



**مرکز ارزیابی و صلاحیت حرفه ای صنعت آب و برق**

**کتابچه­ی دانش شغلی**

**عنوان شغل :**

**کارشناس شیمی آزمایشگاه آب**

دروس:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | تخصصی | **اصول نمونه‌برداری در آزمایشگاه آب** |
| 2 | **ایمنی آزمایشگاه آب** |
| 3 | **تحلیل پارامترها در آزمایشگاه آب** |
| 4 | **شیمی پایه و دستگاهی** |
| 5 | **شیمی آب** |

**تابستان**

**1403**

فهرست مطالب

[**1- اصول نمونه‌برداری در آزمایشگاه آب** 4](#_Toc173140162)

[1-1- بخش الف 4](#_Toc173140163)

[در اغلب موارد به علت عدم يكنواختي در منبع آب، لزوم نمونه‏گيري از چند نقطه ايجاب مي‏شود و در صورتي‏كه استفاده از محلي به عنوان نمايانگر بيشترين خصوصيات آب مقدور نباشد مي‏توان با شناخت و پي بردن به روابط في مابين يا بهره‏گيري از نتايج به دست آمده به كمك حداقل نقاط نمونه‏گيري اين كار را عملي كرد . 4](#_Toc173140164)

[1-2- بخش ب 5](#_Toc173140165)

[1-3- بخش پ 5](#_Toc173140166)

[2- ایمنی آزمایشگاه آب 7](#_Toc173140167)

[2-1- بخش الف 7](#_Toc173140168)

[2-2- بخش ب 8](#_Toc173140169)

[2-3- بخش پ 8](#_Toc173140170)

[3- تحلیل پارامترها در آزمایشگاه آب 10](#_Toc173140171)

[3-1- بخش الف 10](#_Toc173140172)

[3-2- بخش ب 10](#_Toc173140173)

[3-3- بخش پ 11](#_Toc173140174)

[4- شیمی پایه و دستگاهی 13](#_Toc173140175)

[4-1- بخش الف 13](#_Toc173140176)

[4-2- بخش ب 13](#_Toc173140177)

[4-3- بخش پ 14](#_Toc173140178)

[5- شیمی آب 15](#_Toc173140179)

[5-1- بخش الف 15](#_Toc173140180)

[5-2- بخش ب 15](#_Toc173140181)

[5-3- بخش پ 16](#_Toc173140182)

# **1- اصول نمونه‌برداری در آزمایشگاه آب**

|  |
| --- |
| 1-1- بخش الف |
| هدف از نمونه‏گيري به دست آوردن قسمت كوچكي از آب است كه نمايان‏گر خصوصيات واقعي منبع اصلي باشد و مهمترين عوامل اساسي كه براي رسيدن به اين مقصود لازم است عبارتند از :   نقاط نمونه‏گيري، زمان نمونه‏گيري، تناوب نمونه‏گيري، و حفظ تركيب نمونه تا زمان اجراي آزمايش . در اغلب موارد به علت عدم يكنواختي در منبع آب، لزوم نمونه‏گيري از چند نقطه ايجاب مي‏شود و در صورتي‏كه استفاده از محلي به عنوان نمايانگر بيشترين خصوصيات آب مقدور نباشد مي‏توان با شناخت و پي بردن به روابط في مابين يا بهره‏گيري از نتايج به دست آمده به كمك حداقل نقاط نمونه‏گيري اين كار را عملي كرد .  يك نمونه نمايانگر واقعي را الزامأ از يك محل انتخاب شده نمي‏توان برداشت، بلكه تغيير كافي بر روي نتايج يك نمونه غير معرف نيز مي‏توان اطلاعات با ارزشي در مورد روند تغييرات به دست داده و نمونه‏گير را در جهت انتخاب محل‏هائي كه اطلاعات حاصله بيشتر با حقيقت نزديك باشد، راهنمائي و هدايت نمايد .   بايد توجه داشت اغلب نمونه هايي كه از يك نقطه مجرد يك سيستم گردآوري مي‏شود تا حدودي نمي‏توان به عنوان نمودار واقعي تلقي كرد، بنابراين موضوع قابل اهميت اين است كه حدود معرف بودن نمونه را تشخيص داده و از نتايج به دست آمده آن براي ثبت مداوم كيفيت آب منبع استفاده نمود .   در غير اين صورت در هنگام تشكيل پرونده لازم است يك ضريب تصحيح فرضي يا ضريب دقت مناسب براي نمونه‏گيري تعيين و در نظر گرفته شود .  بايد توجه داشت اغلب نمونه هايي كه از يك نقطه مجرد يك سيستم گردآوري مي‏شود تا حدودي نمي‏توان به عنوان نمودار واقعي تلقي كرد، بنابراين موضوع قابل اهميت اين است كه حدود معرف بودن نمونه را تشخيص داده و از نتايج به دست آمده آن براي ثبت مداوم كيفيت آب منبع استفاده نمود .   در غير اين صورت در هنگام تشكيل پرونده لازم است يك ضريب تصحيح فرضي يا ضريب دقت مناسب براي نمونه‏گيري تعيين و در نظر گرفته شود . |

