصال یافته و این نوع اتصالات هیدروژنی پیوسته ادامه می‌یابد.



شکل ۲ - پیوند هیدروژنی آب در فاز مایع

۳-۶ فاز جامد آب

آب هنگامیکه منجمد می‌شود در بین مولکولهای آن، پیوند هیدروژنی کاملی بوجود می‌آید. بایستی توجه داشت که طول این پیوندها بلندتر از پیوند کوئوالانسی O-H بوده، بنابراین آب موقع انجماد، افزایش حجم پیدا می‌کند و با انبساط آن وزن حجمی یخ کمتر از وزن حجمی آب خواهد شد. در حالت انجماد، ساختمان آب را می‌توان، بصورت یک چهار وجهی،^۱ که یک مولکول آب در وسط و چهار مولکول در اطراف قرار دارند در نظر گرفت.



شکل ۳- نمایش ساختمان آب در حالت جامد

۷- تغییرات جرم حجمی آب نسبت به درجه حرارت

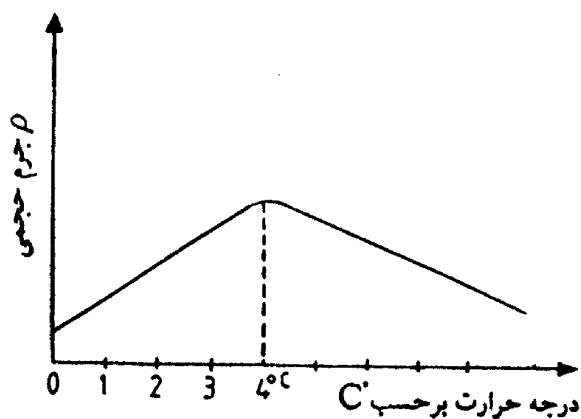
زمانی که آب گرم می‌شود، ابتدا پیوند هیدروژنی بین مولکولها پاره شده و حجم آن کاهش می‌یابد. و جرم حجمی بالا می‌رود. به تجربه ثابت شده که آب در ۴ درجه سانتیگراد بیشترین جرم حجمی خود را خواهد داشت و از ۴ درجه به بالا انرژی جنبشی مولکولها دخالت نموده، حجم آب زیادتر می‌شود، لیکن جرم حجمی آب کاهش می‌یابد. تغییرات جرم حجمی آب را بر حسب افزایش دما، می‌توان بصورت رابطه زیر نوشت.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ جرم حجمی بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب

m جرم بر حسب گرم

V حجم بر حسب سانتیمتر مکعب



شکل ۴- تغییرات جرم حجمی آب نسبت به افزایش دما

۸- ترکیبات ایزوتوپی آب

چون عناصر اکسیژن و هیدروژن دارای ایزوتوپهای گوناگونی می‌باشند. از این رو مولکول آب با وزنه‌های مولکولی مختلف وجود دارد.

تاکنون شش ایزوتوپ از اکسیژن و سه ایزوتوپ از هیدروژن شناخته شده است، و حالت‌های گوناگونی از ترکیبات ایزوتوپی آب ممکن است تشکیل گردد.

تجربه نشان داده که فقط مقدار کمی از این ایزوتوپها در شرایط طبیعی وجود دارند. ترکیباتی غیر از هیدروژن با وزن اتمی یک و اکسیژن شانزده خیلی کم دیده می‌شوند. به عنوان مثال، دوتریوم D با وزن اتمی ۲ و D_2O بسیار کم وجود دارد. تریتیوم T یکی دیگر از ایزوتوپهای هیدروژن است که وزن اتمی آن ۳ می‌باشد که به مقدار کم بعلت تابش پرتوهای کیهانی^۱ بر روی آبهای جوی پدید می‌آید و در آب باران با غلظت ماکزیمم خود دیده می‌شود. نیمه عمر این ایزوتوپ ۱۲/۲۶ سال بوده و از آن برای تعیین سن آب، استفاده می‌شود. ایزوتوپهای شناخته شده اکسیژن عبارتند از:

14O 15O 16O 17O 18O 19O

که 14O , 15O , 19O مواد رادیواکتیو با نیمه عمر کم بوده و به همین جهت در آبهای طبیعی یافت می‌شوند، بطور کلی ایزوتوپهای آب عبارتند از :

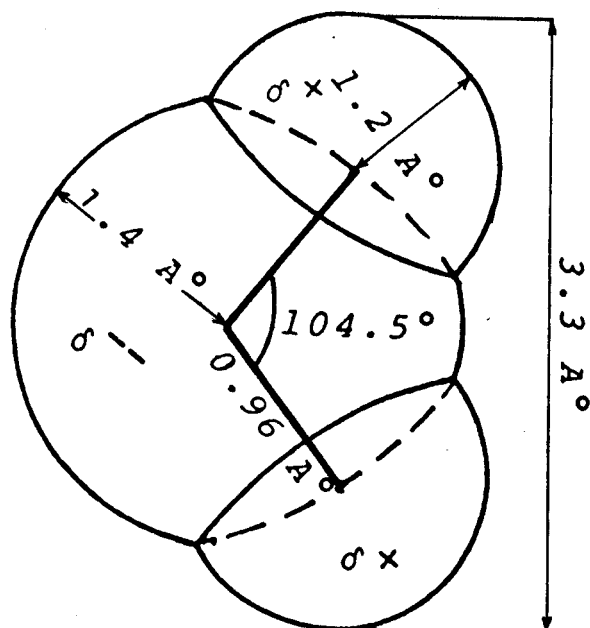
D_2O , HDO, $H_2^{17}O$, $H_2^{18}O$, $H_2^{16}O$

۹- خاصیت قطبی بودن مولکول آب

آب به علت نامتقارن قرارگرفتن دو الکترون از دو اتم هیدروژن در اربیتال خارجی یک اتم اکسیژن، خاصیت قطبی پیدا می‌کند. اتمهای اکسیژن با هشت پروتون در هسته دارای هشت الکترون است که در دو اربیتال درونی و بیرونی قرار گرفته‌اند. دو الکترون آن در اربیتال داخلی و شش الکترون در اربیتال بیرونی است.

اتم هیدروژن یک پروتون در هسته و یک الکترون در اربیتال خود دارد. با قرارگرفتن دو اتم هیدروژن در اربیتال خارجی یک اتم اکسیژن، یک مولکول آب تولید می‌شود. زاویه بین دو اتم هیدروژن در مولکول آب $104/5$ درجه است که این زاویه نزدیک به اندازه زاویه ایزوتوپهای HDO و D_2O می‌باشد. به علت نامتقارن قرارگرفتن اتمهای هیدروژن، مولکول آب قطبی می‌شود، به همین دلیل طرفی از مولکول که در جهت مخالف اتم هیدروژن است دارای بار منفی بوده، در حالیکه هسته هیدروژن که الکترون خود را در مدار آخر اکسیژن قرار داده، دارای بار مثبت می‌گردد.

زاویه $104/5$ درجه بین دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن در مولکول آب در حقیقت می‌بایستی برحسب تئوری هیبریداسیون sp^3 ۱۲۰ درجه باشد، زیرا مولکول آب دارای هیبریداسیون sp^3 است، ولی نیروی الکترومانیتیک موجود بین دو اتم هیدروژن، و همچنین هریک از اتمهای هیدروژن و اکسیژن این زاویه را به $104/5$ درجه کاهش داده است (شکل ۵).



شکل ۵- نمایش یک مولکول آب با شعاع و فواصل آن و زاویه دو اتم هیدروژن نسبت به اکسیژن

۱۰- انواع پیوند در مولکول آب

۱-۱۰ پیوند یونی آب

پیوند یونی اغلب در ترکیبات معدنی دیده می‌شود. در این پیوند یکی از اتمها، الکترون مدار خارجی خود را از دست می‌دهد و اتم دیگر همان الکترون را دریافت می‌کند. وقتی چنین نقل و انتقالات الکترونی به وقوع بپیوندد، باعث می‌شود که هریک از اتمها دارای آرایش اربیتالی کامل شوند. اتمهایی را که الکترون دهنده هستند کاتیون و اتم‌های الکترون گیرنده را آنیون می‌نامند. این پیوندها به علت نیروی جاذبه الکترواستاتیکی، پیوندهای یونی یا الکترووالانس نامیده می‌شوند که پیوندهای پایداری می‌باشند و در نتیجه مولکول پایداری حاصل می‌گردد.

