

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستورالعمل نمونه برداری و آزمایش آب و فاضلاب

تهیه و تدوین:

بهمن یارقلی و سونا آذر نشان

سال انتشار:

۱۳۹۳



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

عنوان نشریه:	دستورالعمل نمونه برداری و آزمایش آب و فاضلاب
نگارش:	بهمن یارقلی و سونا آذر نشان
ناشر:	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
زمان انتشار:	۱۳۹۳
صفحه آرایی:	سمیه وطن دوست

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۸۴۵،

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲۶)، دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)

پایگاه اطلاعاتی مؤسسه: www.aeri.ir

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول - اصول نمونه برداری و اندازه گیری
۲	۱-۱- کلیات
۲	۲-۱- عملیات میدانی
۲	۱-۲-۱- آمادگی جهت اعزام به عملیات میدانی
۳	۲-۲-۱- روش و نوع نمونه برداری
۴	۳-۲-۱- مشخصات ظروف نمونه برداری
۴	۴-۲-۱- آماده سازی ظروف نمونه برداری
۵	۵-۲-۱- روش های برداشت نمونه از آب
۱۰	۶-۲-۱- ثبت مشاهدات میدانی
۱۱	۷-۲-۱- نگهداری و محافظت نمونه ها
۱۳	۸-۲-۱- تضمین کیفیت در نمونه برداری
۱۶	۹-۲-۱- ذخیره و حمل و نقل نمونه ها
۱۷	۳-۱- عملیات آزمایشگاهی
۱۷	۱-۳-۱- تحویل نمونه ها به آزمایشگاه
۱۷	۲-۳-۱- نحوه انجام آزمایش ها و سنجش ها
۱۸	۴-۱- نحوه ثبت و نگهداری اطلاعات میدانی
۱۸	۱-۴-۱- تهیه کاربرگ های ثبت اطلاعات میدانی
۲۲	۲-۴-۱- تهیه کاربرگ های ثبت نتایج اندازه گیری های کیفی آب
۳۱	۵-۱- ایمنی در طی فعالیت میدانی
۳۱	۱-۵-۱- اصول کلی مقابله با خطر
۳۲	۲-۵-۱- آماده سازی کاربرگ های اطلاعاتی و تلفن های ضروری
۳۲	۱-۲-۵-۱- موارد عمومی
۳۵	۲-۲-۵-۱- استفاده از مواد شیمیایی
۳۶	۳-۲-۵-۱- استفاده از قایق
۳۷	۴-۲-۵-۱- کار بر روی پل ها
۳۷	۵-۲-۵-۱- استفاده از مسیرهای کابلی
۳۷	۶-۲-۵-۱- آموزش
۳۷	۷-۲-۵-۱- حمل و نقل
۳۷	۶-۱- دستورالعمل نحوه بهره برداری و نگهداری، ایمنی تجهیزات، و وسایل نمونه برداری و آزمایش
۳۷	۱-۶-۱- نحوه نمونه برداری و نگهداری از تجهیزات و دستگاه های نمونه برداری و آزمایش
۳۸	۲-۶-۱- نحوه واسنجی تجهیزات و دستگاه های سنجش پارامترها
۳۸	۳-۶-۱- نیروی تخصصی و امکانات مورد نیاز

۳۹	فصل دوم - آنالیز کیفی آب و فاضلاب
۳۹	۱-۲- آزمایشات شیمیایی آب و فاضلاب
۳۹	۲-۱-۱- روش اندازه‌گیری یون بی‌کربنات در آب
۴۱	۲-۱-۲- روش اندازه‌گیری pH آب
۴۱	۲-۱-۳- روش اندازه‌گیری EC آب
۴۲	۲-۱-۴- روش اندازه‌گیری یون سولفات در آب (به روش کدورت سنجی)
۴۳	۲-۱-۵- روش اندازه‌گیری یون سولفات در آب (به روش هدایت الکتریکی)
۴۵	۲-۱-۶- روش اندازه‌گیری یون سدیم در آب
۴۶	۲-۱-۷- روش اندازه‌گیری یون کلر در آب
۴۷	۲-۱-۸- روش اندازه‌گیری یون کلسیم در آب
۴۸	۲-۱-۹- روش اندازه‌گیری یون کربنات در آب
۴۹	۲-۱-۱۰- روش اندازه‌گیری یون منیزیم در آب
۵۰	۲-۱-۱۱- اکسیژن محلول (DO)
۵۳	۲-۱-۱۲- اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)
۶۰	۲-۱-۱۳- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) به روش تقطیر برگشتی
۶۳	۲-۱-۱۴- باقیمانده فرار و ثابت در فاضلاب
۶۴	۲-۱-۱۵- اندیس حجم لجن (SIV)
۶۴	۲-۱-۱۶- مواد معلق (باقیمانده کل غیر قابل صاف شدن)
۶۶	۲-۱-۱۷- روش سانتیفریوژ برای تخمین مواد معلق
۶۷	۲-۱-۱۸- روش اندازه‌گیری فسفر کل
۶۹	۲-۱-۱۹- قلیائیت کل فاضلاب و لجن
۷۱	۲-۱-۲۰- کلرور
۷۳	۲-۱-۲۱- نیتروژن نیتراتی
۷۵	۲-۱-۲۲- نیتروژن کل کجدال
۷۸	۲-۱-۲۳- نیتروژن آمونیاکی
۸۰	۲-۲- آزمایشات میکروبی
۸۰	۲-۲-۱- روش صافی غشایی برای مجموع کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۸	۱-۱- حجم نمونه، نوع تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری نمونه‌ها
۱۴	۲-۱- عوامل تاثیرگذار بر کیفیت عملیات میدانی پایش آب
۵۷	۱-۲- راهنمای میزان نمونه انتخابی برای تعیین BOD
۶۹	۲-۲- مسیرهای نوری مناسب فوتومتر برای فواصل مختلف غلظت

فهرست کاربرگ‌ها

صفحه	عنوان
۲۱	۱-۱- مشخصات ایستگاه نمونه‌برداری
۲۳	۲-۱- اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی میدانی
۲۴	۳-۱- پایش زیستی
۲۵	۴-۱- اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی آزمایشگاهی
۲۶	۵-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور
۲۷	۶-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور
۲۸	۷-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور
۲۹	۸-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور
۳۰	۹-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور
۳۴	۱۰-۱- فهرست تجهیزات ایمنی
۳۵	۱۱-۱- تلفن‌های ضروری

فصل ۱

اصول نمونه برداری و اندازه گیری



۱-۱- کلیات

- از آن جا که این بخش از عملیات پایش حالت اجرایی دارد لذا باید اصول کلی زیر را مد نظر قرار داد:
- جلوگیری از اشتباه‌هایی که می‌تواند باعث از بین رفتن برنامه پایش و افزایش هزینه‌ها شود.
 - کنترل تجهیزات (صحت عملکرد) و مواد مورد نیاز از نظر کمی و کیفی قبل از عملیات، در زمان حمل و نقل و پس از عملیات میدانی یا آزمایشگاهی (تهیه و تکمیل چک لیست‌های لازم)
 - به همراه داشتن تجهیزات و ظروف نمونه‌برداری اضافی برای موارد ضروری
 - پیش‌بینی دقیق زمان لازم برای عملیات میدانی و حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه با در نظر گرفتن حوادث پیش‌بینی نشده.
 - هماهنگی لازم بین تیم نمونه‌بردار و آزمایشگاه و مسوول عملیات
 - آموزش کافی کارمندان و داشتن مهارت و صلاحیت‌های لازم برای تکنیک‌های نمونه‌برداری و روش‌های آنالیز میدانی آزمایشگاهی و مسوولیت‌های مرتبط
 - به منظور بهبود کیفیت برنامه پایش لازم است هر از چندگاهی مدیر برنامه و کارمندان آزمایشگاهی، کارکنان درگیر در فعالیت‌های میدانی را همراهی کنند. این امر ضمن فراهم کردن امکان نظارت بر روی فعالیت‌های میدانی انجام شده، امکان درک مشکلات و نیازهای کار میدانی را برای کلیه اعضا فراهم خواهد آورد.
 - اکسیژن محلول، کدورت، هدایت الکتریکی، pH و دما از جمله متغیرهایی هستند که می‌تواند در منطقه مورد اندازه‌گیری قرار بگیرند. (۱۳، ۱۲، ۳).

۱-۲- عملیات میدانی

۱-۲-۱- آمادگی جهت اعزام به عملیات میدانی

- آمادگی برای یک سفر نمونه‌برداری بسیار مهم است، زیرا بسیاری از نکات تا زمان رسیدن به ایستگاه نمونه‌برداری از چشم پنهان می‌ماند. مؤثرترین راه آمادگی برای سفر نمونه‌برداری تهیه یک فهرست کنترل شامل:
- نوع و تعداد بطری‌های برچسب‌دار
 - تجهیزات میدانی از جمله وسایل اندازه‌گیری و میزان‌ها، ابزار نمونه‌برداری و تجهیزات صاف‌سازی
 - مواد نگهدارنده
 - کیسه‌های یا بطری‌های یخ و محفظه‌های سرد کننده
 - کتابچه یا دفتر ثبت گزارش
 - لوازم شخصی مناسب برای هرگونه شرایط آب و هوایی
 - کنترل و واسنجی تجهیزات و بسته‌بندی و بارگیری به طرز مناسب برای اجتناب از آسیب‌های احتمالی
 - دوربین‌های عکاسی و فیلمبرداری مورد نیاز
 - کاربرگ‌های درخواست آزمایشگاه



نکته بسیار مهم: پیش از آغاز سفر نمونه برداری، با آزمایشگاه انجام دهنده آنالیز به منظور اطمینان از آمادگی آزمایشگاه برای دریافت نمونه‌ها تماس گرفته شود.

۱-۲-۲- روش و نوع نمونه برداری

روش نمونه برداری مورد استفاده باید روش نمونه برداری نظامند^۱ یا منظم باشد در چنین روشی نمونه‌ها با فواصل زمانی (مشخص شده) مساوی و مکان‌های مشابه مشخص شده برداشت می‌شوند، لیکن ممکن است تغییراتی در الگوی مشخص شده براساس نظرات کارشناسی انجام شود. بررسی روند تأثیرات کیفیت آب در طول زمان، تنها زمانی امکان پذیر است که نمونه‌ها به‌طور متوالی از یک نقطه برداشت شوند. در انواع پایش‌ها لازم است از روش نمونه برداری منظم استفاده کرد. اما در شرایط اضطراری و در پایش‌هایی با دوره کوتاه مدت نیز می‌توان از روش نمونه برداری تصادفی استفاده کرد.

اغلب نمونه‌های آب از راه پر کردن ظرف، در کم‌ترین فاصله از سطح آب به دست می‌آید. این روش به نام غوطه‌ور کردن^۲ یا نمونه برداری ساده^۳ شناخته می‌شود. نمونه‌های ترکیبی^۴ از اختلاط حجم‌های برابر از این نوع نمونه‌ها تهیه می‌شوند و تخمینی از میانگین شرایط کیفیت آب را فراهم می‌کنند. در شرایط زیر نمونه به صورت ساده برداشته می‌شود.