|  |
| --- |
| 1-2- بخش ب |
| مبانی نگهداري نمونه‏ها:   الف ـ مواد شيميائي محافظ را براي آزمون‏هاي فيزيكي، شيميائي و يا راديولوژيكي كه به‏طور اختصاصي در هر روش آزمون مشخص شده است به نمونه‏ها اضافه كنيد .   انجماد سريع نمونه نيز براي حفاظت بعضي از تركيبات آلي نتيجه مناسب داده است و بايد افزودن هر نوع ماده محافظت كننده را بر روي برچسب نمونه بيان كرد .   ب ـ نمونه‏هاي آزمون باكتريولوژي در صورتيكه ظرف يكساعت پس از جمع‏آوري مورد آزمايش قرار نگيرد، احتياج به سردكردن دارد .  1- نمونه‏هائي كه در يك ساعت اول پس از جمع‏آوري مورد آزمون قرار مي‏گيرد را مي‏توان بدون يخ زدن در محل سرد نگاه داشت.   2- نمونه‏هائي كه بيشتر از يك ساعت از نمونه‏گيري امكان آزمايش آن فراهم مي‏شود بايد در يخچال و يا يخدان در درجه حرارتي كه بيشتر از چهار درجه سانتي‏گراد نباشد نگاهداري نمود.   در هيچ حالتي فاصله زماني بين جمع‏آوري و آزمون نبايد بيشتر از 12 ساعت در موارد عادي و يا شش ساعت در مورد نمونه‏هاي مشكوك به داشتن مقادير زياد از ارگانيزم باشد .   براي دستور كارهاي بررسي نمونه در محل ( آزمايشات صحرائي ) بايد مدت زمان طولاني‏تري در نظر گرفته شود .   3- در صورت حمل‏ونقل نمونه‏ها را بايد در ظرفي با جدار عايق كه محتوي يخ است منتقل كرد تا دماي آن بين صفر تا چهار درجه سانتي‏گراد باقيمانده و امكان استفاده براي آزمون، ظرف 12 ساعت پس از جمع‏آوري فراهم گردد.   4- اگر شرايط حفظ و نگهداري نمونه با بندهاي 2 و 3 اين قسمت تطبيق نكند شرايط واقعي را در گزارش آزمون بيان كنيد. |

|  |
| --- |
| 1-3- بخش پ |
| فاصله زماني مابين جمع‏آوري و تجزيه نمونه‏ها   الف ـ به‏طور كلي فاصله زماني بين جمع‏آوري و تجزيه نمونه‏ها بايد حتي‏الامكان كوتاه باشد ولي در بعضي شرايط براي به دست آوردن نتايج مطمئن‏تر لازم است تجزيه نمونه در محل نمونه‏گيري انجام شود .   زمان مجاز واقعي بين جمع‏آوري و تجزيه نمونه به نوع آزمايش مورد نظر، خصوصيات نمونه و فاصله زماني جايز براي به كار بردن واكنش صحيح بستگي دارد .    ب ـ در بيان يك تجزيه، طول انقضاي زمان بين جمع‏آوري و تجزيه نمونه را مشخص كنيد .   ج - گازهای محلول مانند اكسيژن، هیدروژن سولفوره و دي‏اكسيد كربن را در محل نمونه‏گيري اندازه‏گيري كنيد مگر در مواردي كه امكان تثبيت آن وجود داشته و اندازه‏گيري بعدا طبق روش اختصاصي مشخص شده صورت پذيرد .  د - در نمونه‏گيري براي اندازه‏گيري‏هاي راديواكتيويته، زمان نمونه‏گيري را يادداشت و چنانچه فعاليت مواد با عمر كوتاه مورد نظر است، تجزيه بايد با نهايت سرعت به طريقي انجام پذيرد كه افت فعاليت ماده به علت تضعيف راديواكتيو به حداقل برسد .  در صورتي‏كه فقط فعاليت مواد با عمر طولاني مورد نظر است در بعضي موارد اندازه‏گيري راديواكتيويته با گذراندن نمونه به مدت زمان كافي پس از نمونه‏گيري براي ضعيف شدن فعاليت راديونوكليئدها با عمر كوتاه به سهولت قابل انجام مي‏باشد. |