در پیوند کووالانسی یا اشتراکی دو الکترون در پیوند شرکت دارند که هر الکترون از یکی از اتمهای مربوط به آن پیوند، به اشتراک گذاشته شده است. به عبارتی دیگر زوج الکترونی که برای تشکیل هر پیوند کووالانسی لازم است مشترکاً توسط دو اتم در اختیار قرار داده می‌شود. این نوع پیوند اکثراً در ترکیبات آلی دیده می‌شود، و آب از جمله مولکولهایی است که پیوند کووالانسی دارد. در مولکول آب دو پیوند کووالانسی بین اتم اکسیژن از یک طرف و دو اتم هیدروژن از طرف دیگر وجود دارد. هرگاه پیوند کووالانسی بین دو اتم غیرهمسان تشکیل گردد چگالی الکترونی پیوند یکنواخت نخواهد بود و در نتیجه پیوند، دارای دو قطب مثبت و منفی می‌شود. در پیوند O-H چگالی الکترونی

اطراف اکسیژن بیشتر از اطراف هیدروژن است یعنی پیوند، قطبی است و مولکول آب نیز بدان دلیل که مولکولی زاویه دار است و اتمهای آن در یک خط راست قرار نگرفته اند مولکول قطبی است. طول پیوند O-H در مولکول آب کاملاً یکسان و طول هریک 0.96 انگسترم است. اندازه کل مولکول آب $3/3$ انگسترم است (هر انگسترم معادل 10^{-10} متر یا 10^{-8} سانتیمتر است). شکل ۵

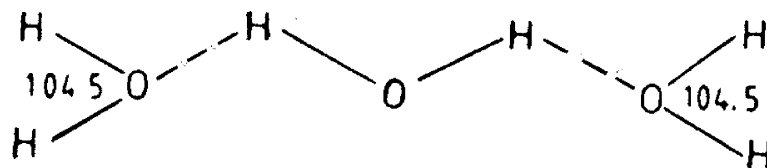
به علت همین ساختمان نامتقارن، مولکول های آب در یک میدان الکتریکی جهت گیری می کنند به طوریکه هیدروژنهایی که دارای بار جزئی مثبت می باشند در جهت قطب منفی یا کاتد قرار می گیرند. این ویژگی را که در مولکول های قطبی مانند آب دیده می شود، ممان دو قطبی می نامند که شدت آن بستگی به درجه جدائی بار مثبت و منفی در هر مولکول دارد و در مورد آب این جدایی بسیار زیاد است. به همین دلیل آب دارای ممان دو قطبی بزرگی است. شدت ممان دو قطبی را توسط کمیتی به نام ثابت دی الکتریک بیان می نمایند. برای آب مقدار ثابت دی الکتریک در 20 درجه سانتیگراد حدود 80 محاسبه شده است (معنی این جمله آن است که شدت جذب یا دفع دو بار الکتریکی در خلاء 80 بار بیشتر است تا در آب). این خصیلت قسمتی از قابلیت بی نظیر آب برای انحلال مواد و مخصوصاً مواد یونی نظیر سدیم کلراید را معلوم می کند. یونهای سدیم و کلراید که در بلور توسط "نیروی الکترواستاتیکی - کولومبی" به یکدیگر جذب می شوند در درون آب به طور مجزا به هیچ وجه خصوصیت آب به عنوان یک حلال قوی را توجیه نمی کند. این خصوصیت و سایر خصوصیات غیرمنتظره آب مانند بالا بودن نقطه جوش، ذوب، گرمای نهان تبخیر و ذوب، چگالی و غیره به نوعی پیوند بستگی دارد که به نام پیوند هیدروژنی شناخته شده است.

مولکول ها وقتی به هم نزدیک می شوند نیروی واندروالسی بین آنها زیادتر می شود. این نیرو بین مولکول ها وجود دارد و افزایش نیروی واندروالسی به خوبی در تبادل یونی آب بایونهای خاک قابل تفسیر می باشد. نقطه ذوب و جوش اجسام بر پایه همین نیروی واندروالسی با افزایش وزن مولکولی آنها افزایش می یابد. حال چنانچه این قاعده کلی در مورد آب به کار برده شود در این صورت نقطه ذوب آب 100°C - و نقطه جوش آن 8°C - خواهد بود. اینکه

آب در 100°C + می جوشد و در 0°C منجمد می شود دلیل قطعی آن است که نیروی قوی تر دیگری از نیروی جاذبه واندروالسی دخالت می کند که مولکول های آب را به هم پیوند می دهد.

۱۰-۲ پیوند هیدروژنی آب

مولکول های آب پیوسته تمایل به تشکیل شبکه ای از مولکول ها دارند و این امر به علت قطبی بودن مولکول های آب می باشد که به صورت پیوند هیدروژنی بیان می شود. این پیوندها، باعث به هم پیوستن مولکول های آب به یکدیگر می گردند. در این پیوندها، هر اتم هیدروژن از مولکول آب، الکترون اکسیژن مولکول مجاور را جذب کرده و تشکیل یک شبکه پیوندی می دهد.



شکل ۶- نمایش پیوندهای هیدروژنی آب

در تعریف فوق حرکت اتمها در یک مولکول و مولکولها، نسبت به هم نادیده انگاشته شده است. لیکن مدل‌های حرکتی بدین نحو توصیف می‌شود که چندین پیوند هیدروژنی به واسطه حرکت، در یک زمان شکسته و پیوندهای دیگری تشکیل می‌شود و یا به عبارتی دیگر در هر مولکول کلیه حرکات انتقالی، چرخشی و ارتعاشی وجود دارد. طیف جذبی حاکی از حرکت ارتعاشی بین اکسیژن و هسته هیدروژن می‌باشد. در حرکت ارتعاشی سه حالت زیر وجود دارد:

- ۱- فاصله هر دو هیدروژن نسبت به اکسیژن کم و زیاد می‌شود.
- ۲- وقتی که هیدروژن اول نزدیک می‌شود هیدروژن دوم دور می‌شود.
- ۳- زاویه بین دو پیوند هیدروژنی با اکسیژن مانند دو اهرم کم و زیاد می‌شود.

۱۱- برخی تاثیرات بر روی خواص آب

با استفاده از خاصیت پیوند هیدروژنی و قطبی بودن آب بعضی از مشخصه‌های آب را می‌توان تشریح کرد که از جمله ظرفیت حلالیت آب است. هنگامیکه ماده‌ای مانند سدیم کلراید NaCl در آب حل شود، هریک از یونهای نمک فوراً به وسیله مولکول آب احاطه می‌گردند و در شبکه‌ای از پیوند هیدروژنی قرار می‌گیرند.

در اثر خاصیت قطبی بودن آب کاتیون سدیم به طرف یون اکسیژن و آنیون کلر به طرف هیدروژن می‌رود و شارژ الکتریکی باقیمانده در مولکول آب به طور جزئی، بار بین مولکول سدیم و کلر را خنثی می‌کند. فرم شبکه‌ای مولکول از نزدیک شدن دو یون سدیم و کلر جلوگیری می‌کند. این پدیده که دو مولکول را از هم دور نگه می‌دارد سبب موثر بودن حلالیت آب می‌شود. پدیده‌هایی همچون کشش سطحی و گرمای نهان با استفاده از خاصیت قطبی بودن آب نیز قابل توجیه می‌باشد.

در کشش سطحی وقتی آب از لوله موئین بالا می‌رود پیوندهای هیدروژنی به اتم اکسیژن دیواره لوله نزدیک می‌شود. به

عنوان مثال چنانچه جنس لوله سیلیسی باشد به اکسیژن SiO_3 پیوسته و با تشکیل پیوندهای هیدروژنی بعدی از لوله بالا می‌رود و آنقدر به سمت بالا کشیده می‌شود تا نیروی حاصل از پیوند هیدروژنی با نیروی وزن ستون مساوی شوند در مورد گرمای نهان می‌توان چنین بیان داشت که پیوند هیدروژنی بین مولکولها باید گسسته گردد تا مولکول آب از سطح خارج شود. همانطوری که ذکر شد چون هر مولکول آب با چهار مولکول آب مجاور خود پیوند هیدروژنی دارد پس خارج شدن مولکول آب از سطح با انرژی زیادی همراه است که این انرژی را گرمای نهان می‌نامند. باید توجه داشت که گرمای نهان یک مول از آب دو برابر موادی چون هیدروژن سولفید و آمونیاک است که این به علت پیوند هیدروژنی آب است.

۱۲- خواص آب خالص

- خواص آب خالص که در محاسبات فرآیندهای هیدروژنوشیمیائی و تصفیه آب در نظر گرفته می‌شود عبارتند از:
- ۱- خواص ترمودینامیکی مانند روابط بین فشار، حجم، درجه حرارت، گرمای ویژه و بالاخره انتالپی^۱ و آنتروپی^۲.
 - ۲- خواص فیزیکی و حرارتی مربوط به جریان سیالات و حرارت مانند گرانیوی^۳، چگالی^۴ و هدایت حرارتی.
 - ۳- خواصی چون غلظت فعال یونی، هدایت الکتریکی، کشش سطحی.

چون در مورد ساختمان آب اطلاعات کافی در دست نیست. بیشتر خواص آن به صورت نیمه تجربی محاسبه شده و در این محاسبات تجربی، آب خالص بدون گاز در نظر گرفته شده و چون ایزوتوپهای آن خیلی کم است این محاسبات بر مبنای آب طبیعی است.