- هنگامی که انتظار نمی‌رود غلظت اجزا و عوامل مورد بررسی با زمان یا مکان تغییر کند.
 - داده‌های شرایط حدی (به عبارت دیگر منتهی‌الیه تغییرات عوامل محیطی) مورد نظر باشد.
- هنگامی که انتظار می‌رود که غلظت اجزا و عوامل مورد بررسی با زمان یا مکان تغییر کند، نمونه به صورت ترکیبی برداشته می‌شود. نمونه‌های مجزا که نمونه ترکیبی را تشکیل می‌دهند، به نسبت‌های مساوی و یا متناسب با سرعت جریان آب در زمان نمونه برداری، با هم ترکیب می‌شوند.
- هنگامی که سرعت جریان متغیر است، روش نمونه برداری باید به صورت نمونه برداری ترکیبی متناسب با سرعت جریان انجام شود. به این منظور سرعت جریان باید به دقت (و ترجیحا پیوسته) اندازه‌گیری شود. در صورت عدم وجود مشکل در تماس نمونه منحصر با مواد قابل قبولی از جمله فولاد ضد زنگ، شیشه، پلاستیک و تفلون، می‌توان از نمونه‌گیرهای خودکار نیز استفاده کرد. دستگاه نمونه‌گیر خودکار باید توانایی جلوگیری از جدا شدن (ته نشینی) مواد جامد را داشته باشد. این نمونه‌ها پس از جمع‌آوری باید بدون تاخیر به آزمایشگاه فرستاده شوند.
- در برنامه‌های پایش به‌طور معمول باید از نمونه برداری تلفیقی عمقی و سطحی در یک ایستگاه مشخص استفاده کرد.
- توضیح ۱:** تمام نمونه‌هایی که در یک ایستگاه مشخص اندازه‌گیری می‌شود را باید در یک زمان مشخص از روز برداشت کرد. این امر به دلیل این واقعیت است که کیفیت در طول روز به‌طور معمول دچار تغییر می‌شود.
- توضیح ۲:** در شرایطی که حجم آبدی شاخه اصلی و شاخه‌های فرعی در طول شبانه روز تفاوت قابل توجهی نداشته باشد (کم‌تر از ۲۰ درصد) نیازی به نمونه برداری تلفیقی بده یا زمانی نیست در غیر این صورت می‌توان پس از بررسی میزان بده در طول شبانه روز (اندازه‌گیری متوالی هر ۳ ساعت یک‌بار)، می‌توان زمانی از شبانه روز را که میزان بده متوسط است برای اندازه‌گیری و نمونه برداری انتخاب کرد. این موضوع اغلب در سرچشمه‌های رودخانه‌ها (برفابی) در



فصول سرد مشاهده می‌شود که میزان آبدهی در ساعات بعداز ظهر به دلیل آب شدن برف و یخ‌ها افزایش یافته و در صبح‌ها میزان بده حداقل می‌باشد.

توضیح ۳: در شرایطی که پساب‌های منابع آلاینده به صورت مداوم و با بده مشخصی وارد رودخانه نمی‌شوند و در ساعتی از شبانه‌روز به صورت غیرمداوم به رودخانه تخلیه می‌شوند باید از روش نمونه‌برداری تلفیقی زمانی استفاده کرد. در خصوص تعیین تعداد نمونه مورد نیاز می‌توان از روش‌های آماری و تجربی استفاده کرد (۵, ۷, ۱۷).

۱-۲-۳- مشخصات ظروف نمونه‌برداری

به منظور انتقال نمونه‌ها بهتر است از ظروف موجود در آزمایشگاه‌ها استفاده کرد. این امر ضمن تضمین جمع‌آوری حجم کافی نمونه مورد نیاز، امکان حفظ وضعیت نمونه اولیه را با اضافه کردن برخی از محلول‌های نگهدارنده نمونه را فراهم می‌آورد. لذا وجود ظروف نمونه‌برداری کافی تضمین‌کننده تأمین حجم مورد نیاز نمونه برای آنالیز است. نکته دیگر این است که ظروف نمونه‌برداری را صرفاً باید برای نگهداری نمونه مورد استفاده قرار داد و از نگهداری سایر محلول‌های شیمیایی در آنها خودداری کرد.

- نوع ظرف نمونه باید براساس روش استاندارد آزمایش‌ها باشد.
- برای نمونه‌های زیستی ظروف شیشه‌ای^۱ مناسب‌تر است.
- ظرفیت ظروف نمونه‌برداری برای آزمایش هر پارامتر باید براساس روش استاندارد آزمایش‌ها باشد (۱۳).
- ظروف باید مجهز به درپوش محکم باشند.

۱-۲-۴- آماده‌سازی ظروف نمونه‌برداری

یکی دیگر از نکات شایان توجه تمیز بودن ظروف نمونه‌برداری به منظور جلوگیری از آلوده کردن نمونه‌های برداشت شده است. لذا پس از هر بار استفاده از بطری‌های نمونه‌برداری، ظروف نمونه‌برداری را باید مجدداً تمیز کرده و به یکی از روش‌های زیر شستشو داد. در این ارتباط نوع روش مورد استفاده بستگی به پارامتر مورد اندازه‌گیری دارد. موضوع مهمی که باید به آن توجه خاص کرد آن است که در صورت استفاده از مواد شیمیایی درجه آن مطابق درجه توصیه شده در استاندارد باشد.

الف - آنالیزهای میکروبیولوژیکی

به منظور آماده کردن این بطری‌ها باید آنها را با یک محلول فاقد بو شسته و سپس قبل از قرار دادن در اتوکلاو حداقل سه بار با آب مقطر شست. چنان‌چه آب مقطر در دسترس نباشد می‌توان از آب فاقد کلر استفاده کرد. در صورتی که برای انجام آنالیزهای میکروبیولوژیکی از آب کلردار استفاده شود باید به مقدار کافی تیوسولفات سدیم به نمونه اضافه کرد تا موجب خنثی شدن اثر کلر شود. برای این منظور پیشنهاد می‌شود که به ازای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر حجم نمونه حدود ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول ۱/۸ درصد تیوسولفات سدیم استفاده شود. شایان ذکر است که این عمل را باید قبل از قرار دادن در اتوکلاو انجام داد. قبل از برداشت نمونه باید از شستن ظرف نمونه یا آب مورد نمونه‌برداری خودداری کرد، این عمل می‌تواند اثر محلول‌های شیمیایی مورد استفاده را خنثی کند (۸, ۶).

ب- آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی (۱۲)

– روش اول (روش عمومی آماده‌سازی بطری‌های نمونه‌برداری)

- این روش آماده‌سازی ظروف نمونه‌برداری برای پایش پارامترهای هدایت الکتریکی، جامدات کل، کدورت، pH و قلیابیت کل می‌باشد. برای این منظور ضمن استفاده از دستکش‌های لاتکس به روش زیر عمل شود:
- هریک از بطری‌های نمونه‌برداری با برس و یک مایع شوینده فاقد ترکیبات فسفره شسته شود.
 - بطری‌ها سه بار زیر آب سرد شیر شسته شود.
 - در نهایت هریک از ظروف با آب مقطر سه بار شسته شود.

– روش دوم (روش شستشو با اسید برای آماده‌سازی ظروف نمونه‌برداری)

- به منظور آماده‌سازی ظروف نمونه‌برداری برای پایش عوامل نیترات و فسفات از این روش استفاده می‌شود. در این‌جا نیز مانند روش قبلی ضمن استفاده از دستکش‌های لاتکس به روش زیر عمل شود:
- ابتدا هریک از ظروف نمونه‌برداری با برس و یک مایع شوینده فاقد ترکیبات فسفره شسته شود.
 - سه بار هریک از ظروف با آب شیر شسته شود.
 - هریک از ظروف با اسید کلریدریک ده درصد شسته شود.
 - در نهایت هریک از ظروف سه بار با آب مقطر شسته شود.

۱-۲-۵- روش‌های برداشت نمونه از آب (۱۹، ۳، ۹)

الف- برداشت نمونه با تجهیزات

برای نمونه‌برداری آب تجهیزات بسیار مختلفی طراحی شده است که بسیاری از آن‌ها برای مقاصد مشخصی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

– نمونه‌بردار اکسیژن محلول

این روش برای برداشت نمونه به منظور تعیین اکسیژن محلول آب استفاده شده، حجم نمونه ۱/۵ لیتر است و به صورتی است که نمونه برداشت شده تماسی با هوا ندارد. مشخصات این نمونه‌بردار در پیوست ۱۱ ارائه شده است.

– نمونه‌بردار عمق آب

این وسیله که گاهی اوقات از آنرا گرب^۱ می‌نامند، به‌گونه‌ای طراحی شده است که قادر به برداشت نمونه از هر عمقی باشد. نمونه‌ای که به این ترتیب به دست می‌آید را می‌توان برای تمامی آنالیزها به جز اکسیژن محلول مورد استفاده قرار داد.

– نمونه‌بردار چند منظوره

نمونه‌بردار چند منظوره مرسوم‌ترین وسیله نمونه‌برداری در نهرها و رودخانه‌ها به شمار می‌رود. این وسیله به منظور نمونه‌برداری از نقاط کم عمق بسیار مناسب می‌باشد. این وسیله از این مزیت برخوردار است که نیازی به انتقال نمونه



برداشت شده به ظرف دیگری برای انتقال به آزمایشگاه نمی‌باشد. با این وجود شایان توجه است که نمونه برداشت شده از طریق این نمونه‌برداری را نمی‌توان برای اکسیژن محلول مورد استفاده قرار داد.

ب- روش‌های نمونه‌برداری دستی

به‌طور کلی همواره نمونه‌ها از محلی که آب در حال جریان است برداشته و از نمونه‌برداری از کناره‌های ساحل رودخانه و جاهایی که آب راکد است خودداری شود. در نواحی کم‌عمق برای جمع‌آوری نمونه با احتیاط به محلی که آب در حال جریان است رفته، و در نواحی عمیق حتماً این کار باید با استفاده از قایق انجام شود. موارد کلی زیر در انجام نمونه‌برداری باید، انجام شود:

- ظروف نمونه‌برداری با مشخص کردن زمان، تاریخ و محل نمونه‌برداری برچسب گذاری شود.
- درست قبل از زمان نمونه‌برداری درب بطری را برداشته و از تماس دست با محوطه داخل ظرف نمونه‌برداری خودداری شود. (چنانچه به‌طور تصادفی دست با محوطه داخلی ظرف نمونه‌برداری تماس پیدا کند، باید از بطری دیگری استفاده شود).
- ظرف نمونه در برابر جریان نگه داشته شود.
- قبل از برداشت نمونه اطمینان حاصل شود که شخص در محل مورد نظر باشد.
- تا حد امکان از قرار گرفتن ذرات نامتجانس و آشغال، مانند برگ‌ها، در نمونه برداشت شده خودداری شود.
- برای جلوگیری از به حالت تعلیق در آمدن ذرات بستر از هرگونه تماس با بستر رودخانه حین برداشت نمونه اجتناب شود.
- در هر زمانی که قرار است درب بطری‌های نمونه‌برداری بسته نشود، در حد امکان باید سعی کرد که درب بطری را در یک مکان تمیز نگهداری کرد.
- قبل از ترک محل نمونه‌برداری، کلیه محاسبات انجام گرفته در میدان در دفترچه در نظر گرفته شده برای این منظور ثبت کرد.
- قبل از ترک محل نمونه‌برداری کلیه اطلاعات تکمیلی را نیز باید در دفترچه‌های مخصوص ثبت کرد. این اطلاعات می‌تواند شامل دمای هوا، وضعیت هوا، احتمالاً وجود ماهی‌های مرده شناور بر روی آب یا لکه‌های نفت، رشد جلبک و هر نوع منظره یا بوی غیرممتعارف باشد. در هنگام آنالیز نتایج آزمایش‌ها، این اطلاعات تکمیلی می‌تواند کمک زیادی به محقق بکند.
- چنانچه قرار است نمونه‌ها از محل برداشت به آزمایشگاه منتقل شود، باید بلافاصله بعد از جمع‌آوری، نمونه‌ها به بطری‌های نمونه‌برداری منتقل شود. از سوی دیگر چنانچه قرار است آنالیزها در همان محل نمونه‌برداری انجام شوند، این کار را باید در حداقل زمان ممکن بعد از برداشت انجام داد.