# 2- ایمنی آزمایشگاه آب

|  |
| --- |
| 2-1- بخش الف |
| نصب و استفاده از سیستم اعلام حریق در آزمایشگاه می تواند از آسیب های مالی و جانی به صورت جدی جلوگیری کند. برای هر نوع آزمایشگاهی، یک مدل مختلف از آشکار ساز کارآمد است. به طور مثال برای آزمایشگاه هایی که در آن محلول های اشتعال زا ماننده الکل نگهداری می شود که بخش بزرگی از خطر مربوط به آن است باید از دتکتور های شعله استفاده کنیم. یکی از بهترین دتکتور هایی که می توان برای آزمایشگاه هایی که در آن از چوب، پلاستیک، کاغذ و ... نگهداری می شود، به کار برددتکتور های دودی هستند که قابلیت تشخیص دود بالایی را دارند.  در نتیجه می توان گفت این که چه نوع آشکار سازی برای محیط آزمایشگاه انتخاب کنیم، بستگی به نوع مواد و تجهیزاتی که در آن نگهداری شده و امکان بروز حریق را بالا می برند، دارد.  **فواید سیستم اعلام حریق در آزمایشگاه ها**   * هزینه کم در نگهداری و تعمیر * کنترل 24 ساعته کل ساختمان * تنظیم حساسیت توسط شخص * تشخیص احتمال آتش سوزی * تشخیص به موقع و سریع آتش سوزی * قابلیت اتصال به دیگر تجهیزات امنیتی ساختمان   راه های جلوگیری از وقوع آتش سوزی در محیط آزمایشگاه ها   * چک کردن سیستم و وسایل گرمایشی * نواقص در اتصالات برقی را حتما بر طرف کنید * درب ظرف محلول های قابل اشتعال را به هیچ عنوان باز نگزارید * تهیه کپسول آتش نشانی در آزمایشگاه برای اطفا حریق در روز مبادا * چک کردن سیم ها و کابل های برق و اطمینان از نداشتن اتصالی آن ها * نصب سنسور های هشدار دهنده دودی و شعله ایی در هر نقطه از آزمایشگاه * بررسی مرتب میزان مونو اکسید کربن برای جلو گیری از وقوع آتش سوزی * محلول های اشتعال زا ماننده الکل را در ظرف های مطمعن و نشکن نگهداری کنید   چک کردن ابزار آلات و اساسیه برقی آزمایشگاه و اطمینان از نداشتن اتصالی در سیم آن ها |

|  |
| --- |
| 2-2- بخش ب |
| نخستین هدف در طراحی یک آزمایشگاه فراهم کردن محیط قابل دسترس و بی خطر است تا کارکنان آزمایشگاه در آن محیط به انجام فعالیت بپردازند . دومین هدف دارا بودن قابلیت حداکثر انعطاف پذیری برای استفاده پژوهشی و آموزشی در محیط امن است . بنابراین این عواملی که ایمنی و بهداشت را به خطر می اندازد باید شناسایی و به دقت ارزیابی شوند . تا جایی که امکان دارد باید در طراحی باید اقدامات حفاظتی در نظر گرفته شود . اگرچه استفاده نادرست از امکانات آزمایشگاهی می تواند بر طراحی صحیح و ایمن آزمایشگاه غلبه کندباید از پوشش مناسب، دستکش، عینک و ماسک در تمامی مدت استفاده شود. برخی از موارد ایمنی حین انجام آزمایش به شرح زیر می باشد:   * باید خواص شیمیایی کلیه مواد قبل از کار با آنها مطالعه شود. * تمامی شیشه های مواد شیمیایی باید دارای برچسب باشد. * مواد شیمیایی در کابینت های ایمن مجهز به قفل نگهداری شود. * استفاده از صابون ضد باکتریال، دوش و چشم شوی پس از انجام کار الزامی است. * زباله های تولید شده در آزمایشگاه به طور روزانه جمع آوری و به طریق مناسب دفع شود. * از ریختن مایعات قابل اشتعال در داخل سینک ظرفشویی باید خودداری شود. * در صورت کار با مخلوط های منفجر شونده، علاوه بر هود بهتر است که درب آن حالت نیمه باز باشد. * تمام ظروف شیشه ای شکسته، آب و مواد شیمیایی ریخته شده به سرعت تمیز شود. * مواد شیمیایی دور ریختنی با رویکرد کاهش آسیب به محیط زیست و افراد به طریقه ایمن دفع شود. * کلیه عملیات مربوط به استخراج اتر و کلروفرم باید زیر هود با درب پایین آمده و مکنده روشن و ماسک انجام شده و از استنشاق بخارات آن پرهیز شود. * هرگز در محیطی با شرایط تهویه ضعیف کار نشود. * محل شیلنگ های آتش نشانی باید مشخص بوده و کپسول های اطفاء حریق باید در جایی مناسب و به تعداد کافی با دسترسی آسان در هر منطقه نصب شوند. * پرسنل باید با انواع وسایل اطفاء حریق و آن که هر کدام برای چه نوع آتشی مناسب است، آشنا باشند. * تمام ظروف شیشه ای لب پریده، ترک خورده و یا شکسته شده در جایی قرار داده شود که برچسب «فقط ظروف شکسته شیشه ای» داشته باشد. * هرگز نباید وسایل و لوازمی که کاملا شناخته شده نیستند، تعمیر کرد. * بعد از پایان هر نوبت یا روز کاری باید برنامه منظمی برای تمیز کردن آزمایشگاه موجود باشد.   دوش ایمنی و چشم شوی باید جزء تجهیزات هر آزمایشگاه باشد. |
| 2-3- بخش پ |
| ﻓﻴ به منظور حفظ ایمنی آزمایشگاه آب هرگز در آزمایشگاه به تنهایی کار نکنید. همیشه حضور خود را در آزمایشگاه با شخص دیگری در میان بگذارید. از محیط آزمایشگاه جهت صرف غذا و مایعات نبایستی استفاده گردد. حفاظت از چشم ها در تمام اوقات کار در آزمایشگاه و هنگام کار با مواد شیمیایی ضروری است. در هر آزمایشگاه و انبار باید لوازم اعلام و اطفای حریق سیار و ثابت متناسب با نوع کار نصب گردد. بطور کلی 3 نوع از خاموش کننده های حریق عبارتند از :  خاموش کننده های آبی: برای حریق های با مواد قابل احتراق عادی از قبیل چوب و کاغذ  پودر خشک شیمیایی: موثر در برابر بیشتر حریقها، اختصاصا برای مایعات آتش گیر و فلزات و حریقهای الکتریکی  دی اکسید کربن: مفید برای حریقهای کوچک شامل مایعات آتش گیر و استفاده در محدوده اطراف ابزار و تجهیزات الکترونیکی بسته به پتانسیل خطرات ممکن است بیش از یک نوع اطفاء کننده در هر اتاق موجود باشد. توضیح اینکه خاموش کننده های هالوژن در اتاق های الکترونیکی ویژه با تجهیزات کامپیوتری که ممکن است بوسیله خاموش کننده های متداول آسیب ببینند، ارجحیت دارند.  بازدید از اجزای مختلف دستگاه ها به لحاظ اطمینان از نظر عدم نشتی و خرابی دستگاه الزامی است. سیلندرهای گاز اعم از پر و خالی بایستی در محل مناسب و به حالت عمودی با استفاده از تسمه-زنجیر یا بست بطور ایمن مهار گردند. از انباشت و نگهداری مواد شیمیایی مازاد در آزمایشگاه خود داری شود. ضروری است کلیه مواد در انبار آزمایشگاه، نگهداری کردند. |