ویژگیهایی چون دما و فشار و تغییرات گرمای ویژه با درجه حرارت و فشار را به وسیله تکنیک‌های گوناگون و یا با استفاده از روابط فشار و درجه حرارت در حالت‌های اشباع انجام می‌دهند و این روابط با استفاده از قوانین ترمودینامیکی و روابطی که برای انتالپی، آنتروپی و حجم مخصوص وجود دارد، بدست آمده است.

اعداد مربوط به گرانیوی، هدایت حرارتی، هدایت الکتریکی و کشش سطحی، اندازه‌گیری و ارائه شده است ولی دقت این اعداد از اعداد مربوط به فشار، درجه حرارت، انتالپی، آنتروپی و غیره که دارای روابط ترمودینامیکی می‌باشند،

1- Enthalpy

2- Entropy

3- Viscosity

4- Density

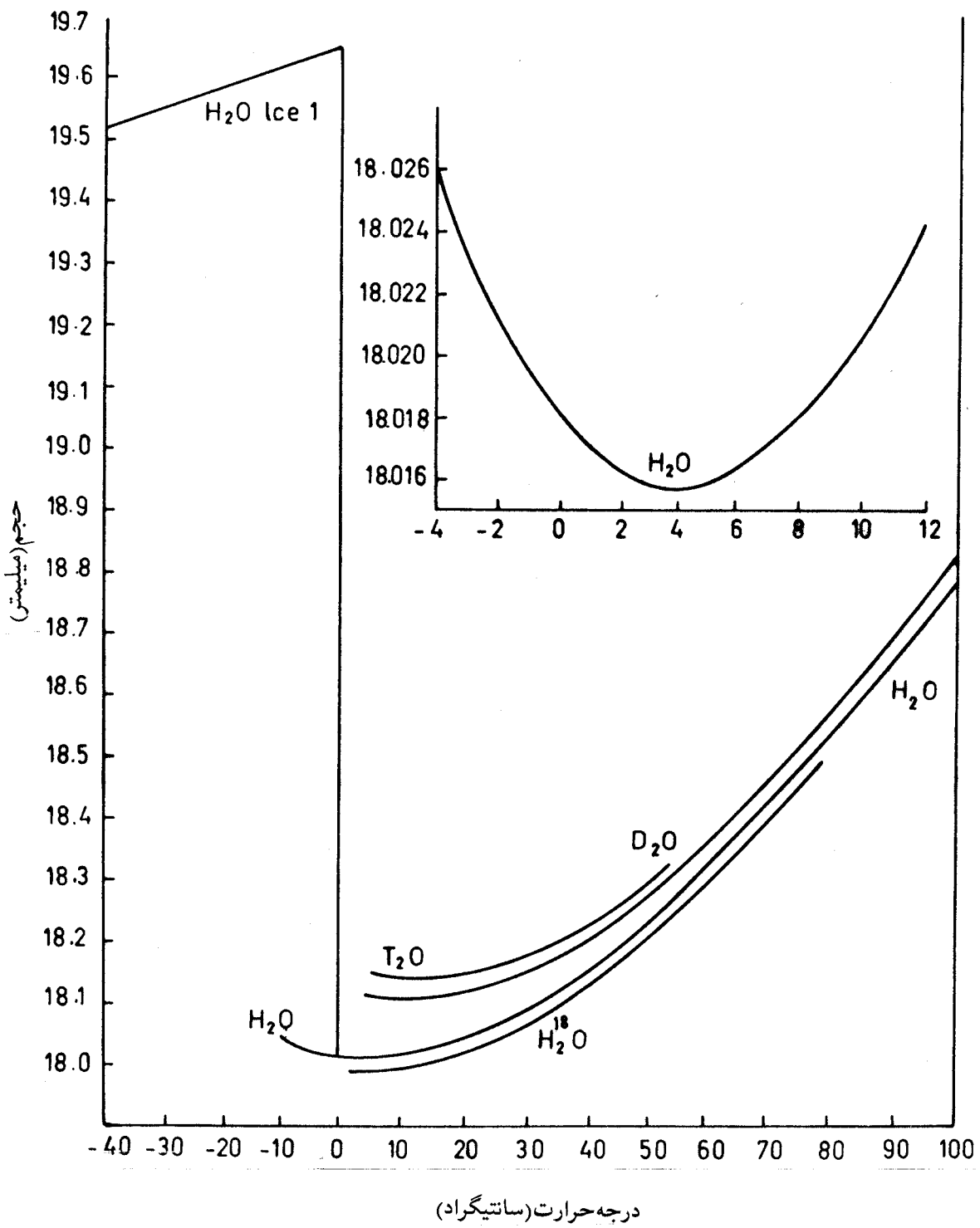
کمتر خواهد بود.

۱۳- فواید استثنایی شناورماندن یخ در آب

فاز جامد هر ماده‌ای از فاز مایع آن سنگین تر و دارای حجم کمتری می‌باشد ولی در مورد آب، یخ در روی آب شناور می‌ماند. این خصوصیت از خواص عجیب این ماده نسبت به همه مواد دیگر است. همین پدیده عجیب است که حیات در کره زمین به صورتی به آن بستگی پیدا می‌کند.

سرد شدن سیستم به معنی کم شدن انرژی جنبشی مولکولها و پراهمیت تر شدن نیروی جاذبه بین مولکولها است. وقتی آبی را تا ۴ درجه سانتیگراد سرد نمایند، کاهش حجم یافته و چگالی آن افزایش می‌یابد، این روند فقط تا ۴ درجه سانتیگراد ادامه دارد و از آن به بعد چگالی کاهش می‌یابد. در واقع آب ۴ درجه بیشترین چگالی را دارا است. چگونگی این موضوع در شکل ۷ نمایش داده شده است. واضح است که دانسیته با حجم نسبت عکس دارد. هر چه حجم مولی زیادتر شود دانسیته کمتر می‌گردد. دانسیته یخ حتی از آب ۱۰۰ درجه هم کمتر است و به همین علت همیشه روی آب شناور می‌ماند. می‌دانیم که دما یا درجه حرارت یک جسم معیاری از تحرک و انرژی جنبشی مولکول‌های آن است هر چه این تحرک بیشتر باشد، دمای جسم نیز بیشتر است و بالعکس مولکول‌های آب در فاز مایع چون به حالت آزاد قرار گرفته‌اند می‌توانند در اثر کاهش دما تحت تاثیر جاذبه بین مولکولی به خوبی به هم نزدیک شوند. زیرا در اثر کاهش دما انرژی جنبشی مولکولها نیز کم می‌شود در دمای ۴ درجه این فاصله به طور نسبی به نزدیک ترین حد خود می‌رسد. وقتی دما از این هم کمتر شود، پیوند هیدروژنی تعیین کننده شده و مولکولهای آب از هم دور می‌شوند تا بتوانند بهترین فاصله را برای تشکیل پیوند هیدروژنی برقرار سازند، زیرا در این دما انرژی جنبشی مولکولها کاملاً کم است و به تدریج خاصیت تحرک‌پذیری بی‌اندازه خود را از دست خواهند داد. بنابراین مولکولها به آرامی خود را در جهت تشکیل پیوند هیدروژنی قرار می‌دهند و در نتیجه کمی ازدیاد حجم پیدا می‌کنند و به همین علت است که فضای بین مولکول‌های آب در یخ بیشتر از حد انتظار می‌گردد.

این مسئله برای ادامه حیات در کره زمین بسیار مهم است. اگر یخ از آب سنگین تر بود در فصل یخبندان قطعات یخ از بالا به پائین رفته و قطعات عظیم یخ حاصل می‌شد. و حجم بسیار زیادی از آب به صورت یخ در ته دریاها و دریاچه‌ها و رودها باقی می‌ماند و در نتیجه تغییرات شدید در آب و هوا ایجاد می‌شد، تبخیر کمتر و بارندگی کاهش می‌یافت و به علت کمبود بخار آب در فضا اختلاف دمای شب و روز بسیار زیاد می‌شد. اثر خاصیت تعدیل‌کنندگی دما توسط آب وجود نداشت. روزها به طور سوزانی گرم و شب بی‌اندازه سرد می‌گردید. چون آب به وفور در اطراف ما یافت می‌شود خواص عجیب آن عادی جلوه می‌نماید ولی در بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی است که این خواص و اهمیت آن به طور گسترده‌ای مورد مطالعه و پژوهش قرار می‌گیرد.



شکل ۷- تغییرات حجم مولی آب نسبت به دما در فشار یک اتمسفر

آب شور حاوی نمک‌هایی است که در آب با مقادیر زیاد محلول نبوده و در بعضی از نقاط آبخوانها و سیستمهای انتقال، آب به حالت فوق اشباع درآمده و در نتیجه تمایل به رسوبزایی از خود نشان می‌دهد. عمل رسوبزایی نخست در اثر نامنظمی سطوح بوجود آمده، سپس در اثر انتقال جرم و یا حرارت که موجب افزایش غلظت موضعی می‌گردد زیاد می‌شود. بدین ترتیب در جدار لوله‌های چاه‌ها و شبکه‌های انتقال و نیز مخازن جمع‌آوری آب لایهٔ سختی به اسم "Scale" رسوب می‌نماید.