ج- نمونه‌برداری برای آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی

- بسته به نوع متغیرها و روش‌های آنالیزی که قرار است مورد استفاده قرار گیرند، اندازه نمونه برداشت شده متغیر می‌باشد، با این وجود به‌طور تقریبی میزان آن در حدود ۱ تا ۵ لیتر است. به‌طور کلی برای برداشت نمونه‌های آب از رودخانه‌ها و نهرها دستورالعمل‌های زیر می‌توانند مؤثر باشند.
- بعد از برداشت نمونه، دمای آن را باید بلافاصله اندازه‌گیری و ثبت کرد.



- برای تعیین میزان اکسیژن محلول پس از اندازه‌گیری دمای نمونه بلافاصله باید نمونه را برای اندازه‌گیری نهایی آماده کرد. چنانچه از تکنیک‌های الکترونیکی استفاده می‌شود، بخشی از نمونه برای اندازه‌گیری را باید به دقت در یک بشر ریخت. چنانچه از روش وینکلر استفاده می‌شود، مواد شیمیایی را باید به‌طور مستقیم به بطری نمونه‌برداری اضافه کرد.

- برای اندازه‌گیری pH و هدایت الکتریکی نیز بخشی از نمونه را باید کنار گذاشت. برای این منظور با توجه به احتمال انتشار کلرید پتاسیم در نمونه به هنگام اندازه‌گیری pH، باید از به کار بردن یک نمونه آب برای اندازه‌گیری هر دو عامل یاد شده خودداری کرد.

د- برداشت نمونه به منظور آنالیز باکتریولوژی

بسیاری از دستورالعمل‌های ارائه شده برای برداشت نمونه برای آنالیز باکتریولوژی نیز صادق می‌باشد. سایر موارد ذکر شده در این بخش را می‌توان به ترتیب زیر ارائه داد:

- نمونه‌ها برای آنالیز باکتریولوژی را باید پیش از برداشت سایر نمونه‌ها جمع‌آوری و در ظروف نمونه‌برداری استریل‌شده انجام داد.

- از بروز هر نوع آلودگی در ظروف نمونه‌برداری از طریق تماس دست یا سایر مواد غیراستریل‌شده باید خودداری کرد.

- بطری‌هایی را که قرار است به منظور جمع‌آوری و یا انتقال نمونه‌های باکتریولوژی مورد استفاده قرار گیرند باید فقط برای این هدف مورد استفاده قرار گیرند.

توضیح: موضوع صاف‌سازی نمونه‌ها باید براساس روش استاندارد آزمایش‌ها انجام شود. نیاز یا عدم نیاز به صاف‌سازی^۱ و روش انجام صاف‌سازی در روش استاندارد آزمایش ارائه شده است.



جدول ۱-۱- حجم نمونه، نوع تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری نمونه‌ها

پارامتر اندازه‌گیری	حجم مورد نیاز (میلی‌متر)	جنس محفظه نمونه‌برداری	روش حفاظت	حداکثر زمان نگهداری
گروه ۱- آزمایش‌های شیمیایی معمول کاتیون‌ها	pH	پلاستیک، شیشه	-	باید بلافاصله آزمایش شود
	SAR	پلاستیک، شیشه	با استفاده از کاتیون‌ها و آنیون‌ها محاسبه می‌شود.	
	TDS	شیشه، درپوش آب‌بند	در صورت آب‌بند کردن درپوش بلافاصله آزمایش شود	در صورت آب‌بند بودن درپوش تا ۶ ماه
	EC	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۲۸ روز
	TH	پلاستیک، شیشه	افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از ۲)	۶ ماه
	TA	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۱۴ روز
	Ca	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعاً فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از ۲)	۶ ماه
	Na	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعاً فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از ۲)	۶ ماه
	Mg	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعاً فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از ۲)	۶ ماه
	K	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعاً فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از ۲)	۶ ماه
	Cl	پلاستیک، شیشه		۲۸ روز
	SO ₄	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۲۸ روز
	PO ₄	شیشه	برای فسفات محلول سریعاً فیلتر شود سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۴۸ ساعت
	HCO ₃			
گروه ۲- آزمایش‌های فیزیکی	دما	پلاستیک، شیشه		باید بلافاصله آزمایش شود
	کدورت	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۴۸ ساعت
	SS			
	BOD	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۴۸ ساعت
	COD	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس افزودن اسید سولفوریک (pH کم‌تر از ۲)	۲۸ روز
	DO	بطری و درپوش شیشه‌ای		
	NO ₃ , NO ₂	پلاستیک، شیشه		
	آمونیاک	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس افزودن اسید سولفوریک (pH کم‌تر از ۲)	۲۸ روز
	کلی فرم مدفوعی	پلاستیک، شیشه استریل	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۲۴ ساعت
	نماتد	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۲۴ ساعت
گروه ۳- آزمایش‌های شیمیایی - زیستی				

ادامه جدول ۱-۱ - حجم نمونه، نوع، تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری نمونه‌ها (۱۲).

پارامتر اندازه‌گیری	حجم مورد نیاز (میلی‌متر)	جنس محفظه نمونه‌برداری	روش حفاظت	حداکثر زمان نگهداری
گروه ۴ - فلزات سنگین	محلول ۱۰۰	پلاستیک	فیلتر در محل - افزودن اسید نیتریک (کم‌تر از ۲ pH)	۶ ماه
	معلق ۳۰۰	شیشه - پلاستیک	فیلتر در محل	
	کل ۱۰۰	شیشه - پلاستیک	افزودن اسید نیتریک (کم‌تر از ۲ pH)	
	۲۰۰	شیشه - پلاستیک	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس	۲۴ ساعت
گروه ۵ - معدنی، سمی	محلول ۱۰۰	شیشه - پلاستیک	فیلتر - افزودن اسید نیتریک (کم‌تر از ۲ pH)	۲۸ روز
	کل ۱۰۰	شیشه - پلاستیک	افزودن اسید نیتریک (کم‌تر از ۲ pH)	
	۱۰۰۰	پلاستیک (چگالی پایین) - شیشه	تا دمایی که مانع از رشد جلبک و باکتری بشود.	۴۸ ساعت
	۱۰۰	شیشه - پلاستیک	-	۲۸ روز
	۱۰۰	شیشه - پلاستیک	-	۲۸ روز
	۱۰۰	شیشه - پلاستیک	-	۲۸ روز
	۱۰۰	شیشه - پلاستیک	-	۲۸ روز
	۵۰۰	شیشه - پلاستیک	سرد کردن تا ۴ درجه سلسیوس، افزودن سود (pH بالاتر از ۱۲)، افزودن ۰/۶ گرم اسید اسکوربیک	۱۴ روز
	۳۰۰	شیشه - پلاستیک	-	۲۸ روز
	۱۰۰۰	شیشه - پلاستیک	-	۲۸ روز
گروه ۶ - سایر	۵۰۰	شیشه - پلاستیک	افزودن اسید کلریدریک یا نیتریک (کم‌تر از ۲ pH)	یک سال

۱- برای اندازه‌گیری فلزات ظروف پلی اتیلن با درپوش پلی پروپیلن ارجح است.

۲- حفاظت نمونه باید بلافاصله پس از برداشت صورت گیرد. برای نمونه‌های مختلط، هر بخش باید جداگانه نگهداری و حفاظت شود. در صورت استفاده از نمونه‌گیر خودکار که امکان حفاظت جداگانه هر بخش را نمی‌دهد، نمونه‌ها تا زمان تقسیم نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری می‌شوند.

۳- نمونه‌ها باید حتی‌المقدور و در کم‌ترین زمان پس از برداشت تحلیل شوند. زمان‌های آرایه شده حداکثر زمانی است که جهت حفظ صحت آزمون باید رعایت شوند. تجاوز از این زمان‌های حداکثر فقط در صورتی مجاز است که داده‌های

محکمی برای اثبات این که نمونه‌ها برای مدت طولانی‌تری پایدار هستند، وجود داشته باشد و از طرف مراجع ذی صلاح تایید گردد. برخی از نمونه‌ها ممکن است تا زمان‌های داده شده نیز پایدار نباشند و بنابراین مراجع ذی صلاح می‌توانند زمان کوتاه‌تری را به عنوان حداکثر مجاز تعیین نمایند.

۴- در مورد اکسیژن محلول در روش پروب^۱ نمونه بلافاصله آزمایش می‌شود ولی در روش وینکلر^۲ نمونه باید در محل تثبیت شود و حداکثر زمان نگهداری آن ۸ ساعت است.

۵- در صورت اندازه‌گیری مجموع نیترات و نیتريت حجم نمونه مورد نیاز ۱۰۰ میلی‌لیتر است و نمونه‌ها باید تا ۴ درجه سلسیوس سرد شود و با افزودن اسید سولفوریک و حفظ pH در حد ۲ تا زمان آزمایش نگهداری گردد. حداکثر زمان مجاز برای نگهداری نمونه ۲۸ روز می‌باشد. در صورتی که نیترات و نیتريت به صورت جداگانه اندازه‌گیری می‌شوند، نمونه باید تا ۴ درجه سلسیوس سرد شود و حداکثر تا ۴۸ ساعت مورد آزمایش قرار گیرد. حجم نمونه مورد نیاز در آزمون نیترات و نیتريت به ترتیب ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌لیتر می‌باشد.

۶- افزودن اسید اسکوریک فقط در صورت وجود کلر باقیمانده مورد نیاز است.

۷- حداکثر زمان مجاز نگهداری نمونه در صورت حضور سولفید ۲۴ ساعت می‌باشد. به عنوان یک گزینه می‌توان با کاغذ استات سرب را مورد آزمایش قرار داد در تمام نمونه‌ها قبل از تنظیم pH آن باید از وجود یا عدم وجود سولفید در نمونه اطمینان یافت. سولفید باید توسط افزودن نیترات کادمیم حذف شود. سپس نمونه صاف شده با افزودن سود pH آن به ۱۲ می‌رسد.

۱-۲-۶- ثبت مشاهدات میدانی

عملیات نمونه‌برداری خوب همیشه شامل ثبت با جزئیات یادداشت‌های میدانی است. اطلاعات خاص از قبیل زمان دقیق یا شرایط آب و هوایی در تفسیر داده‌ها اهمیت دارند. یک دفتر یادداشت میدانی برای هر پروژه الزامی است. تمام اطلاعات ثبت شده در دفتر یادداشت میدانی باید به محض رسیدن به آزمایشگاه، به پایگاه داده‌ها^۳ منتقل شوند. ثبت اطلاعات و مشاهدات میدانی بخشی از ثبت زنجیره اطلاعات^۴ می‌باشد.

علاوه بر یادداشت شرایط استاندارد، اتفاقات غیر معمول نیز باید ثبت شوند. هرگونه انحراف از دستور کار استاندارد باید در پایگاه داده‌ها ثبت شود. اگر شرایط غیر معمول از قبیل رنگ یا بوی آب، رشد بیش از حد جلبک‌ها، نشانه‌هایی از ورود مواد خارجی در سامانه مانند روغن در سطح آب یا ماهی مرده مشاهده شد، گروه باید نمونه‌های اضافی بردارد. اگر نمونه‌های اضافی از محلی غیر از نقاط تعریف شده نمونه‌برداری جمع‌آوری می‌شوند، آن نقاط باید به‌طور کامل توصیف شوند. این اطلاعات در تفسیر نتایج مفید خواهند بود. دفترهای یادداشت میدانی برای اقدامات اجرایی بسیار با ارزش هستند و باید سعی شود که به طرز مناسبی نگهداری شوند.