# 3- تحلیل پارامترها در آزمایشگاه آب

|  |
| --- |
| 3-1- بخش الف |
| یکا: اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی در شرایط واحد که مقادیر استاندارد هستند بیان می‌شود. دو سیستم اصلی یکا در جهان استفاده می‌شود: دستگاه یکاهای SI (همچنین به عنوان سیستم متریک نیز شناخته می‌شوند) و دستگاه یکاهای انگلیسی (همچنین به عنوان سیستم معمول نیز شناخته می‌شوند). دستگاه یکای انگلیسی از لحاظ تاریخی در جوامع مختلف تحت اداره امپراطوری بریتانیا مورد استفاده قرار می‌گرفت و هنوز هم در ایالات متحده مورد استفاده قرار می‌گیرد.  امروزه تقریباً همه کشورهای جهان از واحدهای SI به عنوان استاندارد استفاده می‌کنند. همچنین سیستم متریک نیز سیستم استانداردی است که دانشمندان و ریاضیدانان روی آن توافق دارند. واحد یکاهای اصلی در سیستم SI، متر برای طول، کیلوگرم برای جرم، ثانیه برای زمان، آمپر برای شدت جریان الکتریکی، کلوین برای دما، مول برای مقدار ماده و کاندلا برای شدت نور می‌باشد.  اندازه گیری فرایند بدست آوردن مقدار یک شیء نسبت به یک استاندارد مورد توافق است. دانش مشخص کردن وزن و اندازه گیری را مترولوژی (Metrology) می‌نامند. دقت اندازه‌گیری یک ابزار کوچکترین مقداری است که یک دستگاه می‌تواند اندازه گیری کند، معمولاً روی دستگاه‌ها دو عدد نوشته شده است، کمترین مقداری که یک دستگاه می‌تواند اندازه گیری کند یا دقت دستگاه؛ و بیشترین مقداری که یک دستگاه توانایی اندازه‌گیری آن را دارد.  با استفاده از پیشوندهای مختلف می‌توان مقدار یکاها را در اندازه‌های بزرگتر و کوچکتر از میزان استاندارد گزارش نمود. پیشوندهای ترا، گیگا، مگا، کیلو، هکتو، دکا، دسی، سانتی، میلی، میکرو، نانو و پیکو به ترتیب اندازه را با ضرب در 10 به توان 12، 9، 6، 3، 2، 1، 1-، 2-، 3-، 6-، 9- و 12- گزارش می‌کنند. |