یونهایی که در شکل‌گیری رسوب^۱ دخالت دارند عبارتند از: کلسیم، منیزیم، سولفات، کربنات که البته یون بی‌کربنات نقش مهمی دارد.

ترکیباتی که به صورت رسوب ظاهر می‌شوند عبارتند از: کلسیم کربنات (کلسیت)، منیزیم هیدروکسید و کلسیم سولفات که به صورتهای انیدریت^۲ $CaSO_4$ ، همی‌هیدرات^۳ $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$ و ژیس^۴ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ دیده می‌شوند. حلالیت املاح در آب با افزایش درجه حرارت بسته به نوع املاح گاهی افزایش یافته و بعضی اوقات کاهش یافته و در پاره‌ای از موارد تغییر چندانی نمی‌کند.

۱-۱۴ ارزیابی رسوب‌زایی کلسیم کربنات آب

محاسبه اشباع، تعادل و حد زیر اشباع بودن کلسیم کربنات آب، مبنی بر تعیین غلظت یون کلسیم، قلیائیت، pH، درجه حرارت و نیروی یونی، با کل مواد جامد محلول می‌باشد. غالباً، درجه فوق اشباع یا زیر اشباع پارامتر فوق با شاخص اشباع لائزلیه توصیف می‌شود. این شاخص، از اختلاف pH اندازه‌گیری شده و pHs اشباع کلسیم کربنات محلول حاصل می‌شود. چنانکه این شاخص مثبت باشد نشان‌دهنده فوق اشباع بودن کلسیم کربنات و رسوب‌زایی آن است و در حالیکه صفر باشد دلالت بر تعادل کلسیم کربنات و پایداری آب داشته و در صورت منفی بودن، کلسیم کربنات زیر اشباع و آب با ویژگی خوردگی ظاهر می‌شود. حالت فوق اشباع کلسیم کربنات آب باعث تشکیل رسوب در لوله‌های آبرسانی می‌گردد.

۲-۱۴ محاسبه

مقدار pH اشباع را می‌توان با بکاربردن عبارات تعادلی کلسیم کربنات محلول و هیدرولیز ثانوی کربنیک اسید، با دقت زیاد بصورت روابط زیر محاسبه نمود:



1- Scale forming

2- Anhydrite

3- Hemihydrate

4- Dihydrate



با تقسیم کردن معادله ۱ بر معادله ۲ و مرتب نمودن آنها، روابط ۳ بدست می آید.

$$[H^+] = \frac{K_2}{K_s} [Ca^{2+}] [HCO_3^-] \quad (3-الف)$$

$$pH_s = p[Ca^{2+}] + p[HCO_3^-] + p(k_2/k_s) \quad (3-ب)$$

اثرات درجه حرارت و نیروی قابل محاسبه می باشد.
لارسن^۱ فرمول pH_s اشباع کلسیم کربنات آب را بصورت رابطه ۴ بیان داشته است.

$$pH_s = A + B - \log [Ca^{2+}] - \log [Alkalinity] \quad (4)$$

که غلظت یون کلسیم و قلیائیت آب بر حسب میلی گرم در لیتر کلسیم کربنات محاسبه می شوند. ارقام مربوط به ثابت های A و B و نیز لگاریتم های کلسیم و قلیائیت در جدول های ۱، ۲، ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- لگاریتم غلظت های

کلسیم و قلیائیت p

لگاریتم	کلسیم با قلیائیت میلی گرم در لیتر کلسیم کربنات
۱/۰۰	۱۰
۱/۳۰	۲۰
۱/۴۸	۳۰
۱/۶۰	۴۰
۱/۷۰	۵۰
۱/۷۸	۶۰
۱/۸۴	۷۰
۱/۹۰	۸۰
۲/۰۰	۱۰۰
۲/۳۰	۲۰۰
۲/۴۸	۳۰۰
۲/۶۰	۴۰۰
۲/۷۰	۵۰۰
۲/۷۸	۶۰۰
۲/۸۴	۷۰۰
۲/۹۵	۸۰۰

جدول ۲- ثابت B مربوط به اثر

TDS در pH اشباع

B	TDS mg/l
۹/۷۰	۰
۹/۷۷	۱۰۰
۹/۸۳	۲۰۰
۹/۸۴	۴۰۰
۹/۸۹	۸۰۰
۹/۹۰	۱۰۰۰

جدول ۱- ثابت A مربوط به اثر

درجه حرارت در pH اشباع

A	درجه حرارت آب C
۲/۶۰	۰
۲/۵۰	۴
۲/۴۰	۸
۲/۳۰	۱۲
۲/۲۰	۱۶
۲/۱۰	۲۰

1- Larson

چنانچه آبی غلظت یون کلسیم آن ۲۰۰ با قلیائیت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر کلسیم کربنات و مواد جامد محلول آن ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باشد pH_s اشباع کلسیم کربنات این آب در گرمای ۱۶ درجه سانتیگراد طبق رابطه زیر مساوی ۸/۰۰ خواهد گشت.

$$pH_s = 2/20 + 9/88 - 2/30 - 1/78 = 8/00$$

حال اگر pH اندازه‌گیری شده ۹/۰۰ در نظر گرفته شود شاخص اشباع لانژلیه $LSI = 9-8$ ، ۱+ بوده و آب فوق اشباع و رسوب‌زایی باشد و اگر pH به ۸/۰۰ تقلیل یابد، آب پایدار و در صورتیکه ۷/۵۰ باشد شاخص اشباع ۰/۵۰- گشته و آب زیر اشباع و خورنده خواهد شد.

۱۵- خصوصیات ظاهری آب

آب خالص معمولاً صاف، بی‌رنگ، بی‌بو و دارای طعم مطبوع و مناسب می‌باشد. چنانچه مواد خارجی و معدنی با آب مخلوط شوند، در این صورت خصوصیات ظاهری آب تغییر نموده و دارای کدورت، رنگ، بو و طعم نامطبوع می‌گردد.

علل وجود کدورت در آب باید مشخص گردد تا نسبت به رفع آن از طریق تصفیه اقدام شود.

- آب چاههای تازه حفر شده معمولاً مدتی گل آلود است که پس از برداشت آب به تدریج صاف می‌شود.
- در آبهای سطحی، مواد معلق، ناخالصی‌ها، مواد سبزینه، خاک رس و ماسه و سیلیس باعث کدورت آب می‌گردند.
- آب آشامیدنی بر حسب توصیه سازمان بهداشت جهانی نباید بیشتر از ۵ واحد NTU کدورت داشته باشد.

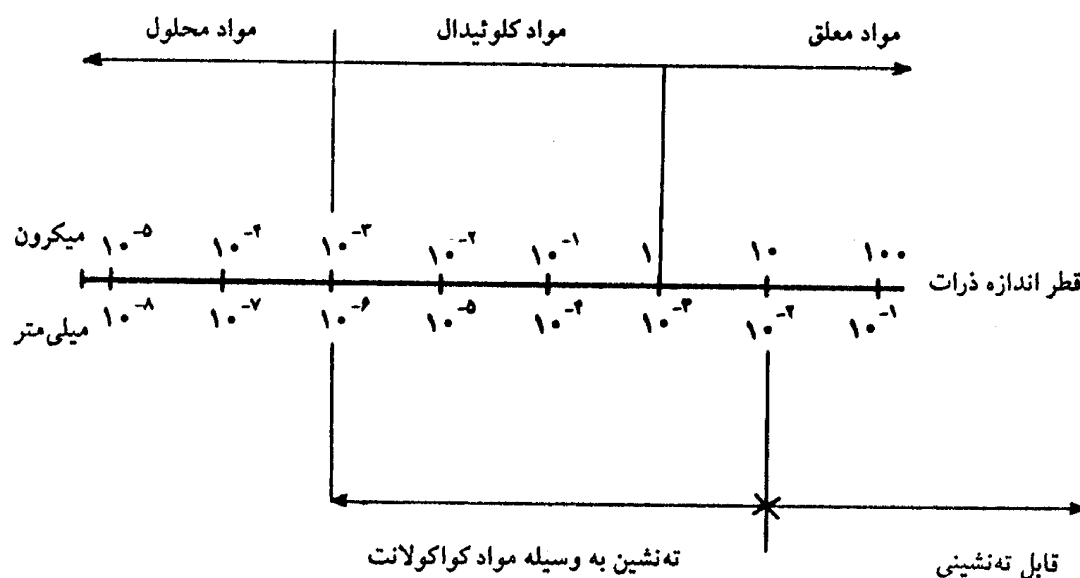
۱۵-۱ کدورت آب^۱

صافی و زلالی آب، اهمیت بسیاری در آبهای مشروب، تولیدات صنایع غذایی و سایر مصارف دارد. متشاع کدورت آب، مواد معلق مانند رس‌ها، سیلت، مواد معدنی و آلی، پلانکتونها و نیز موجودات میکروسکوپی می‌باشند. آبهای زیرزمینی عموماً فاقد کدورت بوده و بسیار صاف و زلال است. کدورت آبهای سطحی، به‌ویژه به هنگام بارندگی غالباً به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز بوده و کدورت آب فاضلابها معمولاً به رنگ زرد کثیف، کدورت

1- Turbidity

آبهای سطحی را کد به رنگ آبی مایل به سیاه است و بالاخره کدروت ناشی از یوتریفیکاسیون، عموماً شیری رنگ است و رنگ آن مربوط به مواد محلول در آب است. و این پدیده عمدتاً مربوط به رشد جلبکها می باشد که با توجه به تغییرات رنگ جلبکها و مواد محلول نمی توان رنگ معینی را پیش بینی نمود.