متصدیان فعالیت نمونه‌برداری باید دارای یک دفترچه یادداشت باشند که در آن کلیه جزئیات مربوط را در زمان نمونه‌برداری یادداشت کنند. بعد از پر شدن این دفترچه‌ها از دور انداختن آن‌ها باید پرهیز کرد. از آن جا که این دفترچه‌ها حاوی داده‌ها و اطلاعات خام اولیه می‌باشند، لذا می‌توانند به منظور فعالیت‌های کنترلی آتی مؤثر باشند. در این زمینه اطلاعاتی را که باید به دقت ثبت کرد شامل:

- اطلاعات مربوط به بطری نمونه‌برداری

- نوع نمونه‌های جمع‌آوری شده
- نوع محاسبات صورت گرفته، طرز انجام این محاسبات و نتایج به دست آمده (شامل استانداردها، واحدهای مورد استفاده و غیره)
- از این گذشته تمامی اطلاعات تکمیلی (هر نوع شرایط غیرعادی در مکان و زمان نمونه‌برداری) باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. چنانچه قرار است در مکان‌های نمونه‌برداری انتخاب شده جابه‌جایی صورت گیرد این امر را باید با دلیل به‌طور دقیق شرح داد. از سوی دیگر قبل از اقدام به این کار باید با هماهنگی کننده برنامه مشورت کرده و دلایل آن را به خوبی توجیه کرد. به منظور تسهیل استفاده از اطلاعات باید محتویات داخل دفترچه منعکس کننده ترتیب انجام فعالیت‌های صورت گرفته نیز باشند (۱۹).

۱-۲-۷- نگهداری و محافظت نمونه‌ها (۲۴)

در ارتباط با بهترین شیوه نگهداری نمونه‌ها برای انجام برخی از آنالیزهای خاص و حداکثر طول زمانی پیش از انقضای تاریخ انجام آنالیزها بر روی نمونه‌ها اتفاق نظر کلی بین محققین به‌وجود نیامده است. با این وجود به‌طور کلی توصیه می‌شود که بطری‌های نمونه‌برداری را در مکان سرد، تمیز و تاریک نگهداری کرده و از بروز هرگونه آلودگی در نمونه‌ها خودداری کرد. سایر روش‌های نگهداری نمونه‌ها یخ زدن، استخراج حلال و افزودن ترکیبات شیمیایی نگهدارنده می‌باشد.

هم‌چنین توجه به عدم بروز آلودگی یا تغییر در نمونه‌های گرفته شده قبل از انجام آنالیز از دیگر موارد شایان توجه می‌باشد. به‌طور معمول به محض برداشت نمونه در چنین مواردی به منظور تاخیر در بروز تغییرات فیزیکی - شیمیایی و زیستی در نمونه گرفته شده باید آنرا در محل مناسب ذخیره کرد. روش صحیح بر حسب نوع نمونه مورد آنالیز متفاوت است.

موارد اساسی در این ارتباط انتخاب صحیح فراوانی نمونه‌برداری و رفع آلودگی آنها، انتخاب تکنیک صحیح نگهداری و رعایت زمان استاندارد بین نمونه‌برداری و آنالیز می‌باشد. ضمن این‌که تمامی این موارد براساس نوع نمونه مورد بررسی متفاوت هستند.

محیط نگهداری نمونه می‌تواند بر روی ویژگی‌های نمونه گرفته شده تأثیر داشته باشد. به عنوان مثال واکنش نمونه مواد یا دیواره ظروف بر نمونه می‌تواند تأثیری نامطلوب بر روی نمونه بر جای گذارد. هم‌چنین جذب سطحی و فلزات سنگین در نمونه‌های آب توسط دیواره ظروف نمونه‌برداری از دیگر موارد قابل ذکر در این ارتباط می‌باشند.

از سوی دیگر مصرف مواد مغذی توسط باکتری‌های موجود بر روی دیواره ظروف از دیگر موارد احتمال می‌باشد. هم‌چنین درپوش بطری (که به‌طور معمول از مقوا، چوب پنبه و یا احتمالاً لاستیک است) نیز می‌تواند باعث بروز آلودگی در نمونه شود. لذا پیش از انجام نمونه‌برداری باید آنها را به خوبی تمیز کرد. چنین ظروف نمونه‌برداری نیز باید به‌گونه‌ای انتخاب شود تا از بروز هرگونه آلودگی احتمالی در هر نمونه جلوگیری شود، به عنوان مثال چنانچه هدف، نمونه‌برداری از آفت‌کش‌ها باشد تا حد امکان باید از انتخاب بطری‌ها و درپوش‌های پلاستیکی پرهیز کرد.

به‌طور معمول به منظور جلوگیری از بروز تغییرات شیمیایی و زیستی در نمونه‌ها می‌توان آنها را در دمای پایین نگهداری و انتقال داد، هر چند این امر تغییرات شیمیایی و زیستی را متوقف نمی‌کند، تنها زمانی که دمای نمونه به ۴۰- درجه برسد،

تمامی فعالیت‌های زیستی به‌طور کامل متوقف می‌شود. به منظور جلوگیری از فعالیت‌های زیستی از برخی مواد شیمیایی مانند کلروفرم و استات جیوه نیز می‌توان استفاده کرد. ترکیبات اسیدی به منظور جلوگیری از جذب فلزات توسط ظروف نمونه‌برداری (و ته نشینی نمک‌های غیرمحلول) به نمونه‌ها اضافه می‌شود. درحالی‌که به منظور جلوگیری از فراریت ترکیبات آلی مانند هیدروکربن‌های حلقوی می‌توان از حلال‌ها (مانند هگزان) استفاده کرد.

نکته قابل ذکر در این ارتباط این است که تا حد امکان از افزودن ترکیبات شیمیایی (در صورت امکان) به نمونه‌ها باید خودداری کرد. این امر به دلیل احتمال بروز آلودگی در نمونه‌ها و یا ایجاد مشکل در هنگام اندازه‌گیری‌های شیمیایی یا زیستی می‌باشد. به عنوان مثال، وجود جیوه می‌تواند در تشخیص غلظت دقیق فسفات در روش رنگ‌سنجی مشکلاتی را ایجاد کند. در هر حال چنانچه نیاز به اضافه کردن چنین ترکیباتی باشد، باید همواره نقش آنها در تشخیص پارامترهای مورد اندازه‌گیری مورد توجه قرار داد.

حتی زمانی‌که به نمونه‌ها مواد نگهدارنده اضافه می‌شود و یا قرنطینه می‌شوند، صرفاً آنها را می‌توان تا یک زمان مشخصی نگهداری کرد. این دوره زمانی برای برخی (عامل‌ها از نظر میزان فسفر در آب دریا) تا سال‌ها بوده درحالی‌که برای برخی دیگر بسیار کوتاه‌تر است (مانند اشرشیاکلی که حداکثر زمان ۶ ساعت بعد از نمونه‌برداری است).

اگر منظور از نمونه‌برداری اندازه‌گیری غلظت فلزات محلول، مواد مغذی در سطوح پایین، کلروفیل‌ها و مانند آن، در محیط آبی باشد، نمونه بلافاصله پس از جمع‌آوری باید با تجهیزات مناسب صاف شود. تجهیزات صاف‌سازی باید بین دوره‌های نمونه‌برداری در آزمایشگاه تمیز شوند.

تخریب و تغییر ماهیت نمونه‌ها، تمام تلاش‌ها و هزینه‌هایی که صرف نمونه‌برداری شده است را بی اثر می‌کند. به‌طور کلی، هرچه زمان بین نمونه‌برداری و آنالیز کوتاه‌تر باشد، نتایج تجزیه قابل اعتمادتر هستند.

نگهدارنده‌ها (مواد محافظ) باید از پیش و در آزمایشگاه و در ظروف کوچک یا آمپول (یک ظرف به ازای هر نمونه) آماده شوند تا احتمال آلوده شدن به حداقل برسد. هر ظرف باید دارای برچسب نشان دهنده محتویات و تاریخ انقضا باشد.

مواد نگهدارنده نباید پیش از نمونه‌برداری، با نمونه یا ظرف نمونه و درپوش آن در تماس باشند. زمان تماس مواد نگهدارنده با هوا باید به حداقل رسانده شود.

از آن‌جا که برخی از متغیرهای مورد اندازه‌گیری بسیار فرار هستند، لذا چنانچه آنالیز در محل نمونه‌ها امکان‌پذیر نباشد باید آنها را توسط محلول‌های شیمیایی نگهدارنده تثبیت کرد. بر حسب نوع روش آنالیز مورد استفاده روش نگهداری نمونه‌ها نیز متفاوت خواهد بود. در این ارتباط مواد شیمیایی نگهدارنده و حداکثر زمان مجاز پیش از انجام آنالیز در دستورالعمل‌های روش استاندارد آزمایش‌ها مشخص شده است. برخی از اقدامات برای تثبیت و نگهداری را باید بلافاصله بر روی نمونه‌ها انجام داد.

- تثبیت نمونه در ایستگاه‌ها در صورتی‌که مهلت زمانی بین نمونه‌برداری و آنالیز کم‌تر از زمان رسیدن به آزمایشگاه می‌باشد یا احتمال آن وجود دارد.

- بطری نمونه‌برداری را با اضافه کردن برچسب‌های حاوی نام، غلظت و کمیت محلول شیمیایی اضافه شده، حجم محلول و نهایتاً متغیرهای مورد اندازه‌گیری به دقت مشخص کرد.



- همراه داشتن مواد شیمیایی، و دستورالعمل انجام کار در عملیات میدانی
- چنانچه نمونه از طریق صافسازی انجام می‌شود، مواد نگهدارنده را باید بلافاصله بعد از صافسازی به نمونه‌ها اضافه کرد.

۱-۲-۸- تضمین کیفیت در نمونه‌برداری (۲۲، ۲۳)

تعاریفی در خصوص نمونه‌برداری و انواع نمونه‌ها وجود دارد که به منظور اطمینان و تضمین از انجام عملیات نمونه‌برداری باید آنها را مطالعه کرد و از آنها آگاه بود.

چنانچه شیوه‌های به‌کار گرفته شده طی مراحل نمونه‌برداری، انتقال و ذخیره نمونه صحیح باشند، می‌توان خطاهای نمونه‌برداری را به حداقل میزان ممکن کاهش داد. در این ارتباط ضوابط، شیوه صحیح جمع‌آوری نمونه، نوع ظروف مناسب برای نمونه‌برداری و روش‌های نگهداری نمونه‌ها را مشخص می‌کند. علاوه بر آن، این ضوابط تعداد نمونه‌های کنترل کیفیت را نیز تعیین می‌کنند.

برای کنترل و تضمین کیفیت عملیات نمونه‌برداری اقدامات مشخص شده در جدول شماره (۱-۲) راهکار حذف یا کاهش خطر عواملی که می‌توانند کیفیت عملیات نمونه‌برداری را تحت تأثیر قرار دهد، ارائه شده است.



