

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## مرکز ارزیابی و صلاحیت حرفه‌ای صنعت آب و برق

### کتابچه‌ی دانش شغلی

عنوان شغل :

## کاردان، کارشناس و کارشناس ارشد آزمایشگاه باکتریولوژی آب

دروس:

اصول نمونه برداری در آزمایشگاه آب	تخصصی	۱
ایمنی آزمایشگاه آب		۲
تحلیل پارامترها در آزمایشگاه آب		۳
باکتریولوژی آب		۴

تابستان

۱۴۰۳

## فهرست مطالب

۴	۱- اصول نمونه برداری در آزمایشگاه آب
۴	۱-۱- بخش الف
۴	۲-۱- بخش ب
۵	۳-۱- بخش پ
۷	۲- ایمنی آزمایشگاه آب
۷	۱-۲- بخش الف
۷	۲-۲- بخش ب
۸	۳-۲- بخش پ
۹	۳- تحلیل پارامترها در آزمایشگاه آب
۹	۱-۳- بخش الف
۱۰	۲-۳- بخش ب
۱۱	۳-۳- بخش پ
۱۲	۴- باکتریولوژی آب
۱۲	۱-۴- بخش الف
۱۳	۲-۴- بخش ب
۱۳	۳-۴- بخش پ

## ۱- اصول نمونه برداری در آزمایشگاه آب

### ۱-۱- بخش الف

هدف از نمونه گیری به دست آوردن قسمت کوچکی از آب است که نمایانگر خصوصیات واقعی منبع اصلی باشد و مهمترین عوامل اساسی که برای رسیدن به این مقصود لازم است عبارتند از :

نقاط نمونه گیری، زمان نمونه گیری، تناوب نمونه گیری، و حفظ ترکیب نمونه تا زمان اجرای آزمایش .

در اغلب موارد به علت عدم یکنواختی در منبع آب، لزوم نمونه گیری از چند نقطه ایجاب می شود و در صورتی که استفاده از محلی به عنوان نمایانگر بیشترین خصوصیات آب مقدرور نباشد می توان با شناخت و پی بردن به روابط فی مابین یا بهره گیری از نتایج به دست آمده به کمک حداقل نقاط نمونه گیری این کار را عملی کرد .  
یک نمونه نمایانگر واقعی را الزاماً از یک محل انتخاب شده نمی توان برداشت، بلکه تغییر کافی بر روی نتایج یک نمونه غیر معرف نیز می توان اطلاعات با ارزشی در مورد روند تغییرات به دست داده و نمونه گیر را در جهت انتخاب محل هائی که اطلاعات حاصله بیشتر با حقیقت نزدیک باشد، راهنمایی و هدایت نماید .

باید توجه داشت اغلب نمونه هایی که از یک نقطه مجرد یک سیستم گردآوری می شود تا حدودی نمی توان به عنوان نمودار واقعی تلقی کرد، بنابراین موضوع قابل اهمیت این است که حدود معرف بودن نمونه را تشخیص داده و از نتایج به دست آمده آن برای ثبت مداوم کیفیت آب منبع استفاده نمود .

در غیر این صورت در هنگام تشکیل پرونده لازم است یک ضریب تصحیح فرضی یا ضریب دقت مناسب برای نمونه گیری تعیین و در نظر گرفته شود .

باید توجه داشت اغلب نمونه هایی که از یک نقطه مجرد یک سیستم گردآوری می شود تا حدودی نمی توان به عنوان نمودار واقعی تلقی کرد، بنابراین موضوع قابل اهمیت این است که حدود معرف بودن نمونه را تشخیص داده و از نتایج به دست آمده آن برای ثبت مداوم کیفیت آب منبع استفاده نمود .

در غیر این صورت در هنگام تشکیل پرونده لازم است یک ضریب تصحیح فرضی یا ضریب دقت مناسب برای نمونه گیری تعیین و در نظر گرفته شود .

### ۱-۲- بخش ب

مبانی نگهداری نمونه ها:

الف - مواد شیمیائی محافظ را برای آزمون های فیزیکی، شیمیائی و یا رادیولوژیکی که به طور اختصاصی در هر روش آزمون مشخص شده است به نمونه ها اضافه کنید .

انجماد سریع نمونه نیز برای حفاظت بعضی از ترکیبات آلی نتیجه مناسب داده است و باید افزودن هر نوع ماده محافظت کننده را بر روی برچسب نمونه بیان کرد .

ب - نمونه‌های آزمون باکتریولوژی در صورتیکه ظرف یکساعت پس از جمع‌آوری مورد آزمایش قرار نگیرد، احتیاج به سرد کردن دارد .

۱- نمونه‌هایی که در یک ساعت اول پس از جمع‌آوری مورد آزمون قرار می‌گیرد را می‌توان بدون یخ زدن در محل سرد نگاه داشت.