کدورت آب با قطر ذرات موجود در آن و وزن مخصوص آنها بستگی دارد. در شکل ۸ قطر مواد محلول، کلوئیدال و معلق بر حسب دو واحد میکرون و میلیمتر نشان داده شده است. همان طوری که در این شکل مشاهده می شود ذرات با قطر کمتر از ۱ میلی میکرون را مواد محلول تشکیل می دهند و از ۱ میکرون تا ۱ میلی میکرون حالت کلوئیدال داشته که بوسیله مواد منعقد کننده یا کواگولانت^۱ باید ته نشین شوند و در حالت طبیعی زمان ته نشینی این مواد بیش از ۱۵۰۰ ساعت می باشد. قطر ذرات مواد معلق رسوبی از یک میکرون شروع شده و زمان ته نشست آنها حدود یک ساعت است.



شکل ۸- رده بندی و دامنه اندازه قطر ذرات موجود در آب

اندازه گیری کدورت آب بر اساس جذب نور و شدت عبور نور استوار است. در بررسی های هیدروژئوشیمیایی کدورت آب فقط به طور چشمی ارزیابی شده و علل وجودی آن مورد توجه قرار می گیرد.

1- Coagulant

روش استاندارد برپایه شمع جکسن^۱ به عنوان یک چشمه نوری برنامه ریزی شده است. اغلب کدورت سنج‌های موجود در بازار غیراستاندارد بوده ولی از حساسیت کافی برخوردارند و به طور مقایسه‌ای عمل می‌کنند. از دستگاه‌های کدورت سنج، نفلومتر^۲ مشهورتر بوده و واحد به کار گرفته شده در آن NTU است. در کدورت سنج‌های جکسن از واحد JTU استفاده شده و طوری تنظیم شده‌اند که تقریباً هر دو واحد معادل هم می‌باشند.

۱۵-۲ سنجش کدورت آب به روش نفلومتری^۳

در این روش اندازه‌گیری کدورت براساس شدت نور عبوری از نمونه آب، طراحی شده و از دقت کافی برخوردار است که با کدورت یک محلول سوسپانسی استاندارد در شرایط مشابه نمونه آب، اندازه‌گیری می‌شوند. از پلیمر فورمازین^۴ به عنوان یک محلول استاندارد کدورت استفاده می‌شود و به عنوان استاندارد، مورد پذیرش بین‌المللی واقع شده است. تهیه و کاربرد آن بسیار آسان بوده و محلول ۴۰ واحدی آن تهیه می‌شود.

کدورت سنج‌هایی که براساس نفلومتری یک کار می‌کنند به ترتیب زیر عمل می‌کنند و عوامل زیر در آن دخالت دارند.

الف - عوامل مزاحم - کدورت شیشه جانمونه‌ای، حبابهای هوا و رنگ باعث پخش نور شده و مقدار حقیقی آن را به دست نمی‌دهد.

ب - دستگاه کدورت سنج نفلومتری یک^۵

این دستگاه از یک نفلومتر با یک چشمه نوری با زاویه تابش ۹۰ درجه نسبت به یک آشکارساز^۶ نوری تشکیل شده است.

دقت این دستگاه تا کمتر از ۰/۰۲ واحد کدورت بوده و از ۰ تا ۱۰۰۰ واحد NTU را مستقیماً اندازه‌گیری می‌کند.

- چشمه نوری - این چشمه شامل یک لامپ تنگستن با شدت نور ۸۵ تا ۱۰۰ درصد ولتاژ می‌باشد.

- فاصله نوری - فاصله نوری در این دستگاه حداکثر ۱۰ سانتیمتر است.

- زاویه تابش نوری ۹۰ درجه است.

- حداکثر کدورت ۱۰۰۰ واحد NTU می‌باشد.

برای سل نمونه آب، شیشه شفاف بدون خش به کار گرفته شده است.

پ - تهیه معرفهای استاندارد

- آب مقطر شفاف با کدورت صفر

- محلول سوسپانسیون مادر^۷

1- Jackson candle

2- Nephelometer

3- Nephelometric

4- Formazin

5- Nephelometric turbidity meter

6- Detector

7- stock suspension solution

۱- یک گرم سولفات هیدرازین $(\text{NH}_2)_2 \text{H}_2\text{SO}_4$ را در یک بالن ژوژه در آب مقطر حل کرده، حجم آن به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شود.

۲- ۱۰ گرم هگزامتیلن تترامین $(\text{CH}_2)_8\text{N}_4$ را در ۱۰ میلی لیتر آب مقطر حل کرده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شود. حال در یک بالن ژوژه ۱۰۰ ml، پنج میلی لیتر از محلول ۱ و پنج میلی لیتر از محلول ۲ را باهم مخلوط کرده و باید تا ۲۴ ساعت در حرارت $30 \pm 25^\circ\text{C}$ نگهداری نمود. سپس به حجم رسانده شود. کدورت محلول حاصل مساوی ۴۰ NTU می باشد. ضمناً محلول فوق هر ماهه باید تهیه گردد.

ت - تهیه محلول های استاندارد سوسپانسیون کدورت : ۱۰ میلی لیتر از محلول ۴۰ NTU را در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل نموده و با رقیق کردن محلول های استاندارد با غلظت مختلف برای تهیه منحنی واسنجی به کار برده می شود.

$$\text{NTU} = \frac{A \times B}{C}$$

محاسبه

A NTU محلول نمونه

B حجم آب نهایی نمونه پس از رقیق سازی (میلی لیتر)

C حجم اولیه آب نمونه قبل از رقیق سازی (میلی لیتر)

جدول ۴- NTU در غلظت های مختلف

غلظت	NTU
۰/۰۵	۱ — ۰
۰/۱	۱۰ — ۱
۱	۴۰ — ۱۰
۵	۱۰۰ — ۴۰
۱۰	۱۰۰۰ — ۱۰۰

۳-۱۵ رنگ ظاهری آب

وجود عوامل خارجی نظیر: مواد معلق، مواد محلول رنگین آلی، معدنی و میکرواورگانسیم ها باعث ایجاد رنگ ظاهری آب می گردند که معمولاً با روش های تصفیه ته نشینی و گذراندن آب از صافی مناسب، رنگ آب به حالت طبیعی و اولیه در می آید.

آب خالص بی رنگ است و در حجم زیاد، آبی کم رنگ به نظر می رسد. مقدار بسیار کم آهن در آب ایجاد رنگ زرد و قرمز و مقدار کم مس ایجاد رنگ آبی می نماید. آب های حاوی آلودگی های صنعتی می توانند طیف وسیعی از مواد رنگی داشته باشند.

۴-۱۵ اندازه‌گیری رنگ آب

رنگ آب معمولاً بر حسب واحد هیزن^۱ که همان مقیاس پلاتین - کُبال است بیان می‌شود. طبق استانداردهای بین‌المللی سازمان بهداشت جهانی میزان رنگ مورد قبول آب ۵ واحد و حداکثر میزان مجاز برابر ۵۰ واحد هیزن می‌باشد.

برای سنجش از رنگ‌های مقایسه‌ای استاندارد و دستگاه رنگ‌سنج استفاده می‌شود. طرز کار بدین ترتیب است که ۵۰ میلی‌لیتر از آب را در یک لوله نسلر وارد نموده و با محلولهای استاندارد مقایسه می‌شود. چنانچه رنگ نمونه مورد آزمایش بیش از رنگ استاندارد باشد با آب مقطر، رقیق نموده و ضریب رقت منظور می‌شود. در صورتی که کمپراتور BDH در دسترس باشد با استفاده از دیسک NSA رنگ آب مورد آزمایش مشخص می‌شود.

رنگ آب به علت وجود یونهای فلزی، مواد آلی، پلانکتونها و یا ناشی از اختلاط با مواد خارجی و معدنی می‌باشد. میکروارگانیزمهای گیاهی و یا حیوانی در شرایطی که محیط بازندگی آنها مناسب باشد در آب تکثیر پیدا کرده و آب را به رنگ زرد تا سبز درمی‌آورد آبهای طبیعی در غالب فصول سال صاف و بی‌رنگ است.