جدول ۱-۲- عوامل تأثیرگذار بر کیفیت عملیات میدانی پایش آب (۱۶، ۱۳)

ردیف	عامل مؤثر بر کیفیت عملیات نمونه‌برداری	راهکار حذف یا کاهش عوامل تأثیرگذار
۱	موقعیت نمونه‌برداری	- استفاده از GPS و تعیین دقیق مختصات جغرافیایی - ثبت علایم و آدرس دقیق محل ایستگاه و نحوه دسترسی به آن - ثبت اطلاعات میدانی در کار برگ‌های مشخصات ایستگاه‌ها در هر نوبت
۲	نوع نمونه برداشت شده و ظروف	- استفاده از برچسب برای ظروف نمونه‌برداری - ثبت مشخصات ظروف نمونه‌برداری از نظر کمی و کیفی - استفاده از روش کدگذاری برای نمونه‌های مختلف و ایستگاه‌های مختلف - شمارش تعداد نمونه‌های لازم در هر ایستگاه قبل از ترک ایستگاه و استفاده از چک لیست‌ها
۳	صحت نمونه‌برداری	- نمونه‌های دوتایی: این نمونه‌ها به منظور برداشت دو یا چند زیر نمونه از یک نمونه کاربرد دارند. این دو می‌تواند منجر به تشخیص برخی از منابع خطا (آلودگی، خطاهای تصادفی و نظامند) از طریق انجام آنالیز بر روی چند نمونه جدا از هم شود. - نمونه‌های تکراری: در این ارتباط برای بالا بردن دقت، دو یا چند نمونه به‌طور هم‌زمان از محل برداشت کرد. - مواد افزودنی: آغشته کردن نمونه‌ها با مقادیر مشخص از یک ماده ورودی و محاسبه نتایج می‌تواند منجر به تشخیص تغییرات احتمالی شود.
۴	خطای اندازه‌گیری ناشی از تجهیزات	- انجام کنترل‌های لازم برای سالم بودن دستگاه اندازه‌گیری - واسنجی تجهیزات قبل از شروع عملیات
۵	نداشتن مهارت لازم توسط تیم نمونه‌بردار	- انجام آموزش‌های کافی و امتحان تیم قبل از عملیات نمونه‌برداری - همراه بودن کارمندان مجرب و متخصص با تیم پایش در اولین مرتبه از عملیات و کنترل دوره‌ای توسط شخص مجرب و متخصص
۶	کنترل مهلت زمان	- ثبت زمان نمونه‌برداری از آب رودخانه، آنالیز یا تثبیت نمونه‌ها - ثبت زمان دریافت نمونه‌ها توسط آزمایشگاه، زمان تثبیت و زمان آنالیز - محاسبات میدانی را باید بر روی زیر نمونه‌های جداگانه برداشت شده از نمونه اصل انجام داد، که پس از اندازه‌گیری دور ریخته می‌شوند. این اندازه‌گیری‌ها هیچ‌گاه نباید روی نمونه‌های آبی که برای آنالیزهای شیمیایی به آزمایشگاه برده می‌شوند، انجام شوند. ظروف نمونه‌برداری را باید پیش از انجام نمونه‌برداری به خوبی تمیز کرد. ظروف نمونه‌برداری را باید حتی‌الامکان در محیط‌های تمیز و به دور از گرد و غبار و غیره نگه داشت. - برای هر نمونه مورد نظر باید از ظروف مخصوص به آن استفاده کرد. - درب بطری‌های نمونه‌برداری را باید پیش از استفاده از هر نوع آلودگی پاک کرد. به هیچ عنوان نباید محفظه ورودی بطری‌های نمونه‌برداری یا درب پوش ظروف با دست یا سایر موارد تماس داشته باشند. - ظروف نمونه‌برداری که برای جمع‌آوری میکرو بیولوژیکی استفاده می‌شوند را حتما باید قبلا استریل کرد. - افراد مرتبط در انجام نمونه‌برداری باید دست‌های خود را هنگام نمونه‌برداری تمیز نگه‌دارند. و از خوردن و سیگار کشیدن هنگام نمونه‌برداری خودداری کنند. - در مواردی که احتمال بروز آلودگی وجود دارد از طریق یک ماده شیمیایی باید به وجود آن پی برد و میزان آنرا اندازه‌گیری کرد. - پیش از نمونه‌برداری، ظروف مورد استفاده برای برداشت نمونه (یک عدد در هر ده مورد) به صورت تصادفی، انتخاب و به‌وسیله آب مقطر پر شده و در شرایطی مشابه سایر ظروف نمونه‌برداری نگهداری می‌شوند انجام آنالیز بر روی این ظروف می‌تواند وجود آلودگی در مواد تشکیل دهنده ظروف نمونه‌برداری را انکار کند. - به منظور شستشوی تجهیزات نمونه‌برداری می‌توان از آب یا هر نوع حلال استفاده کرد. آنالیز این حلال‌ها می‌توانند به وجود آلودگی در نمونه‌ها در اثر تماس با تجهیزات نمونه‌برداری یا فرد نمونه‌بردار پی برد. - برای کشف وجود آلودگی در حین حمل و نقل و ذخیره نمونه، نمونه‌هایی وجود دارد که مشابه نمونه مورد بررسی بوده که در آنها عامل مورد اندازه در غلظت‌های اندک موجود است.
۷	آلودگی نمونه	

ادامه جدول ۱-۲- عوامل تأثیرگذار بر کیفیت عملیات میدانی پایش آب

ردیف	عامل مؤثر بر کیفیت عملیات نمونه برداری
۷	<p>آلودگی نمونه</p> <p>– اندازه‌گیری‌های میدانی همیشه باید بر روی زیر نمونه‌های^۱ جداگانه‌ای انجام شود. بطری‌های نمونه و درپوش‌ها باید طبق روش‌های استاندارد تمیز و توسط آزمایشگاه فرستنده تحت عنوان «عاری از آلودگی»^۲ مشخص شوند. بطری‌های نمونه‌ای که در آزمایشگاه تمیز شده‌اند نباید با نمونه آب واقعی^۳ شسته و آبکشی شوند. بطری‌ها باید به صورت در بسته به محل نمونه‌برداری برده شوند. باید توجه شود که به کارگیری بطری‌هایی که از قبل استفاده و مجدداً تمیز شده‌اند، برای برخی آنالیزها در غلظت‌های بسیار کم، مناسب نیست.</p> <p>– برای هر آنالیز فقط باید از بطری‌های توصیه شده استفاده شود.</p> <p>– واکنش‌گرها و مواد نگهدارنده باید درجه خلوص تجزیه‌ای^۴ داشته و توسط آزمایشگاه فرستنده تایید شوند. برچسب بطری‌های حاوی این مواد باید محتویات و تاریخ انقضای آنها را به وضوح نشان دهد.</p> <p>– برای اجتناب از اشتباه، نمونه‌ها باید با نشانه‌های رنگی مشخص شوند.</p> <p>– داخل بطری‌ها و درپوش‌ها نباید با چیزی جز نمونه آب و مواد نگهدارنده تماس داشته باشد.</p> <p>– درپوش‌ها درست پیش از نمونه‌برداری باز شود و پس از نمونه‌برداری بلافاصله بسته شود.</p> <p>– بطری‌ها در مکانی پاکیزه و دور از خاک، گل، دود و دوده نگهداری شود. بطری‌ها پیش و پس از نمونه‌برداری، همواره باید در بسته و داخل محفظه مناسب (مانند جعبه) نگهداری شوند. پاکیزه بودن وسیله نقلیه (خودرو) نقش مهمی در رفع مشکلات آلودگی نمونه دارد.</p> <p>– محصولات نفتی از عمده‌ترین منابع آلودگی نمونه هستند. واحدهای تهویه نیز از منابع ورود آلودگی به نمونه با مقادیر کم فلزات هستند.</p> <p>– تجهیزات صاف‌سازی باید با استفاده از روش مناسب تمیز شده و در کیسه‌های پلاستیکی عایق و برچسب‌دار نگهداری شوند.</p> <p>– نمونه‌ها باید در محل تاریک و سرد نگهداری شوند و از گرم شدن آنها اجتناب شود. استفاده از جعبه‌ها/یخدان‌های پر شده با یخ توصیه می‌شود. از سوی دیگر، باید از انجماد نمونه‌ها نیز جلوگیری شود، مگر این‌که انجماد بخشی از دستورالعمل نگهداری و محافظت باشد. نمونه‌ها در کوتاه‌ترین زمان ممکن باید سرد شود.</p> <p>– نمونه‌ها باید حتی‌الامکان در مدت ۲۴ ساعت پس از نمونه‌برداری به آزمایشگاه برسند. علاوه بر این لازم است دستورالعمل‌های استاندارد در مورد مدت زمان نگهداری نمونه‌ها به‌ویژه برای آزمایش‌های میکروبی رعایت شود.</p> <p>– تمیز کردن در محل نمونه‌برداری اغلب به اندازه آزمایشگاه مؤثر نیست. از به‌کارگیری سفیدکننده‌ها^۵ و شوینده‌های قوی اجتناب شود.</p> <p>– آب بدون یون را نباید بیش از شش ماه نگهداری کرد و تاریخ پر کردن و انقضا باید روی ظروف ثبت شود.</p> <p>– اقدامات کنترل کیفیت میدانی^۶ ارائه شده در بندهای فوق باید بر روی نمونه‌های شاهد نیز انجام شود.</p> <p>– سنجش خلوص نگهدارنده‌های شیمیایی، سنجش آلودگی ظروف نمونه، کاغذ و تجهیزات صاف‌سازی و هر وسیله‌ای که در جمع‌آوری و انتقال نمونه به کار می‌رود و آشکارسازی خطاهای معین و تصادفی است.</p> <p>– بعضی از شاهد‌ها برای آنالیز در آزمایشگاه باقی می‌مانند و بقیه برای استفاده به عنوان شاهد میدانی، تجهیزات و صاف‌سازی به محل نمونه‌برداری برده می‌شوند. اطلاعات مربوط به نمونه‌های شاهد در پیوست ۹ ارائه شده است.</p>
۸	<p>آلودگی تجهیزات</p> <p>– تمام تجهیزات نمونه‌برداری باید پس از هر سفر نمونه‌برداری با دقت تمیز شده و با آب بدون یون آبکشی شوند. آبکشی باید تا سه بار تکرار شده و آب مورد استفاده در بار سوم به عنوان شاهد تجهیزات برای آنالیز به آزمایشگاه فرستاده شود.</p> <p>– سطوح محفظه‌های انتقال (محفظه خنک کننده) نمونه باید از آلودگی‌ها پاک و با آب بدون یون آبکشی شوند.</p> <p>– وسیله نقلیه تمیز باشد.</p> <p>– وسایلی که در آب مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید پیش از تماس با منبع جدیدی از آب، از گیاهان آبی پاک شوند.</p> <p>– تجهیزات صاف‌سازی باید با دقت تمیز شده و آب مورد استفاده در آبکشی نهایی به عنوان شاهد تجهیزات به‌طور دوره‌ای به آزمایشگاه آنالیز فرستاده شود.</p> <p>– تجهیزات مورد استفاده برای نمونه‌برداری منابع آب، نباید برای نمونه‌برداری پساب به‌کار روند. هر نوع نمونه‌برداری باید تجهیزات مخصوص به خود را داشته باشد.</p>



۱-۲-۹- ذخیره و حمل و نقل نمونه‌ها (۱۲)

فرایند جمع‌آوری نمونه را باید به‌طور کامل با آزمایشگاه هماهنگ کرد. همان‌طور که قبلاً نیز عنوان شد تکنسین‌های آزمایشگاه باید از تعداد نمونه‌هایی که قرار است به آزمایشگاه برسند، زمان تقریبی ورود نمونه‌ها و نوع آنالیزهایی که قرار است انجام بگیرد، آگاهی کامل داشته باشند تا نوع و میزان مواد و محلول‌های شیمیایی مورد نیاز را از قبل فراهم کنند. چنان‌چه بطری‌های نمونه‌برداری توسط آزمایشگاه تهیه شده باشند، می‌توان اطمینان داشت که از حجم کافی و ویژگی‌های لازم برای نمونه‌برداری (مانند افزودن مواد شیمیایی نگهدارنده در صورت لزوم) برخوردار می‌باشند.

باید از آزمایشگاه خواسته شود که تاریخ و زمان دریافت نمونه‌ها را، به‌ویژه هنگامی که نمونه‌های فرستاده شده طی حمل و نقل به سرد شدن نیاز دارند، ثبت کند.

هر یک از بطری‌های نمونه‌برداری باید حاوی برچسب‌هایی باشد که بر روی آن به‌طور خوانا اطلاعات زیر درج شده باشند. ثبت این اطلاعات نیز بخشی از ثبت زنجیره اطلاعات است.