|  |
| --- |
| 3-2- بخش ب |
| در خصوص علم آمار در آزمایشگاه، تمایل مرکز عبارت است از توزیع داده‌ها یا ارزش‌ها در اطراف یک داده یا ارزش مرکزی. سه شاخصه مهم آماری در این رابطه عبارتند از: میانگین، میانه و مد که تنها شاخص آماری پارامتریک در این گروه میانگین بوده و بقیه شاخصه‌ها غیرپارامتریک هستند. اینکه در ارزیابی‌های کیفی یک اندازه‌گیری کدامیک از شاخصه‌ها کاربرد دارند به چگونگی توزیع یا پراکندگی پاسخ‌های حاصل از اندازه‌گیری بستگی دارد. متداولترین شاخص آماری میانگین می‌باشد. در مواقعی که داده‌ها پراکندگی نرمال یا گوسی نشان می‌دهند، میانگین شاخص آماری پارامتریکی واقعی است که عبارت است از مجموع داده‌ها تقسیم بر تعداد آنها. میانه نقطه‌ای از معیار است که تعداد سنجش‌هادر بالا و پایین آن برابر باشد. میانه مجموعه را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کند بطوریکه نیمی از اعداد بیشتر از آن و نیمی دیگر کمتر از آن باشند. هنگامیکه پراکندگی نتایج زیاد و یا توزیع آنها نامتقارن باشد به جای میانگین از میانه استفاده می‌شود. مد یا نما عددی است که در یک مجموعه بیش از همه تکرار شود. وقتی در مجموعه‌ای از اعداد، میانگین و میانه و مد یک عدد باشند، این مجموعه دارای پراکندگی طبیعی یا گوسین است.  شاخص‌های پراکندگی شامل دامنه تغییرات (فاصله میان مقادیر حداقل و حداکثر را در پاسخ‌ها بیان می‌کند و بنابراین نمی‌تواند پراکندگی پاسخ‌ها را به شکل مناسب بیان کند)، میانگین انحرافات (میانگین و قدرمطلق انحراف از میانگین)، انحراف معیار (سنجشی از درجه پراکندگی در یک جمعیت با پراکندگی نرمال) و ضریب تغییرات (نشاندهنده میزان دقت یک آزمون) می‌باشد. |