رنگهای ظاهری آب در اثر وجود عوامل خارجی، مواد معلق، مواد محلول رنگین آلی، معدنی و پلانکتونها بوجود می‌آیند و اینگونه رنگها در اثر گذراندن آب از صافی و یا گریز از مرکز حذف و یا ته‌نشین می‌شوند. رنگ حقیقی آب رنگی است که پس از عبور از صافی مناسب و یا گریز از مرکز طبیعی باقی بماند.

بطور معمول اندازه‌گیری رنگ آب، بعد از ته‌نشین شدن موادی که رنگ ظاهری آب را بوجود آورده‌اند، صورت خواهد گرفت و حداکثر کدورتی که در موقع اندازه‌گیری رنگ در آب می‌تواند وجود داشته باشد ۵ واحد کدورت است و ترجیح داده می‌شود که این مقدار را به ۱ واحد کدورت برسد.

- روش مقایسه چشمی برای اندازه‌گیری رنگ آب

الف - وسایل مورد نیاز :

- لوله نسلر ۵۰ میلی‌لیتری به تعداد ۱۰ الی ۱۲ عدد
- درپوش لاستیکی به تعداد لوله‌های مزبور
- یک عدد بورت ۲۵ سانتیمتر مکعب با یکسری پی‌پت مناسب
- دستگاه مقایسه رنگ

ب - تهیه محلول مقایسه‌ای

مقدار ۱/۲۴۶۰ گرم پتاسیم کلرید پلاتینات (K_2PtCl_6) که معادل ۰/۵۰۰ گرم پلاتین است و مقدار ۱ گرم کبالت کلرید ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) هرکدام را در یک شیشه ساعت بطور مجزا توزین کرده و بعد از اینکه روی شیشه ساعت با مقدار کمی آب مقطر حل گردید وارد یک بالن مدرج یک لیتری نموده و سپس ۱۰۰ میلی لیتر کلریدریک اسید به آن افزوده و حجم آن با آب مقطر تا یک لیتر رقیق شود.

اگر یک سانتیمتر مکعب از محلول فوق با آب مقطر به حجم ۵۰ سانتیمتر مکعب رقیق شود رنگی معادل ۱۰ واحد هیزن^۱ ایجاد می‌گردد.

پ - تهیه رنگهای استاندارد

در لوله‌های نسلر مقادیر زیر از محلول مقایسه فوق بترتیب ریخته و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رقیق شود. چنانچه در لوله با دقت با درپوش لاستیکی بسته شود، می‌توان آنها را در تاریکی تا یک ماه نگهداری نمود.

جدول ۵- رنگهای استاندارد هیزن

مقدار محلول مقایسه میلی لیتر	رنگ واحد هیزن
۰	۰
۰/۵	۵
۱	۱۰
۲	۲۰
۳	۳۰
۴	۴۰
۵	۵۰
۶	۶۰
۷	۷۰

ت - روش کار

۵۰ میلی لیتر از نمونه آب مورد آزمایش را در یک لوله نسلر وارد نموده و با محلولهای استاندارد مقایسه شود. رنگ نمونه‌ای که هم‌رنگ لوله مقایسه است یادداشت می‌گردد. چنانچه رنگ نمونه مورد آزمایش بیش از ۷۰ واحد باشد، نمونه را با آب مقطر رقیق کرده و ضریب رقت منظور گردد.

1- Hazen

بوی آب یک عامل اثرگذار بر کیفیت آب شناخته شده است و استفاده از آب در مصارف شرب و صنایعی مانند تهیه مواد غذایی، نوشابه سازی، داروسازی باید بدون بو باشد. بیشتر مواد معدنی و آلی در آب تولید طعم و بو و پاره‌ای از آنها فقط طعم و برخی هم بو و مزه تولید می‌کنند.

بوی آب به عنوان عامل هشدار دهنده آلودگی آب بوده و سلامتی انسان را تهدید می‌کند، آب آشامیدنی در هر شرایطی باید بی بو و بی مزه باشد، تشخیص بوی آب منحصر با استفاده از حس شامه انسان مشخص می‌گردد. با سنجش بو می‌توان به توصیف کیفی آب پرداخت، روش "عدد آستانه‌ای بو" برای تشخیص شدت بو بکار می‌رود که اساس اندازه‌گیری آن حدود بو می‌باشد. آبهای معدنی را می‌توان با استشمام گروه‌بندی کرد. بوی گوگرد در سیستمهای تصفیه آب و فاضلاب و سپتیک تانکها، ناشی از فعالیت میکروارگانیسمهای کاهش سولفات^۱ است. بوی ناشی از گازهای معدنی، آلی، خاک، لجن، مواد فنی، فراورده‌های نفتی و غیره ممکن است در آب وجود داشته باشد، که در این صورت برای حذف هر کدام به روشهای استاندارد باید عمل شود.

سنجش بو

در مرحله اول بوی آب مورد آزمایش را با بوی استاندارد آزمایشگاهی مطابقت و نوع تقریبی آن را مشخص می‌نمایند. در مرحله بعد آب مورد آزمایش را با کمک آب بدون بو رقیق نموده تا آبی بدست آید که بوی آن محسوس نباشد. میزان رقت، نماینده تعداد بو منظور خواهد شد.

شخصی که بو یا مزه را آزمایش می‌کند باید از حساسیت لازم و سلامت بویایی برخوردار بوده و قبل از اندازه‌گیری از استعمال سیگار یا خوردن غذا و استفاده از عطریات خودداری کند، لازم است آزمایش در یک فضای بدون بو صورت گیرد و در صوت لزوم از طریق هواکش، هوای تازه که از بین صافی کربن فعال عبور کرده، وارد اطاق شده و دما و رطوبت محیط ثابت نگاه داشته شود.

برای اندازه‌گیری دقیق تعداد ۵ نفر عضو پانل یا بیشتر انتخاب می‌شوند. اشخاصی که بو را اندازه‌گیری می‌کنند، نمونه‌ها را تهیه نکرده و از درجه رقت نمونه نباید آگاه باشند. لازم است قبلاً آزمایش کنندگان با روش اندازه‌گیری آشنا شوند. معمولاً ابتدا رقیق ترین نمونه‌ها ارایه می‌شود تا در اثر استشمام بوهای غلیظ خستگی در تشخیص بو بوجود نیاید. نمونه نبایستی حین اندازه‌گیری بیش از ۱ درجه سانتیگراد از حرارت مورد نظر تغییر نماید. قبل از اندازه‌گیری، آزمایش‌کننده با بوهای استاندارد مانند بوی خاک، کپک، کلر و غیره آشنایی پیدا نموده تجربه و تبحر لازم را کسب نماید.

1- Sulfate Reduction microorganism

اندازه‌گیری رقم بوی آستانه‌ای

رقم بوی آستانه‌ای یا TON عبارت از رقیق‌ترین نمونه بدون بو می‌باشد. آب بدون بو با عبور دادن آب مقطر از لایه کربن فعال، بدست می‌آید.

در هر آزمایش ابتدا حجم، نمونه با آب بدون بو به ۲۰۰ میلی لیتر رسانده شود. عمل رقیق‌سازی ادامه یافته و TON هر رقت طبق جدول ۵ یادداشت گردد. ارقام TON از معادله زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$Ton = \frac{A+B}{A}$$

A میلی‌متر نمونه

B میلی‌لیتر آب بدون بو

وسایل مورد نیاز

برای اطمینان باید کلیه وسایل مصرفی با آب بی بو و مایع ظرفشویی بدون بو، شسته شود و با سولفو کرومیک اسید تمیز شوند. کلیه وسایل شیشه‌ای دهانه‌گشاد بوده و از درپوشهای لاستیکی استفاده نشود.

طرز تهیه آب بی بو

اگر آب مقطر زیادی در دسترس باشد، بهتر است طبق شکل آن را از صافی ذغال اکتیو عبور داده و بدین ترتیب آب بی بو برای رقیق کردن تهیه نمود.

- الف - ابتدا حجم مناسبی از آب مقطر در یک ارلن مایر ریخته و سپس نمونه مورد نظر به آن اضافه شود. باید توجه نمود که پیپت نمونه، با لبه یا گردن ارلن مایر تماس حاصل ننماید. محلول را تکان داده تا کاملاً مخلوط گردد. برای تعیین دامنه تقریبی TON، مقادیر ۲۰۰، ۵۰: ۱۲ و ۲/۸ میلی لیتر از نمونه در ارلن مایرهای جداگانه ۵۰۰ میلی لیتری که دارای در پوشش شیشه‌ای و حاوی آب بدون بو می‌باشد ریخته و حجم آن به ۲۰۰ میلی لیتر شود. محلول مینا و آبهای رقیق شده تا رسیدن به حرارت مورد نظر گرم گردد.
- ب - ارلن مایر حاوی آب بدون بو تکان داده شده، برای استشمام بخار حاصله، در ارلن مایر برداشته شود. به همین ترتیب نمونه‌های دارای آب با حداقل بو آزمایش می‌شود. اگر در این محلولهای رقیق شده، هنوز بو قابل استشمام باشد، محلولهای با رقت بیشتر تهیه گردد. اگر بو استشمام نشد، روش بالا با استفاده از نمونه‌های دارای غلظت بیشتر آب بودار، تکرار شود. این عمل آنقدر ادامه یابد تا بو به خوبی قابل استشمام باشد.
- پ - با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش اولیه، با استفاده از جدول ۵ مجموعه‌ای از آبهای با رقتهای مختلف تهیه گردد. (محلولهای با ۵ رقت مختلف).