- عنوان مطالعه صورت گرفته
 - شماره و محل نمونه‌برداری
 - زمان و تاریخ نمونه‌برداری
 - نام فرد نمونه‌بردار یا نام سرگروه عملیات میدانی (جمع کننده)
 - خلاصه‌ای از وضعیت آب و هوا و وجود هرگونه شرایط غیرطبیعی در زمان نمونه‌برداری
 - هر نوع اطلاعات مربوط به افزودن مواد شیمیایی نگهدارنده
 - نتایج مربوط به محاسبات صورت گرفته در منطقه
 - بسته‌های نمونه با نوارچسب بسته شود تا از باز شدن ناگهانی آنها و یا از هرگونه مداخله‌ای اجتناب شود. بسته‌هایی که چسب آنها پاره یا باز شده باشد، آزمایشگاه را از احتمال بروز چنین مسایلی آگاه می‌کند.
 - برچسبی روی بسته‌ها چسبانده شود تا به‌طور ثابت نشانی مقصد را نمایش دهد.
 - اگر دانستن دمای نمونه‌ها هنگام رسیدن به آزمایشگاه مورد نیاز باشد، باید یک بطری آب برچسب‌دار در کنار ظروف نمونه قرار داده شود و دمای نمونه‌ها از طریق اندازه‌گیری دمای آب بطری تعیین شود.
- همان‌طور که قبلاً نیز بحث شد این اطلاعات در دفترچه‌های مخصوص نیز درج می‌شوند. به منظور انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- قراردادن نمونه‌ها به‌طور عمودی در جعبه‌های پلاستیکی یا چوبی مقاوم (جلوگیری از شکستن و نور خورشید)
- نگهداری نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سلسیوس در صورت نیاز با توجه به روش استاندارد آزمایش‌ها
- قراردادن کیسه یخ در جعبه‌های حمل نمونه‌ها در صورت نیاز با توجه به روش استاندارد آزمایش‌ها، نمونه‌ها را به‌طور عمودی در محفظه خنک کننده دارای یخ با حجم ۱ تا ۲ برابر حجم نمونه‌ها، بسته‌بندی و دقت شود نمونه‌هایی که تمایل بیش‌تری به تخریب شدن دارند (آنهايي که مواد نگهدارنده شیمیایی ندارند)، به بسته‌های یخ نزدیک‌تر باشند. همچنین، ظروف شیشه‌ای باید به وسیله بسته‌های یخ، بطری‌های پلاستیکی و یا مواد بسته‌بندی تمیز از یکدیگر جدا و

در جای خود بی حرکت نگهداشته شوند. کاربرگ‌های مورد نیاز آزمایشگاه تکمیل و در کیسه‌های پلاستیکی در بسته گذاشته و به جداره ظرف چسبانده یا روی ظروف گذاشته شود.

به‌طور کلی چنانچه فاصله زمانی بین جمع‌آوری و تحلیل نمونه‌ها بیش از ۶ ساعت باشد لازم است در گزارش مربوط به آنالیزهای صورت گرفته به اطلاعاتی در ارتباط با شرایط و طول مدت حمل و نقل نمونه‌ها اشاره کرد.

۱-۳- عملیات آزمایشگاهی

۱-۳-۱- تحویل نمونه‌ها به آزمایشگاه

- کارمندان آزمایشگاهی باید موارد زیر را هنگام تحویل نمونه‌های آزمایشگاهی بررسی کنند.
- تمام جزییات لازم بر روی برچسب‌های بطری‌های نمونه‌برداری درج شده باشند.
- نمونه‌ها در بطری‌های مناسب تحویل گردند.
- به منظور کسب نتایج قابل اعتماد در ارتباط با کیفیت آب، نمونه‌ها در زمان مقرر به آزمایشگاه رسیده‌اند.
- نمونه‌ها به‌وسیله مواد شیمیایی نگهدارنده تثبیت شده باشند.
- در طول انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، نمونه‌ها در دمای مناسب قرار گرفته باشند.
- قرار دادن نمونه‌های باکتریولوژیک در داخل یخچال آزمایشگاه به محض ورود به آزمایشگاه و آنالیزهای مربوط را باید ظرف ۲ ساعت آغاز کرد.
- در آزمایش‌های باکتریولوژیکی، هر نمونه‌ای که بعد از زمان مشخص شده در استاندارد مرجع (روش استاندارد آزمایش‌ها)، از زمان نمونه‌گیری به آزمایشگاه انتقال یابد و یا این‌که زمان سرد کردن نمونه‌ها بعد از جمع‌آوری بیش از زمان مشخص شده در روش استاندارد آزمایش‌ها طول کشیده باشد را باید دور ریخت.
- به دلیل این‌که برخی از متغیرها در طول انتقال تغییر می‌یابند، لذا انجام آنالیز شیمیایی بر روی نمونه‌های جمع‌آوری شده را باید پس از زمان مشخص شده در روش استاندارد آزمایش انجام داد هرچند برخی دیگر از متغیرها مانند فلوراید، کلرید و سولفات تا حدود ۲ هفته می‌توانند به صورت پایدار باقی بمانند.
- به محض ورود نمونه‌ها باید آنها را در سامانه آزمایشگاه ثبت کرده و در یک یخچال در دمای حدود ۴ درجه سلسیوس نگهداری کرد. در مواردی که زمان نگهداری نمونه‌ها و یا شرایط ایجاد شده موجبات کسب نتایج غیرقابل اعتماد را فراهم آورد کارمندان آزمایشگاهی باید از پذیرش نمونه‌ها امتناع ورزند.

۱-۳-۲- نحوه انجام آزمایش و سنجش‌ها

- در دنیا روش‌های مختلفی برای سنجش و آزمایش وجود دارد بعضی از این روش‌ها به صورت بین‌المللی بوده و در اغلب کشورهای دنیا رایج و مورد استفاده می‌باشند. مهم‌ترین این روش‌ها شامل موارد زیر است:
- استفاده از روش‌های توصیه شده آژانس محیط زیست آمریکا یا EPA
- الگوی روش استاندارد آزمایش‌ها، لازم به ذکر است که این الگو در سالیان مختلف بازنگری و تجدید چاپ می‌شود.



- الگوی استاندارد سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)، این الگو در ارتباط با عامل‌های مختلف تدوین شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- الگوی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، این الگو در جلد‌های مختلف تدوین شده که در سالیان مختلف بازنگری و تجدید چاپ می‌شود (۲۴، ۲۳، ۱۳، ۱۲).

۱-۴- نحوه ثبت و نگهداری اطلاعات میدانی

۱-۴-۱- تهیه کاربرگ‌های ثبت اطلاعات میدانی

- مشخص بودن وضعیت ایستگاه نمونه‌برداری و تغییرات آن در دوره اندازه‌گیری ضروری می‌باشد. اطلاعات مربوط به وضعیت ایستگاه می‌تواند موجب تغییرات یا اصلاح در خصوص ایستگاه انتخاب شده، نحوه نمونه‌برداری و پردازش اطلاعات شود. لذا در این خصوص باید اقدامات زیر انجام شود.
- پس از بررسی حوضه، برگ شناسایی رودخانه تکمیل می‌شود و به عنوان فرم اصلی شناسایی رودخانه مورد پایش نگهداری می‌شود. لازم به ذکر است بندهای ۲۰، ۲۱ و ۲۲ این فرم براساس اطلاعات موجود که قبلاً در ایستگاه‌های آب‌سنجی اندازه‌گیری شده است، تکمیل می‌شود. (این فرم در صفحه بعد ارائه شده است).
- پس از بررسی حوضه و شناسایی و انتخاب ایستگاه‌ها برای هر ایستگاه، بخش الف کاربرگ ۱-۳ قبل از عملیات نمونه‌برداری در دفتر مرکزی تکمیل می‌شود و به تعداد مناسب کپی گرفته می‌شود.
- در هر بار نمونه‌برداری (برای هر کدام از ایستگاه‌ها)، بخش ((ب)) کاربرگ شماره ۱-۳ تکمیل خواهد شد. در بند توضیحات بخش ((ب)) کاربرگ شماره ۱-۳، پدیده‌ها و تغییراتی که در فاصله زمانی بین نمونه‌برداری قبلی و فعلی در خصوص موضوع‌ها بیان شده در بخش ((الف)) کاربرگ شماره ۱-۳، مشاهده می‌شود، ذکر شود. همچنین موضوع‌هایی از قبیل تخلیه مواد آلاینده، تغییرات در بستر رودخانه، احداث سازه‌های آبی، فعالیت‌های عمرانی در رودخانه یا مجاور آن و یا هرگونه موضوعی که می‌تواند در کیفیت آب تغییراتی ایجاد کند یا باعث تغییر برنامه پایش از نظر ایستگاه و یا پارامترهای مورد پایش شود باید ذکر شود. ضمناً در خصوص تکمیل بند توضیحات بخش ب کاربرگ شماره ۱-۳ می‌توانند، به موضوع‌های بیان شده در برگ شناسایی رودخانه نیز توجه کنند.
- در خصوص مشکلات دسترسی به ایستگاه و اندازه‌گیری، موارد باید به دقت ثبت شده تا اقدامات اصلاحی انجام شود و در صورت تکرار در عدم دسترسی، موقعیت ایستگاه تعویض شود.



برگ شناسایی رودخانه کد فرم (۴+ - ۱۸۱-الف)

۱- نام رودخانه:	۱۵- تعداد و نوع ایستگاه هیدرومتری:
۲- نام حوضه آبریز اصلی:	درجه یک:
۳- کد حوضه آبریز اصلی:	درجه دو:
۴- نام پایانه رودخانه:	درجه سه:
۵- سطح حوضه آبریز:	۱۶- تاریخ تاسیس اولین ایستگاه هیدرومتری:
۶- طول رودخانه:	۱۷- تاسیسات آبی:
۷- شیب رودخانه:	تعداد سد مخزنی:
درصد خالص	تعداد سد تنظیمی:
درصد ناخالص	۱۸- تعداد شاخه‌های اصلی:
۸- وضعیت جغرافیایی:	۱۹- شمای شاخه‌بندی و تاسیسات:
<input type="checkbox"/> داخلی <input type="checkbox"/> مرزی ورودی <input type="checkbox"/> مرزی مشترک <input type="checkbox"/> مرزی خروجی	
۹- نوع رودخانه:	
<input type="checkbox"/> دائمی <input type="checkbox"/> فصلی <input type="checkbox"/> مسیل	
۱۰- رژیم رودخانه:	
<input type="checkbox"/> بارانی <input type="checkbox"/> برفی - بارانی <input type="checkbox"/> بارانی- برفی	
۱۱- اظهار منشعب از رودخانه:	
تعداد..... رشته نهر مدرن با حجم سالانه..... میلیون مترمکعب	
تعداد..... رشته نهر سنتی با حجم سالانه..... میلیون مترمکعب	
۱۲- ایستگاه‌های پمپاژ روی رودخانه:	
تعداد..... با حجم سالانه..... میلیون مترمکعب	
۱۳- وضعیت پوشش گیاهی حوضه:	
<input type="checkbox"/> جنگل انبوه <input type="checkbox"/> جنگل تنک <input type="checkbox"/> مرتع <input type="checkbox"/> بدون پوشش گیاهی	
۱۴- نام دشت‌های مهم:	



۲۰- بده (بده) در ایستگاه‌های مهم:								
متوسط بده سالانه و حداکثر لحظه‌ای (مترمکعب بر ثانیه)								
تاریخ رخداد	بده حداکثر لحظه‌ای	سال پرآب		سال متوسط		سال خشک		نام ایستگاه
		بده	سال	بده	سال	بده	سال	
۲۱- کیفیت شیمیایی								
تاریخ نمونه‌برداری		بده مترمکعب بر ثانیه		هدایت الکتریکی EC ($\mu\text{mhos/cm}$)		نام ایستگاه		
حداقل	حداکثر	مانند حداقل	مانند حداکثر	حداقل	حداکثر			
۲۲- مواد معلق رسوبی								
تاریخ نمونه‌برداری		بده مترمکعب بر ثانیه		رسوب (میلی‌گرم بر لیتر)		نام ایستگاه		
حداقل	حداکثر	مانند حداقل	مانند حداکثر	حداقل	حداکثر			
ملاحظات:								
				نام واحد اقدام کننده:		نام و نام خانوادگی تهیه کننده:		
تاریخ تکمیل برگ شناسایی:								