|  |
| --- |
| 3-3- بخش پ |
| **عدم قطعیت در اندازه گیری (Uncertainty Of Measurement)** به نوعی میزان **دقت اندازه گیری** را برای ما تعیین می کند. بدون درک درست از میزان دقت اندازه گیری انجام شده عملا نمی توان میزان صحت و سقم نتایج به دست آمده را احراز کرد. بررسی عدم قطعیت در اندازه گیری از سه جنبه اهمیت پیدا می کند که عبارت اند از: موضوع [کالیبراسیون](https://namatek.com/%da%a9%d8%a7%d9%84%db%8c%d8%a8%d8%b1%d8%a7%d8%b3%db%8c%d9%88%d9%86-%da%86%db%8c%d8%b3%d8%aa/) (Calibration) دستگاه ها و تجهیزات از این طریق به سرانجام می رسد. موفقیت یا عدم موفقیت آزمون های مختلف در [صنعت](https://namatek.com/%d8%b5%d9%86%d8%b9%d8%aa-%da%86%db%8c%d8%b3%d8%aa/) و آزمایشگاه با تعیین دقیق میزان عدم قطعیت امکان پذیر است.  تعیین تلورانس (Tolerance) تجهیزات به کمک بررسی دقیق عدم قطعیت انجام می شود. روش شش مرحله‌ای اندزه‌گیری عدم قطعیت:  **مشخص کردن فرآیند اندازه گیری و معادله آن**  اولین گام شناسایی دقیق فرآیند اندازه گیری یا سیستمی است که قصد ارزیابی آن را دارید.  برای این منظور باید گام های زیر را پشت سر بگذارید:  آزمون یا تابع اندازه گیری را برای ارزیابی انتخاب کنید.  روش اندازه گیری مورد نظر خود را استفاده کنید.  تجهیزات مورد استفاده در اندازه گیری را تعیین کنید.  محدوده مطلوب تابع اندازه گیری را مشخص کنید.  نقاط آزمونی که باید ارزیابی شوند را مشخص نمایید.  در صورت لزوم معادله ریاضی که نشان دهنده تابع اندازه گیری است را به دست آورید.  آخرین گام تنها در صورتی لازم است که باید از یک رابطه ریاضی بعد از حصول نتایج اندازه گیری برای محاسبه جواب نهایی استفاده کنید.  به این ترتیب موفق خواهید شد عدم قطعیت آن ها را محاسبه کنید یا تخمین بزنید.  **شناسایی و تعیین دقیق منابع عدم قطعیت در اندازه گیری**  در این مرحله باید کلیه عواملی که بر عدم قطعیت در اندازه گیری تأثیرگذار هستند را شناسایی کنید.  این مرحله پیچیده است و ممکن است نیاز به صرف زمان بسیار زیادی برای آن داشته باشید.  متخصصان این حوزه معتقدند حدود 50 درصد زمانی که صرف بررسی عدم قطعیت می کنید، به این مرحله اختصاص دارد.  برای طی کردن موفق این مرحله باید گام های زیر را به دقت بردارید:  روش آزمایش، کالیبراسیون یا فرآیند اندازه گیری را ارزیابی کنید.  معادلات اندازه گیری را در صورت وجود بررسی کنید.  تجهیزات و استانداردهای مرجع را بررسی نمایید.  حداقل منابع مورد نیاز عدم قطعیت را شناسایی کنید.  به دنبال منابعی باشید که تغییرات آن ها روی نتایج اندازه گیری اثرگذار هستند.  **کمی کردن منابع عدم قطعیت**  در مرحله سوم محاسبه عدم قطعیت در اندازه گیری باید به سراغ کمی کردن (Quantity) منابع عدم قطعیت بروید.  کیفی بودن (Quality) منابع عدم قطعیت هیچ کمکی به محاسبه آن نمی کند. برای این منظور باید چهار گام را پشت سر بگذارید که عبارت اند از:  جمع آوری اطلاعات و داده ها: در این مرحله باید از هر روشی که ایجاب می کند، به جمع آوری داده درباره منابع عدم قطعیت بپردازید. هدف از جمع آوری داده ها شناسایی مقدار اثرگذاری هر یک از منابع در عدم قطعیت در اندازه گیری است.  انتخاب داده های مناسب: در این گام باید داده های جمع آوری شده در گام قبلی را پایش کنید. به این ترتیب داده هایی که تأثیری در محاسبه عدم قطعیت ندارند، کنار می روند.  تجزیه و تحلیل داده ها: در این گام باید با استفاده از روش های علم آمار به آنالیز داده ها بپردازید. به این ترتیب میزان بزرگی و اثرگذاری هر یک از آن ها مشخص خواهد شد.  کمی کردن منابع عدم قطعیت: در گام آخر باید از اطلاعات به دست آمده برای نسبت دادن یک مقدار کمی به هر یک از منابع عدم قطعیت استفاده کرد.  **دسته بندی منابع عدم قطعیت در اندازه گیری**  در مرحله چهارم محاسبه عدم قطعیت در اندازه گیری باید نوع عدم قطعیت و توزیع احتمال هر یک از منابع را مشخص کنید. همچنین نمودار توزیع احتمال منابع عدم قطعیت نیز در موارد زیر دسته بندی می شود: [نرمال](https://namatek.com/%d8%aa%d9%88%d8%b2%db%8c%d8%b9-%d8%a7%d8%ad%d8%aa%d9%85%d8%a7%d9%84-%d9%86%d8%b1%d9%85%d8%a7%d9%84/) (Normal) یونیفرم (Uniform/Rectangular) مثلثی (Triangular) لاگ نرمال (Log-Normal) سهمی (Quadratic) یو شکل (U-Shaped)  **تبدیل منابع عدم قطعیت به انحراف معیار معادل**  اکنون نوبت نسبت دادن انحراف معیار (Standard Deviation) معادل به هر یک از منابع عدم قطعیت است.  در این مرحله باید با توجه به توزیع احتمال که در مرحله قبل انتخاب کردید، انحراف معیار معادل هر یک از منابع عدم قطعیت را به دست بیاورید.  **محاسبه عدم قطعیت ترکیبی**  در مرحله ششم محاسبه عدم قطعیت در اندازه گیری، باید عدم قطعیت ترکیبی منابع مختلف را در مسئله محاسبه کنید.   * برای این منظور انحراف معیار هر یک از منابع را که در مرحله قبل محاسبه کردید، به توان 2 برسانید. در ادامه اعداد به دست آمده را با هم جمع کنید. پس از آن جذر عدد حاصل را به دست بیاورید. به این ترتیب انحراف معیار کلی در مسئله یا عدم قطعیت ترکیبی محاسبه می شود.. |