جدول ۶- رقتهای مختلف برای شدت بوهای مختلف

حجم نمونه‌ای که از آن اولین بو استشمام شده است	حجم‌هایی که تا ۲۰۰ میلی لیتر رقیق شود
۲۰۰	۲۰۰، ۷۰، ۵۰، ۱۴۰
۵۰	۵۰، ۳۵، ۲۵، ۱۷، ۱۲
۱۲	۱۲، ۸/۸، ۵/۹، ۴۸/۲
۴۰	محلولهای حد واسط

اگر بو در اولین آزمایش در ارلن مایر دارای ۵۰ میلی لیتر از نمونه استشمام شود فلاسکهای دارای ۵۰، ۳۵، ۲۵، ۱۷ و ۱۲ میلی لیتر از نمونه تهیه گردیده و با آب بدون بو به حجم ۲۰۰ میلی لیتر رسانده شود. ردیف‌بندی بالا با توجه به درجه حساسیت احساس بوی آزمایش‌کنندگان ضروری می‌باشد. ۲ یا ۳ محلول شاهد در سری‌هایی که انتظار بو می‌رود، بدون اطلاع آزمایش‌کننده، در نمونه‌ها اضافه گردد. به آزمایش‌کننده آموزش داده شود تا هر بار به نوبت با شروع استشمام از رقیق‌ترین نمونه، محلول شاهد را بو نماید تا زمانی که بو به خوبی قابل تشخیص باشد.

- ت - مشاهدات اخیر با تاکید بر اینکه بویی از ارلن مایر استشمام شده است یا خیر ثبت خواهد شد. اگر نتیجه آزمایش تا ۲۰۰ میلی لیتر رقیق شده به صورت زیر باشد. نمونه ۲۵ میلی لیتری قابل قبول است.

۵۰	۳۵	۰	۲۵	۱۷	۰	۱۲	میلی لیتر نمونه
+	+	-	+	-	-	-	پاسخ

- ث - اگر لازم باشد می توان نمونه های با رقت بیشتر از جدول ۵ تهیه نمود. نمونه های حد واسط ۲۰ میلی لیتری تا ۲۰۰ میلی لیتر با آب مقطر رقیق شود. این محلولهای رقیق شده برای تعیین TON مورد استفاده قرار می گیرد. رقم به دست آمده در عدد ۱۰ ضرب شده تا برای محلولهای حدواسط تصحیح گردد.
- ج - محاسبه: عدد TON نسبت رقتی است که بو در آن قابل استشمام باشد. در مورد اخیر اولین بوی قابل استشمام موقعی رخ می دهد که نمونه ۲۵ میلی لیتری تا ۲۰۰ میلی لیتری رقیق گردد بنابراین TON برابر $\frac{200}{25}$ یا عدد ۸ می باشد. جدول ۶ لیست TON را بر حسب رقت های مختلف نشان می دهد.

جدول ۷- TON در رقت های مختلف

TON	حجم نمونه رقیق شده تا ۱ میلی لیتر	TON	حجم نمونه رقیق شده تا ۲۰۰ میلی لیتر
۱۷	۱۲	۷	۲۰۰
۲۴	۸/۳	۱/۴	۱۴۰
۳۵	۵/۷	۲	۱۰۰
۵۰	۴	۲	۱۰۰
۷۰	۲/۸	۳	۷۰
۱۰۰	۲	۴۶	۵۰
۱۴۰	۲/۴	۸	۲۳
۲۰۰	۱	۱۲	۱۷

کمترین TON قابل گزارش رقم عدد یک است. در این حالت ارلن مایر بودار ارلن مایری است که حجم نمونه تا ۲۰۰ میلی لیتر رقیق شده باشد. هرگاه بویی در این غلظت استشمام نشود، به جای TON، عدم استشمام بو یا NOA گزارش می شود و گاهی نتایج غیرعادی نیز رخ می دهد. غلظت های کم را می شود مثبت محسوب و غلظت های زیاد را منفی تلقی نمود. در چنین مواردی TON بعد از بروز نتایج غیرعادی گزارش می شود.

در جهت افزایش غلظت

استشمام بو

+	+	+	+	-	+	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---

به عنوان مثال:

که در آن:

- بدون بو

+ دارای بو

حد آستانه

گاهی ممکن است ارلن دارای بوی باقیمانده بوده و یا سهواً آلوده شده باشد. برای افزایش دقت آزمایش، عمل استشمام آنقدر ادامه یابد تا آخرین فلاسک دارای علامت منفی در واقع آب بدون بوی شاهد و یا اینکه گزارش علامت مثبت، مربوط به یک نمونه آلوده باشد.

روشهای آماری مناسب برای محاسبه محتملترین TON میانگین به کار برده می شوند که معمولاً روش متوسط آماری در اغلب مواقع قابل استفاده می باشد.

۱۵-۶ مزه و طعم آب

وجود املاح حتی به مقدار کم در آب ایجاد مزه و تغییر طعم می نماید. وجود ترکیبات معدنی در آبهای مختلف مزه های گوناگون ایجاد می نماید ولی مواد آلی گیاهی و حیوانی مزه آب را تغییر داده و معمولاً موجب طعم بد آب می گردند.

تشخیص طعم آب منحصرأ با استفاده از حس ذائقه انسان میسر است. چهار طعم اصلی را که شور، شیرین، تلخ و ترش است، می توان به سادگی مشخص نمود. در جدول ۷ به طور خلاصه طعم مواد آمده است:

جدول ۸- مزه و طعم آب

شرح	نوع طعم
مانند آهن و مس و سایر عناصر	مواد معدنی
نظیر جوش شیرین	سدیم بی کربنات
آبهای شور و تلخ	منیزی
آهن و مس	فلزی
نمکها	شور مزه
طعم ناشی از داروجات	مواد آلی
-----	مزه موادنفتی
-----	مزه مواد دارویی
طعم خاک رس	مزه خاکی
مزه آب مردابها و برکه ها	مزه لجن

- تعیین طعم آب

طعم و مزه آب بستگی به حس چشایی و ذائقه افراد دارد، ممکن است تلخ - تند و تیز - شور و یا شیرین باشد. طعم آب در اثر تحریک شیمیایی اعصاب مربوطه، که در انتهای زبان قرار دارند معمولاً تشخیص داده می‌شود.

برای شناسایی آن، مقداری از آب را در دهان قرار داده با مزه مزه کردن آب، طعم و مزه از طریق مرکز احساس، درک می‌شود، سپس با تجزیه و تحلیل نتیجه چشایی، نسبت به نوع طعم اظهار نظر می‌گردد.

سه روش جهانی برای ارزیابی طعم آب، توصیه شده که با قراردادن نمونه آب در دهان و تشخیص چشایی آن، نتیجه گزارش می‌شود.

FTT ^۱	- آزمایش طعم آستانه‌ای
FRA ^۲	- ارزیابی میزان طعم
FPA ^۳	- بررسی طعم

طعم آستانه‌ای (FTT) قدیمی‌ترین روش است که امروزه متداول بوده و برای تعیین و تشخیص مزه آب، بعد از مراحل تصفیه و پاکسازی آب، صورت می‌گیرد. با این روش، آب تصفیه و توزیع شده، با شرایط استاندارد تطبیق داده می‌شود.

روش ارزیابی میزان طعم (FRA) برای تعیین طعم آب و تشخیص دادن مصارف آن است با این روش، قابل قبول بودن مصارف روزانه تعیین می‌گردد. روش بررسی طعم (FPA) برای تعیین مزه‌های مختلف و گوناگون یک نمونه آب است، توجه شود که آزمایش تعیین طعم و مزه آب، بر روی آبی انجام می‌گیرد که سالم، پاک و تصفیه شده، باشد بدیهی است که در مورد پساب فاضلابها و آبهای آلوده که دارای انواع باکتری - ویروس - تخم انگل - مواد آلی و شیمیایی مضر بوده، آزمایش طعم، پس از تصفیه و سالم‌سازی بعمل خواهد آمد. بلحاظ اهمیت روش (FTT) ذیلاً شرح داده می‌شود.

- آزمایش طعم آستانه‌ای FTT

در این روش بلحاظ کمی، «طعم قابل تشخیص آب» اندازه‌گیری می‌شود. بدین ترتیب که طعم آب مورد آزمایش با آب

1- Flavor Threshold Test

2- Flavor Rating Assessment

3- Flavor Profile Analysis

مبنا که برای رقیق کردن، استفاده می‌شود، مقایسه می‌گردد. عدد طعم آستانه‌ای^۱ (FTN) معرف، بیشترین رقت آب نمونه، با آب مبنا، است که توسط آن کاملاً اختلاف طعم آب، قابل درک می‌باشد.

$$FTN = \frac{A + B}{A}$$

A حجم آب نمونه به میلی‌لیتر

B حجم آب رقیق‌کننده (مبنا) به میلی‌لیتر

جدول ۸ راهنمای عدد طعم آستانه‌ای می‌باشد.