کاربرگ ۱-۱- مشخصات ایستگاه نمونه برداری

الف - ویژگی‌های سایت

نام حوضه:	کد ایستگاه:
تاریخ مشاهده:	نام مشاهده کننده:
نام منطقه:	استان:
نزدیک‌ترین آبادی:	نزدیک‌ترین شهرها:
نام رودخانه اصلی:	نام رودخانه فرعی:
ارتفاع از سطح دریا:	مختصات جغرافیایی:
آدرس و نحوه دسترسی:	
نام مالک منطقه و تلفن آن: (در صورت وجود مالک)	
فاصله تا نزدیک‌ترین جاده:	نام و نوع نزدیک‌ترین جاده:
شماره تلفن اورژانس:	نام و فاصله نزدیک‌ترین مرکز اورژانس:
شماره تلفن پلیس:	نام و فاصله نزدیک‌ترین مرکز پلیس:
فاصله تا نزدیک‌ترین محل تقاطع رودخانه با جاده در بالادست:	
فاصله تا نزدیک‌ترین محل تقاطع رودخانه با رودخانه دیگر در بالادست:	
فاصله تا نزدیک‌ترین محل تقاطع رودخانه با رودخانه دیگر در پایین دست:	
وضعیت دسترسی به منطقه:	نوع بستر:
وضعیت شیب رودخانه:	
توضیحات ضروری:	

ب- وضعیت نمونه برداری

تاریخ نمونه برداری:	
آیا نمونه برداری انجام شد؟	
بله	خیر
نوع نمونه برداری	- شیمیایی
	- زیستی
	- سایر
مشکلات دسترسی به ایستگاه	- مغروق شدن
	- تالابی و باتلاقی
	- وجود گل
	- سایر موارد
توضیحات ضروری:	



۱-۴-۲- تهیه کاربرگ‌های ثبت نتایج اندازه‌گیری کیفیت آب

در خصوص کاربرگ‌های ثبت نتایج اندازه‌گیری می‌توان بیان کرد که این کاربرگ‌ها باید به دو صورت زیر تهیه شود.

الف- کاربرگ ثبت نتایج میدانی

این کاربرگ‌ها برای ثبت پارامترهایی استفاده می‌شود که اندازه‌گیری آنها در ایستگاه نمونه‌برداری به صورت مستقیم انجام می‌شود. کاربرگ ۲-۳ برای ثبت نتایج اندازه‌گیری شیمیایی میدانی تهیه شده که باید در زمان اندازه‌گیری تکمیل شود. موضوع مهم در خصوص کاربرگ ۲-۳، ثبت واسنجی دستگاه‌های اندازه‌گیری میدانی می‌باشد. در خصوص پایش زیستی نیز کاربرگ ۳-۳ تکمیل می‌شود.

ب- کاربرگ ثبت نتایج آزمایشگاهی

پس از عملیات نمونه‌برداری نمونه‌ها برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه، با رعایت ایمنی و زمان مناسب براساس دستورالعمل‌های تثبیت و نگهداری نمونه‌ها، حمل می‌شود. در هر عملیات نمونه‌برداری با توجه به نوع پارامترهای مورد نیاز برای سنجش، تعدادی نمونه در ظروف مخصوص خود برداشت می‌شود. در کاربرگ ۳-۴ نتایج سنجش هرکدام از پارامترها در یک ایستگاه ثبت می‌شود. پس از ثبت نتایج آنالیز تکنسین و مسوول آزمایشگاه باید نتایج را با ثبت نام و امضا خود تایید کنند.

ج- کاربرگ‌های مربوط به ثبت اطلاعات در کامپیوتر (بانک‌های اطلاعات)

به منظور ثبت اطلاعات در کامپیوتر و بانک‌های اطلاعاتی و همچنین یکسان کردن نحوه ثبت داده‌ها در بانک‌های اطلاعاتی کاربرگ‌هایی تدوین شده است. کاربرگ‌های (۳-۵) تا (۳-۹) مربوط به اطلاعات پایه، مشخصات ایستگاه‌ها و نتایج اندازه‌گیری و آنالیز می‌باشد.

لازم به ذکر است این کاربرگ‌ها در شرکت سهامی مدیریت منابع آب و شرکت‌های سهامی آب منطقه‌ای استفاده می‌شوند ولی قابل تغییر می‌باشد و مناسب برای استفاده در بانک‌های اطلاعاتی است.



کاربرگ ۱-۲- اندازه گیری پارامترهای شیمیایی میدانی

الف - ویژگی های سایت

کد ایستگاه:	نام ایستگاه یا منطقه:
نام مشاهده کننده:	نام رودخانه:
مختصات جغرافیایی:	ارتفاع از سطح دریا:

ب - وضعیت نمونه برداری

تاریخ:	ساعت:
--------	-------

توجه: در صورت داشتن نقص فنی تجهیزات اندازه گیری و یا عدم واسنجی از اندازه گیری خودداری کنید.

ج - اندازه گیری

- دمای هوا و آب

میزان دما	واسنجی			تجهیزات		محیط
	وضعیت	مهلت واسنجی	زمان آخرین واسنجی انجام شده	شماره تجهیزات	نام تجهیزات اندازه گیری	
						دمای هوا
						دمای آب

- هدایت الکتریکی

میزان هدایت الکتریکی	واسنجی			تجهیزات	
	وضعیت	مهلت واسنجی	زمان آخرین واسنجی انجام شده	شماره تجهیزات	نام تجهیزات اندازه گیری

- اکسیژن محلول

کنترل واسنجی بعد از اندازه گیری			میزان DO اندازه گیری شده	واسنجی			تجهیزات	
واسنجی ۳	واسنجی ۲	واسنجی ۱		وضعیت واسنجی	وضعیت واسنجی	وضعیت واسنجی	مهلت واسنجی	نام تجهیزات اندازه گیری
استاندارد ۳	استاندارد ۲	استاندارد ۱	استاندارد ۳	استاندارد ۲	استاندارد ۱			



pH -

کنترل واسنجی بعد از اندازه گیری			میزان pH اندازه گیری شده	واسنجی			تجهیزات	
واسنجی استاندارد ۳	واسنجی استاندارد ۲	واسنجی استاندارد ۱		وضعیت واسنجی استاندارد ۳	وضعیت واسنجی استاندارد ۲	وضعیت واسنجی استاندارد ۱	مهلت واسنجی	نام تجهیزات اندازه گیری

کاربرگ ۱-۳- پایش زیستی

الف - ویژگی های سایت

نام ایستگاه یا منطقه:	کد ایستگاه:
نام رودخانه:	نام مشاهده کننده:
ارتفاع از سطح دریا:	مختصات جغرافیایی:

ب - زمان نمونه برداری

ساعت خاتمه:	ساعت شروع:	تاریخ:
-------------	------------	--------

ج - وضعیت نمونه برداری

نوع زیستگاه رودخانه ای در محل ایستگاه: (صخره ای، شنی، لجن، پوشش گیاهی و . . .):

مساحت نمونه برداری شده (متر مربع):

وضعیت هوا:

نوع وضعیت هوا	زمان نمونه برداری	۲۴ ساعت قبل	۷ روز گذشته
صاف			
ابری			
ابری - بارانی			
بارانی			
برفی			
طوفانی			
غیره			



- مشاهدات انجام شده:

وضعیت تراکم				نام گونه آبزیان	وضعیت تراکم				نام گونه آبزیان
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	
۴	۳	۲	۱		۴	۳	۲	۱	

۱- وجود ندارد ۲- بندرت و کم ۳- موجود با تعداد زیاد ۴- گونه غالب

کاربرگ ۱-۴- اندازه گیری پارامترهای شیمیایی آزمایشگاهی

الف - نام ایستگاه

کد ایستگاه:	نام ایستگاه یا منطقه:
-------------	-----------------------

ب - زمان وضعیت نمونه برداری

تاریخ:	ساعت:	نام نمونه بردار:
--------	-------	------------------

ج - وضعیت ظروف نمونه برداری

نوع ظرف	کد ظرف	تعداد	نحوه تثبیت	پارامترهای مورد نظر

د - اندازه گیری آزمایشگاهی

نام پارامتر	کد ظرف	روش آنالیز	نام تجهیزات	وضعیت واسنجی	میزان پارامتر

توضیحات:

د - نام و امضا اپراتور و مسوول آزمایشگاه



کاربرگ ۱-۵- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور

اطلاعات پایه																
روش اندازه گیری بده	وضعیت پوشش گیاهی		وضعیت عمومی منطقه	فاصله از ایستگاه قبلی کیلومتر	نوع ایستگاه سنجش	محل اتصال شاخه			طول شاخه متر	درجه شاخه	نام شاخه	مختصات ایستگاه (UTM)			نام ایستگاه سنجش	ردیف
	تراکم	نوع				X	Y	Z				X	Y	Z		
																۱
																۲
																۳
																۴
																۵
																۶
																۷
																۸
																۹
																۱۰

ماه:.....

حوضه آبریز:.....

رودخانه:.....

استان:.....

سازمان آب منطقه‌ای:.....

سال:.....

کاربرگ ۱-۶-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور

اطلاعات نمونه برداری														
سایر اطلاعات ضروری و حوادث	تاسیسات بالادست ایستگاه	نام نمونه بردار	کاربری رودخانه	وضعیت ظاهری آب	سرعت جریان متر بر ثانیه	بده مترمکعب بر ثانیه	وضعیت جریان	تاریخ و ساعت نمونه برداری		شیب رودخانه (متر/کیلومتر)	مشخصات رودخانه (متر)		نام ایستگاه سنجش	ردیف
								ساعت/دقیقه	روز/ماه/سال		عرض	عمق		
														۱
														۲
														۳
														۴
														۵
														۶
														۷
														۸
														۹
														۱۰

سازمان آب منطقه‌ای:.....
سال:.....

استان:.....

رودخانه:.....

حوضه آبریز:.....

ماه:.....