۲- نمونه‌هایی که بیشتر از یک ساعت از نمونه‌گیری امکان آزمایش آن فراهم می‌شود باید در یخچال و یا یخدان در درجه حرارتی که بیشتر از چهار درجه سانتی‌گراد نباشد نگهداری نمود.

در هیچ حالتی فاصله زمانی بین جمع‌آوری و آزمون نباید بیشتر از ۱۲ ساعت در موارد عادی و یا شش ساعت در مورد نمونه‌های مشکوک به داشتن مقادیر زیاد از ارگانیزم باشد .

برای دستور کارهای بررسی نمونه در محل ( آزمایشات صحرائی ) باید مدت زمان طولانی‌تری در نظر گرفته شود .

۳- در صورت حمل و نقل نمونه‌ها را باید در ظرفی با جدار عایق که محتوی یخ است منتقل کرد تا دمای آن بین صفر تا چهار درجه سانتی‌گراد باقیمانده و امکان استفاده برای آزمون، ظرف ۱۲ ساعت پس از جمع‌آوری فراهم گردد.

۴- اگر شرایط حفظ و نگهداری نمونه با بندهای ۲ و ۳ این قسمت تطبیق نکند شرایط واقعی را در گزارش آزمون بیان کنید.

### ۱-۳- بخش پ

فاصله زمانی مابین جمع‌آوری و تجزیه نمونه‌ها

الف - به‌طور کلی فاصله زمانی بین جمع‌آوری و تجزیه نمونه‌ها باید حتی‌الامکان کوتاه باشد ولی در بعضی شرایط برای به دست آوردن نتایج مطمئن‌تر لازم است تجزیه نمونه در محل نمونه‌گیری انجام شود .

زمان مجاز واقعی بین جمع‌آوری و تجزیه نمونه به نوع آزمایش مورد نظر، خصوصیات نمونه و فاصله زمانی جایز برای به کار بردن واکنش صحیح بستگی دارد .

ب - در بیان یک تجزیه، طول انقضای زمان بین جمع‌آوری و تجزیه نمونه را مشخص کنید .

ج - گازهای محلول مانند اکسیژن، هیدروژن سولفور و دی‌اکسید کربن را در محل نمونه‌گیری اندازه‌گیری کنید مگر در مواردی که امکان تثبیت آن وجود داشته و اندازه‌گیری بعداً طبق روش اختصاصی مشخص شده صورت پذیرد .

د - در نمونه‌گیری برای اندازه‌گیری‌های رادیواکتیویته، زمان نمونه‌گیری را یادداشت و چنانچه فعالیت مواد با عمر کوتاه مورد نظر است، تجزیه باید با نهایت سرعت به طریقی انجام پذیرد که افت فعالیت ماده به علت تضعیف رادیواکتیو به حداقل برسد .

در صورتی که فقط فعالیت مواد با عمر طولانی مورد نظر است در بعضی موارد اندازه‌گیری رادیواکتیویته با گذراندن نمونه به مدت زمان کافی پس از نمونه‌گیری برای ضعیف شدن فعالیت رادیونوکلیدها با عمر کوتاه به سهولت قابل انجام می‌باشد.

۲-۱- 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 مانده 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 برد دتکتور 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 ۲۴ 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 نگذارید
  - تهیه کپسول آتش نشانی در آزمایشگاه برای اطفای 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 جلوگیری از وقوع آتش سوزی
  - محلول های اشتعال زا مانده الکل را در ظرف های مطمئن و نشکن نگهداری کنید
- چک کردن ابزار آلات و اساسیه برقی آزمایشگاه و اطمینان از نداشتن اتصالی در سیم آن ها

۲-۲- 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 کند باید 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 طریق 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 کاملاً 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.

### ۲-۳- بخش پ

فید 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 ۳ 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، اختصاصاً 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 بینند، 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 گردند.

### ۳- تحلیل پارامترها در آزمایشگاه آب

#### ۳-۱- بخش الف

یکا: اندازه گیری کمیت های فیزیکی در شرایط واحد که مقادیر استاندارد هستند بیان می شود. دو سیستم اصلی یکا در جهان استفاده می شود: دستگاه یکاهای SI (همچنین به عنوان سیستم متریک نیز شناخته می شوند) 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 استاندارد 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، کلون 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 اندازه گیری 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 اندازه گیری 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 ۱۰ به توان ۱۲، ۹، ۶، ۳، ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲- گزارش می‌کنند.

### ۳-۲- 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 اندازه گیری کدامیک از شاخصه‌ها کاربرد دارند به چگونگی توزیع یا پراکندگی پاسخ‌های حاصل از اندازه گیری 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 سنجش‌ها در 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.

**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 عملاً 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 (Calibration) دستگاه ها و تجهیزات از این طریق به سرانجام می رسد. موفقیت یا عدم موفقیت آزمون های مختلف در صنعت 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 مرحله ای اندازه گیری 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 تأثیر گذار 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 ۵۰ 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 (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 ۲ 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..