جدول ۹- راهنمای عدد آستانه‌ای طعم آب

عدد طعم آستانه‌ای FTN	حجم آب رقیق‌کننده B (مبنا) ml	حجم نمونه (A) ml
۱	۰	۲۰۰
۲	۱۰۰	۱۰۰
۳	۱۳۰	۷۰
۴	۱۵۰	۵۰
۶	۱۶۵	۳۵
۸	۱۷۵	۲۵
۱۲	۱۸۳	۱۷
۱۷	۱۸۸	۱۲
۲۵	۱۹۲	۸
۳۳	۱۹۴	۶
۵۰	۱۹۶	۴
۶۷	۱۹۷	۳
۱۰۰	۱۹۸	۲
۲۰۰	۱۹۹	۱

- انتخاب افراد آزمایش کننده

ابتدا افراد داوطلب برای تشخیص، طعم چشایی آب انتخاب می‌گردد، باید توجه نمود که اشخاص غیرحساس نمی‌توانند طعم واقعی آب را تعیین نمایند. کسانی که حساسیت و یا سرماخوردگی دارند، قادر به تشخیص حقیقی طعم آب نمی‌باشند. یک گروه ۵ نفره یا بیشتر که دارای شرایط خاص بوده، و آشنایی به روش آزمایش دارند، بعنوان هیئت آزمایش کننده، انتخاب می‌شوند. بدیهی است که افراد هیئت، نباید از وضعیت آب نمونه و عدد رقت، قبل از آزمایش، اطلاع داشته باشند.

- اختصاصات نمونه آب

به هریک از اعضای آزمایش کننده، هیئت، نمونه بیشترین غلظت آب (آبی که رقیق نشده) داده می‌شود، تا آزمایش شود. پس از جمع آوری نتایج توافقی نظری، در مورد اختصاصات طعم و مزه آب تبادل نظر می‌شود.

چنانچه افراد در مورد طبقه بندی طعم آب، از نظر ترکیبات کلروفنولیک، گیاهی، خاکی و شیمیایی آب، دارای تجربه کافی باشند، زودتر به نتیجه می‌رسند.

- آزمایش مقدماتی

برای تعیین تقریبی عدد FTN، مقدار ۴، ۱۲، ۵۰ و ۲۰۰ میلی لیتر از نمونه آب را در بالن ژوژه ۳۰۰ میلی لیتری وارد کرده، با آب مبنا هریک تا حجم ۲۰۰ میلی لیتر رقیق شود. (جدول ۸). سپس به آرامی آب تکان داده شود. در بالن ژوژه دیگری فقط آب مبنا ریخته شده، و برای مقایسه در مقابل هر نمونه آب قرار می‌گیرد. هنگام آزمایش دمای یکسان در نظر گرفته شود. نمونه‌ها بطور یکنواخت در ظروف آزمایش ریخته شده، اول نمونه آب غلیظ و به ترتیب تا رقیق ترین نمونه، در ردیف قرار داده و آزمایش شود. اگر طعم آب در این سری تعیین شد، در این صورت یک نمونه آب به مقدار متوسط، یعنی ۲۰ میلی لیتر انتخاب شده و با آب مبنا تا ۲۰۰ میلی لیتر رقیق گردد. این نمونه برای تعیین طعم آستانه‌ای آب انتخاب شده و در عدد FTN ضرب می‌گردد و برای تصحیح رقت متوسط در عدد ۱۰ ضرب می‌شود.

در صورتیکه باز هم طعم و مزه آب در نمونه آبی که بیشترین رقت را دارد، تشخیص داده نشد در این صورت آزمایش، با غلظتهای بعدی نمونه، تکرار می‌گردد.

تعیین FTN

روش کار در ارتباط با نتیجه آزمایش مقدماتی می‌باشد، برای تعیین FTN با استفاده از جدول ۹، یک سری آب رقیق شده (مینا) بعنوان راهنما تهیه شود. معمولاً ۷ نمونه و یا بیشتر آماده می‌شود سپس آزمایش‌کننده‌ها و افراد هیئت، مزه‌های مختلف را با آب مینا نسبت به یکدیگر آزمایش می‌کنند.

مشابه آزمایش مقدماتی نمونه‌ها به ردیف افزایش نسبت رقت، قرار داده شود. درجه حرارت آب مورد آزمایش حدود 1 ± 15 درجه سانتیگراد، انتخاب گردد. دمای آب نمونه‌های رقیق شده، باید یکسان باشد. هر نمونه باید با آب مینا، ردیف شود و به ترتیب غلظت پشت سرهم قرار داده شود.

آزمایش‌کننده، نمونه را یکی پس از دیگری در دهان قرار داده و مناسب‌ترین را تعیین می‌کند برداشت مقدار آب چشیدنی، دلخواه بوده و نباید خورده شود. و بلافاصله با آب مینا آزمایش شده، نتایج گزارش می‌شود.

توجه شود که آزمایش‌کننده، نباید از کیفیت آب اولیه، اطلاع داشته باشد. آزمایش‌کننده با کمترین مقدار غلظت نمونه آب، آزمایش را شروع نموده و به ترتیب هنگامیکه مزه آب تشخیص داده شد، آزمایش متوقف می‌گردد.

جدول ۱۰- راهنمای رقیق نمودن آب و تعیین FTN

رقیق نمودن آب برای تعیین FTN	
حجم نمونه آبی که طعم آن ابتدا احساس شده (میلی لیتر)	احجام رقیق شده تا ۲۰۰ (میلی لیتر)
۲۰۰	۲۰۰ - ۱۰۰ - ۷۰ - ۵۰ - ۳۵ - ۲۵ - ۱۷
۵۰	۵۰ - ۳۵ - ۲۵ - ۱۷ - ۱۲ - ۸ - ۶
۱۲	۱۲ - ۸ - ۶ - ۴ - ۳ - ۲ - ۱
۴	بین ارقام فوق

برای مثال ممکن است نتیجه آزمایش بصورت زیر باشد.

۵۰	۰	۳۵	۲۵	۱۷	۰	۱۲	۸	۶	نمونه آب که تا ۲۰۰ میلی لیتر رقیق شده
+	-	+	+	-	-	-	-	-	جواب

علامت منفی نتیجه منفی و علامت بعلاوه، مثبت بودن نتیجه را نشان می‌دهد.

ب - تعیین عدد آستانه‌ای طعم

عدد آستانه‌ای طعم، نسبت رقت نمونه آب است که در آن طعم و مزه آب قابل تشخیص باشد. در آزمایش فوق ۲۵ میلی‌لیتر از آب نمونه که تا ۲۰۰ میلی‌لیتر رقیق شده، دارای طعم قابل تشخیص است. بر طبق جدول ۸ عدد آستانه‌ای ۸ را شامل گردیده اگر عدد آستانه ۱ شود در این صورت آب بدون طعم خواهد بود.

۷-۱۵ درجه حرارت

درجه حرارت آب تابع محیط خارج بوده و تغییر می‌نماید، در مورد آبهای زیرزمینی که معمولاً از عمق ۱۲ تا ۱۵ متر به پائین دارای درجه حرارت نسبتاً ثابت بوده، و تغییرات آن کم است اندازه‌گیری درجه حرارت آب برای سنجش گازهای محلول آب اهمیت داشته و معمولاً در محل نمونه‌برداری انجام می‌گیرد.

وسیله اندازه‌گیری ترمومتر جیوه‌ای است که به سادگی درجه حرارت را نشان می‌دهد. و ممکن است از ترمومترهای الکتریکی برای اندازه‌گیری تغییرات درجه حرارت نسبت به تغییر عمق و یا زمان اندازه‌گیری استفاده گردد.

بطور کلی درجه حرارت آب روشنگر مسایلی درباره منشأ آب، حرکت، نفوذ و عمق آب زیرزمینی می‌باشد ترمومترهای الکتریکی همراه با دستگاه ثبت، برای اندازه‌گیری تغییرات درجه حرارت نسبت به تغییر محل و یا زمان اندازه‌گیری استفاده می‌گردد.

۱۶- فهرست منابع و مأخذ

- ۱- علوی علی اکبر، ۱۳۴۹ «آنالیز عملی آبها شرب، کشاورزی، صنعت» سازمان آب منطقه‌ای تهران
- ۲- دکتر «روحی لاریجانی مسعود، امینی حسام» شیمی معدنی - آلی
- 3- "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" 1992, APHA- AWWA - WPCF
- 4- "WATER TREATMENT HANDBOOK" 1982, DEGREMONT, FRANCE
- 5- WATER QUALITY SURVEYS 1988 UNESCO - WHO
- 6- WASTEWATER ENGINEERING TREATMENT - DISPOSAL. REUSE. METCALF & EDDY, INC.