# 4- شیمی پایه و دستگاهی

|  |
| --- |
| 4-1- بخش الف |
| کلرید آهن (III) از ترکیب مستقیم گاز کلر با آهن در شرایط حرارت مناسب و یا از ترکیب هیدروکلریک اسید با آهن و اکسید کردن محلول کلرید آهن (II) تهیه شده با گاز کلر و یا از ترکیب آهن با کلرید آهن (III) و اکسید کردن مجدد آن با گاز کلر بدست می‌آید و شامل انواع زیر است:  پودر خشک (بدون آب تبلور): به شدت جاذب رطوبت است و با جذب رطوبت درخشندگی نارنجی پیدا می‌کند و به دلیل جذب رطوبت ممکن است بصورت کلوخه مشاهده شود.  کریستال شش آبه: محلول کلرید آهن (III) در غلظت‌های بالا با شش مولکول آب بصورت کریستال زرد یا نارنجی رنگ در می‌آید و حاوی 60 درصد کلرید آهن (III) می‌باشد.  کلرید آهن (III) مایع (محلول): به رنگ قهوه‌ای سیر، بدون مواد معلق و مواد ناخالص قابل روئیت می‌باشد و در ظروف پلاستیکی یا بصورت فله عرضه می‌شود. غلظت کلرید آهن (III) در محلول معمولا بین 37 تا 43 درصد جرمی می‌باشد.  به منظور نمونه‌برداری جهت تست حدود مجاز برای استفاده این ماده در تصفیه آب، در صورتیکه محموله در بسته‌های متعدد ظرفیت حداکثر 220 لیتری تحویل گردد، باید 5 درصد تعداد بسته‌ها مشروط بر اینکه از 15 بسته عبور نکند، به عنوان نمونه و به روش تصادفی انتخاب شود.  مطابق استاندارد ملی 3601، دو روش برای تعیین کلرید آهن (III) توصیه می‌شود که روش اول مرجع محسوب می‌شود:  روش الف: احیاء به وسیله یدید پتاسیم، تیتر کردن ید حاصله با محلول استاندارد تیوسولفات سدیم، تعیین مقدار آهن (III) و درصد کلرید آهن (III) با استفاده از میزان تیوسولفات سدیم مصرفی  روش ب: احیاء با افزایش قلع (II)، محاسبه کل آهن (II) با تیتر کردن با دی کرومات پتاسیم در حضور شناساگر دی فنیل آمین سولفونات باریم، محاسبه آهن (III)، محاسبه مقدار کلرید آهن (III)  الزامات کلرید آهن (III) در جدول یک استاندارد ملی 3601 به میزان مجاز کلرید آهن (III)، کلرید آهن (II)، اسید آزاد، مواد نامحلول، روی، آرسنیک، سرب، جیوه، منگنز، کادمیوم، کروم، سلنیوم، نیکل و آنتیموان پرداخته است. |

|  |
| --- |
| 4-2- بخش ب |
| روش استاندارد ملی برای تعیین میزان هیدرازین موجود در آب‌های دیگ بخار، کندانسورها، آب‌های طبیعی و چاه که با هیدرازین واکنش می‌دهند روش رنگ‌سنجی است. این استاندارد برای تعیین هیدرازین در گستره 5 تا 200 میکروگرم بر لیتر کاربرد دارد. این گستره با انجام اندازه‌گیری‌های فتومتری در طول موج 458 نانومتر در یک سل 50 میلیمتری بدست آمده است. غلظت‌های بالاتر هیدرازین را می‌توان با رقیق‌سازی بیشتر محلول اندازه‌گیری کرد.  اصول آزمون از این قرار است: هنگامی که محلول پارا-دی متیل آمینو بنزآلدهید در متانول و هیدروکلریک اسید به هیدرازین در محلول هیدروکلریک اسید رقیق اضافه می‌شود، ترکیب زرد رنگ پارا-دی متیل آمینو بنزال آزین ایجاد خواهد شد که شدت رنگ آن متناسب با غلظت هیدرازین است و در گستره غلظت 5 تا 200 میکروگرم بر لیتر از قانون بیر لامبرت تبعیت می‌کند.  موادی که بطور معمول در آب‌های صنعتی موجود می‌باشند موجب تداخل نمی‌شوند با این حال مقدار هیدرازین ممکن است توسط عوامل اکسیدکننده از قبیل کلر، برم و ید (که با نمونه جمع‌آوری شده یا قبل از آزمون با آن جذب می‌شوند) کاهش یابد. رنگ‌ها نیز ممکن است در طول موج 458 نانومتر مانند سایر رنگ‌های تیره یا کدورت‌هایی که نمی‌توان بر آن غلبه کرد، تداخل ایجاد کنند. همچنین آمین‌های آروماتیک مثل آنیلین نیز سبب تداخل می‌شوند. |

|  |
| --- |
| 4-3- بخش پ |
| برای به دست آوردن نمونه نماینده از رزین تبادل یونی، نمونه‌برداری را مطابق استاندارد ASTM D2687 انجام دهید. به منظور یک برنامه کامل از آزمون توصیه می‌شود حداقل مقدار نمونه 1 لیتر باشد. واکنشگر برای پیش تصفیه اول رزین‌های تبادل آنیونی و کاتیونی به ترتیب NaOH و HCL می‌باشند که حجم موردنیاز در پیش تصفیه اولیه 8 برابر حجم نمونه و زمان تماس 1 ساعت می‌باشد. پس از آن پیش تصفیه دوم با الزامات مشخص شده در استاندارد انجام می‌شود. آزمون‌های بعدی شامل ظرفیت نگهداری آب، چگالی پس از شستشوی معکوس و استقرار، توزیع اندازه ذرات، ظرفیت تفکیک نمک رزین‌های تبادل کاتیونی، ظرفیت کل رزین‌های تبادل کاتیونی، درصد احیای رزین‌های تبادل کاتیونی با فرم هیدروژنی، ظرفیت کل و تفکیک نمک رزین‌های تبادل آنیونی، درصد احیای رزین‌های تبادل آنیونی، مقدار یون کلرید رزین‌های تبادل آنیونی، مقدار کربنات رزین‌های تبادل آنیونی، مقدار سولفات رزین‌های تبادل آنیونی، ظرفیت آنیونی کل رزین‌های تبادل آنیونی می‌باشند.  بطور مثال در روش تعیین ظرفیت کل رزین‌های کاتیونی، عوامل موثر در محاسبه میزان برحسب میلی اکی‌والان بر گرم نمونه مرطوب جهت استفاده در فرمول مربوطه، میانگین حجم HCL موردنیاز برای تیتراسیون، وزن نمونه مرطوب، نرمالیته HCL مصرفی و نرمالیته محلول NaOH می‌باشند. همچنین در روش تعیین ظرفیت کل رزین‌های آنیونی، عوامل موثر در محاسبه میزان برحسب میلی اکی‌والان بر گرم نمونه مرطوب جهت استفاده در فرمول مربوطه، میانگین حجم محلول AgNO3 موردنیاز برای تیتراسیون، میانگین حجم HCL موردنیاز برای تیتراسیون، وزن نمونه مرطوب، نرمالیته AgNO3 مصرفی و نرمالیته محلول HCL می‌باشند. |