## ۴- باکتریولوژی آب

### ۴-۱- بخش الف

به طور کلی آب خام حاوی دو دسته میکروارگانیسم است. دسته اول، میکروارگانیسم های دائمی نامیده می شوند که به طور طبیعی ساکن آب می باشند. نامیده میشوند. دسته دیگر میکروارگانیسم های گذرا هستند و از محیط اطراف (از طریق خاک، انسان

یا حیوان) به آب انتقال میابند. میکروارگانیزم های بیماریزا در این دسته قرار دارند. گندزدایی آب، مرحله بسیار مهمی در ایمنی آب آشامیدنی است و بسیاری از میکروارگانیزم ها را از بین می برد. گند زدایی شیمیایی آب آشامیدنی سبب کاهش احتمال خطر آلودگی می شود اما لزوماً سبب سلامتی قطعی آب نمی شود. برای مثال گندزدایی آب آشامیدنی با کلر برای مقابله با تک باختگان و برخی ویروسها دارای محدودیت است. همچنین باید توجه داشت که در صورت وجود کدورت در آب، لخته ها و ذرات، میکروارگانیزم های بیماریزا را از تاثیر ماده گند زدا محافظت میکند. اشیریشیا کلی به عنوان میکروارگانیزم نشانگر، برای آلودگی مدفوعی انتخاب شده است، اگرچه کلیفرمهای گرمای نیز میتوانند به عنوان یک متغیر مورد آزمایش قرار گیرند. وجود این باکتری ها در آب نشان دهنده ناکافی بودن فرآیند تصفیه و همچنین آلودگی متناوب و اخیر آب با مدفوع انسان و حیوان میباشد.

#### ۴-۲- بخش ب

در روش آزمون تخمیر چند لوله ای، برای استریل نمودن لوله های حاوی محیط کشت با استفاده از اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه استفاده می شود. در صورتی که فاصله بین محل نمونه برداری و آزمایشگاه به حدی زیاد باشد که نتوان نمونه را ظرف مدت ۲۴ ساعت در آزمایشگاه مورد آزمایش قرارداد، می توان از روش تاخیری (محیط کشت های نگهدارنده) استفاده کرد.

#### ۴-۳- بخش پ

شمارش میکروارگانیزمهای قابل کشت: معمولاً شمارش تک تک کلنی های میکروارگانیزمهایی که قادر به رشد و تشکیل کلنی روی محیط کشت آگار مغذی در دمای ۲۲ و ۳۶ درجه سانتیگراد هستند، انجام می شود. شمارش کلنی برای ارزیابی بی نقص بودن منابع آب زیرزمینی و همچنین موثر بودن فرایند تصفیه آب (برای مثال: انعقاد، صاف سازی و گندزدایی) ضروری است. هرگونه افزایش ناگهانی در شمارش می تواند هشدار اولیه برای آلودگی شدید آب باشد. تلقیح حجم های مشخص از نمونه یا رقت های آن با استفاده از مخلوط کردن با محیط کشت آگار مغذی و سپس گرمخانه گذاری یک سری پلیت ها در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت و سری دیگر در دمای ۲۰ تا ۲۸ درجه سانتیگراد به مدت زمان ۶۸ ساعت می باشد. در صورت لزوم pH را به گونه ای تنظیم کنید که پس از سترون سازی در دمای ۲۶ درجه سانتیگراد برابر با ۷/۲ باشد. برای شمارش کلنی ها برای هر یک از دماهای

گرمخانه گذاری مطابق روش های استاندارد ISO ۸۱۹۹، کلنی ها را در هر پلیت شمارش کنید و تعداد تخمینی واحدهای تشکیل دهنده کلنی موجود را در یک میلی لیتر از نمونه محاسبه کنید. چنانچه در حجم های رقیق نشده نمونه هیچ کلنی روی پلیت های گرمخانه گذاری شده مشاهده نشود، نتایج به صورت کمتر از یک در هر میلی لیتر بیان می شود. چنانچه در بالاترین رقت مورد استفاده بیش از ۳۰۰ کلنی روی پلیت های گرمخانه گذاری شده مشاهده شود، نتایج (با در نظر گرفتن ضریب رقت) بصورت تقریبی ۳۰۰ یا بیشتر از ۳۰۰ بیان می شود. گزارش آزمون باید با ارجاع به استاندارد ISIRI ۵۲۷۱ حداقل شامل این اطلاعات باشد: جزئیات لازم برای شناسایی کامل نمونه، روش آزمون

(پورپلیت) و محیط کشت مورد استفاده)، زمان و دمای گرمخانه گذاری، بیان نتایج مطابق بند ۹ استاندارد ۵۲۷۱ ISIRI،  
هر اتفاق خاص مشاهده شده در طول آزمون و هر عملی که ممکن است بر نتایج تاثیر داشته باشد.