# 5- شیمی آب

|  |
| --- |
| 5-1- بخش الف |
| آب معرف (Reagent Water) آبی است که غلظت ترکیبات و عناصر موجود در آن از حد تشخیص روش آزمون کمتر باشد.  آب معرف با کیفیت پایین: هدایت الکتریکی آن حداکثر µs/cm 10 در دمای ˚C 25 می باشد . معمولا برای شستشوی ظروف و یا منبع تولید آب خالص تر می باشد.  آب معرف با کیفیت متوسط: هدایت الکتریکی آن حداکثر µs/cm 1 در دمای ˚C 25 می باشد . معمولا به روش تقطیر یا یون زدایی تولید می شود.  آب معرف با کیفیت بالا: هدایت الکتریکی آن حداکثر µs/cm 1/0 در دمای ˚C 25 می باشد.با این حال، اندازه گیری هدایت الکتریکی ، مواد آلی یاآلاینده های غیریونیزه شده را مشخص نمی کند . همچنین آلاینده های یونی به طور دقیق در سطح میکروگرم در لیترقابل اندازه گیری نیستند.  از روش های زیر برای تولید این آب استفاده می شود.   * تقطیر ، یون زدایی * عبور از فیلتر غشایی ، یون زدایی با میکس بد، اسمز معکوس * اسمز معکوس ، جذب کربن و یون زدایی * یون زداهای میکس بد به خصوص اگر بسترها تازه باشند مقادیر کمی مواد آلی اضافه می کنند ، بنابراین کیفیت آب معرف را بلافاصله پس از آماده سازی تعیین کنید.   اندازه گیری pH ، بدون آلوده شدن آب ، تنها در آب های با کیفیت پایین میسر می باشد . |

|  |
| --- |
| 5-2- بخش ب |
| انواع آزمون جامدات آب بر اساس روش های ذیل اندازه گیری می شوند:  کل جامدات خشک شده در دمای˚C 105-103 (TS):شامل جامدات معلق و محلول  کل جامدات محلول خشک شده در دمای˚C 180(TDS)  کل جامدات معلق خشک شده در دمای˚C 105-103(TSS)  جامدات ثابت و فرار مشتعل شده در دمای ˚C550(Fixed &Volatile solis)  مواد قابل ته نشینی(SS) |

|  |
| --- |
| 5-3- بخش پ |
| ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی از این قرار می‌باشد:  کدورت: حد مطلوب کمتر یا مساوی 1، مقدار مجاز حداکثر 5 و واحد اندازه‌گیری NTU  رنگ: مقدار مجاز حداکثر 15، واحد اندازه‌گیری پلاتین، کبالت برای رنگ حقیقی آب T.C.U  بو: حداکثر 2 واحد در 12 درجه سانتیگراد و حداکثر 3 واحد در 25 درجه سانتیگراد، واحد اندازه‌گیری رقم آستانه بو (TON)  pH: حد مطلوب 5/6 تا 5/8، مقدار مجاز 5/6 تا 9  سختی کل برحسب CaCO3: حداکثر مطلوب 200 و حداکثر مجاز 500 میلی گرم بر لیتر  سولفات برحسب SO4: حداکثر مطلوب 250 و حداکثر مجاز 400 میلی گرم بر لیتر  کلرور برحسب Cl: حداکثر مطلوب 250 و حداکثر مجاز 400 میلی گرم بر لیتر  نیترات برحسب NO3: حداکثر مجاز 50 میلی گرم بر لیتر  نیتریت برحسب NO2: حداکثر مجاز 3 میلی گرم بر لیتر  در مورد نیتریت و نیترات، مجموع نسبت غلظت‌های هر کدام به مقادیر توصیه شده نباید از یک بیشتر باشد. |