کاربرگ ۱-۷-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور

سازمان آب منطقه‌ای:																			
استان:																			
رودخانه:																			
حوضه آبریز:																			
ماه:																			
سال:																			
پارامترهای فیزیکی و شیمیایی																			
کلر باقیمانده	روغن و گریس	فنل	دترجنت	سیانور (CN)	مگنیز	آهن	TSS	TDS	سختی کل	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	فسفر کل	فسفر آلی	فلوئورید	کلرید	نام ایستگاه سنجش	شماره
میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر		
																			۱
																			۲
																			۳
																			۴
																			۵
																			۶
																			۷
																			۸
																			۹
																			۱۰

کاربرگ ۱-۸-۱-اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور

سازمان آب منطقه‌ای:.....																				
استان:.....																				
رودخانه:.....																				
حوضه آبریز:.....																				
ماه:.....																				
سال:.....																				
پارامترهای فیزیکی و شیمیایی																				
ردیف:	نام ایستگاه سنجش	دمای آب سلسیوس	دمای هوا سلسیوس	رنگ Pt-Co	PH	کدورت NTU	DO میلی گرم بر لیتر	BOD ₅ میلی گرم بر لیتر	COD میلی گرم بر لیتر	هدایت الکتریکی میکروموس بر سانتی متر	شوری قسمت در تریلیون	قلیائیت میلی گرم کربنات کلسیم بر لیتر	آمونیاک میلی گرم بر لیتر	TKN میلی گرم بر لیتر	نیترات میلی گرم نیترات بر لیتر	نیتریت میلی گرم نیتریت بر لیتر	سولفات میلی گرم سولفات بر لیتر	کربنات میلی گرم کربنات کلسیم بر لیتر	بیکربنات میلی گرم کربنات کلسیم بر لیتر	
۱																				
۲																				
۳																				
۴																				
۵																				
۶																				
۷																				
۸																				
۹																				
۱۰																				

کاربرگ ۹-۱- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آبهای سطحی کشور

..... سال:	 ماه:	 حوضه آبریز:	 رودخانه:	 استان:	 سازمان آب منطقه‌ای:					
راديوکتيور	تراکم کل اشعه β Pci/l	سموم		فلزات سنگین				پارامترهای میکروبی و زیستی				نام ایستگاه سنجش	شماره		
		آلدین	D. D. T	رزی	سرب	جیوه	کرم	کادمیوم	آرسنیک	نماتد	کلروفیل a			E-Coli	کل فرم کل
		قسمت در بیلیون	قسمت در بیلیون	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی ۱۰۰ بر لیتر	لیتر میکروگرم بر لیتر	میلی ۱۰۰ بر لیتر	میلی ۱۰۰ بر لیتر	میلی ۱۰۰ بر لیتر		
														۱	
														۲	
														۳	
														۴	
														۵	
														۶	
														۷	
														۸	
														۹	
														۱۰	

۱-۵- ایمنی در طی فعالیت میدانی

اطمینان از ایمنی در کارهای میدانی نیاز به شناخت کامل از خطرات بالقوه و آگاهی کامل از مقررات و دستورالعمل‌های توصیه شده دارد. کارمندان درگیر در فعالیت‌های میدانی با خطرات زیادی از قبیل موارد زیر مواجه می‌باشند:

- تصادف جاده‌ای
- غرق شدن در رودخانه
- تماس بدن با مواد شیمیایی
- تماس با مواد آلوده
- احتمال بیماری‌های ناشی از آب آلوده
- خطر برخورد با حیوانات خطرناک و گزنده
- خطر جراحت ناشی از کار با تجهیزات
- خطر سقوط از ارتفاع در مناطق صعب‌العبور
- جراحت ناشی از لیز خوردن
- خفه شدن در مناطق مردابی و لجن زار
- گرمزدگی و سرمازدگی در فصول گرم و سرد

یکی از مهم‌ترین ملاحظات در اجرای برنامه‌های پایش کیفیت آب مساله تضمین سلامت کارمندان می‌باشد و هدف ایجاد شرایطی مطمئن برای پیشگیری از خطر، جراحت و یا از دست دادن افراد و روش برخورد مناسب با خطرات و حوادث می‌باشد.

افرادی که از منطقه یا ایستگاه‌ها بازدید می‌کنند باید وضعیت منطقه را از لحاظ ایمنی بررسی کرده و اطلاعات جدید در پایگاه اطلاعات و داده‌ها ثبت و برنامه کاری یا دستورالعمل ایمنی کار براساس آن بازنگری شود. قبل از انجام عملیات میدانی در بازدیدهای اولیه باید اطلاعات زیر را در خصوص امکانات امداد و نجات و شرایط اضطراری، را جمع‌آوری کرده و در کاربرگ‌های مربوط ثبت کرد (تکمیل کاربرگ تلفن‌های اضطراری).

۱-۵-۱- اصول کلی مقابله با خطر

- آگاهی از محیط و استفاده از ذهن و تجربیات شخصی
- حفظ آرامش
- استفاده از اطلاعات شخصی در خصوص انتخاب اقدام مناسب



۱-۵-۲- آماده‌سازی کاربرگ‌های اطلاعاتی و تلفن‌های ضروری

۱-۵-۲-۱- موارد عمومی

- استفاده از کاربرگ‌های اطلاعات و فهرست‌ها و کامل کردن آن با استفاده از آخرین اطلاعات (فهرست تجهیزات ایمنی کاربرگ ۳-۱۰).
- حفظ و نگهداری پرونده اطلاعاتی هر ایستگاه که شامل اطلاعات زیر می‌باشد:
 - کپی فهرست‌ها
 - مشخصات و ویژگی‌های سایت (وضعیت خطرات، موقعیت پل‌ها، مسیر کابل‌ها، موقعیت قایق‌ها، ضایعات خطرناک)
 - موقعیت سایت (نقشه، مسیر دسترسی)
 - موقعیت و شماره تلفن‌های اضطراری، بیمارستان‌ها، اورژانس، پلیس، آتش نشانی و غیره (کاربرگ ۳-۱۱)
 - سایر اطلاعات از قبیل مناطق شکار، نوع لباس مناسب
- برنامه زمان‌بندی (ایستگاه‌ها و به همراه زمان تقریبی دسترسی و بازدید و نمونه‌برداری) و نگهداری یک نسخه از آن در نزد همکاران در دفتر.
- داشتن تجهیزات ارتباطی اضافی (تلفن همراه و غیره)
- سعی شود همواره در عملیات میدانی، کار به اتفاق یک همراه انجام شود. برای این منظور تیم‌های متشکل از سه تا چهار نفر مناسب می‌باشد. به علاوه همواره باید موقعیت شخص به سایر اعضا گروه اطلاع داده شود.
- یک طرح ایمنی به اجرا گذارده شود. به این ترتیب که شماره تلفن‌های ضروری همواره باید در دسترس باشد. از سوی دیگر موقعیت نزدیک‌ترین مراکز بهداشتی و نحوه رسیدن سریع به آن‌جا در دسترس باشد. یکی از اعضا گروه به عنوان مسوول جمع‌آوری اطلاعات پزشکی و بهداشتی مربوط به نحوه ارائه کمک‌های اولیه در موارد ضروری، انتخاب گردد.
- در حین کار سعی شود همواره یک جعبه کمک‌های اولیه در دسترس باشد و از وضعیت سلامت هر یک از اعضا تیم کار (مانند ناراحتی‌های قلبی، واکنش‌های آلرژیک در مقابل برخی از گیاهان، نیش زنبور و...) اطلاع دقیقی کسب گردد.
- به پیش‌بینی وضع هوا توجه کافی مبذول شود و افراد هرگز در شرایط آب و هوایی که احتمال طغیان رودخانه وجود دارد برای نمونه‌برداری وارد رودخانه نشوند و در صورت نیاز به نمونه‌برداری، براساس روش نمونه‌برداری در شرایط سیلاب اقدام گردد.
- در آب‌های خروشان افراد هرگز برای نمونه‌برداری وارد رودخانه نشوند در چنین شرایطی از پل‌های ارتباطی یا پل‌های تلفریک با استفاده از دستگاه‌های نمونه‌برداری استفاده شود. در چنین مواردی افراد هرگز از رودخانه‌های با جریان تند و با عمق بالاتر از زانو عبور نکنند. همواره در هنگام نمونه‌برداری از وسایل ایمنی چکمه و جلیقه نجات استفاده شود. در آب‌هایی که حاصل ضرب عمق رودخانه در سرعت جریان آب، بیش از ۳ مترمربع در ثانیه می‌باشد نباید وارد شد، زیرا خطرناک است.
- برخی از اشیا مانند کیف دستی و کلیدها در جای مطمئن حمل شوند (مانند کیف‌های کمربند) زیرا بی‌احتیاطی در این مورد می‌تواند باعث سقوط این اشیا به داخل رودخانه شود.



- افراد تیم برای نمونه برداری هرگز به محدوده خصوصی سایر افراد بدون اجازه آنها وارد نشوید. برای این منظور بهتر است ضمن همراه داشتن کارت شناسایی تا حد امکان از نواحی با دسترسی عمومی مانند زیر پل‌ها یا تقاطع جاده‌ها اقدام به نمونه برداری کنند (در زمان انتخاب ایستگاه‌ها باید توجه داشت که ایستگاه‌های نمونه برداری را خارج از محدوده‌های خصوصی انتخاب کرد و در صورت نیاز به انتخاب ایستگاه در محدوده‌های خصوصی هماهنگی‌های لازم انجام شود).
- افراد تیم با استفاده از نقشه‌های دستی یا GPS اطمینان حاصل کنند که در محل صحیح برای نمونه برداری حضور دارند.
- افراد همواره مراقب حمله حیوانات وحشی، سگ‌های هار، زنبورگزیدگی و مارگزیدگی باشند. از نوع اقداماتی که باید در هنگام بروز چنین حوادثی انجام شود آگاهی کافی کسب کنند.
- هرگز از آب رودخانه برای آشامیدن استفاده نشود. برای این منظور قبل از شروع به کار آب کافی به همراه داشته و از آن استفاده شود. بعد از پایان عملیات دست‌ها با صابون خوب شسته شود.
- از آن جا که تماس بدن با آب‌های بسیار آلوده می‌تواند خطرناک باشد لذا قبل از نمونه برداری از چنین محل‌هایی، هماهنگی لازم با مسوول گروه به عمل آید.
- افراد در هنگام نمونه برداری از رودخانه‌هایی که دارای سواحل فرسایش‌پذیر هستند دقت کافی داشته و از هرگونه بی‌دقتی در هنگام نمونه برداری که باعث سقوط به درون رودخانه شود، پرهیز کنند.
- در مواردی که نمونه بردار برای نمونه برداری ناچار به ورود به درون رودخانه است باید نهایت دقت را داشته باشد. رودخانه‌های با بستر سنگی همواره پر خطر می‌باشند، از سوی دیگر رودخانه‌های با بستر گلی نیز می‌توانند باعث به دام انداختن فرد در نواحی با عمق زیاد شوند. در چنین مواردی همواره فرد همراه نمونه بردار در ساحل رودخانه باید برای کمک به نمونه بردار در موارد اضطراری مانند سقوط به درون رودخانه آمادگی داشته باشد.
- نهایتاً این که نمونه بردار در هر مرحله از نمونه برداری که در ارتباط با خود یا محیط اطرافش احساس خطر کرد باید عملیات را متوقف کرده و محل را ترک نماید. نمونه بردار باید بداند که سلامتی وی به هر کار و موضوعی اولویت دارد.
- در ایستگاه‌هایی که در پایاب سد یا هرگونه سازه‌های آبی می‌باشند حتماً قبل از شروع کار، هماهنگی با مسوول سد و دریچه‌ها انجام شود.
- افراد تیم در زمان کار در آب مراقب اجسام شناور مانند کنده درخت، گیاهان آبی، الوار و قایق‌ها باشد.



کاربرگ ۱-۱۰- فهرست تجهیزات ایمنی

وضعیت		عنوان	ردیف
N	OK		
لوازم حفاظت فردی			
		جلیقه نجات	۱
		دستکش	۲
		چکمه کوتاه	۳
		چکمه بلند	۴
		کفش ایمنی (کوه‌پیمایی)	۵
		جلیقه نجات ایمنی	۶
		کلاه	۷
		بارانی	۸
		عینک آفتابی	۹
		لباس گرم یا خنک	۱۰
تجهیزات عمومی			
		هارنس ایمنی	۱۱
		طناب نجات	۱۲
		نقشه مسیر	۱۳
		فهرست تلفن‌های اضطراری	۱۴
		تلفن همراه یا بی‌سیم	۱۵
		کیسول اطفاء حریق	۱۶
		جعبه کمک‌های اولیه	۱۷
		جعبه ابزار	۱۸
		چراغ قوه با باتری	۱۹
		کبریت یا فندک	۲۰
		قطب نما یا GPS	۲۱
		سوت	۲۲
		الکل جامد	۲۳
		آب یا نوشیدنی	۲۴
		مواد غذایی خشک مقوی و کنسرو	۲۵
		پتو	۲۶
		رادیو	۲۷



کاربرگ ۱-۱۱ - تلفن‌های اضطراری

- کارمندان		
شماره تلفن محل کار	شماره تلفن منزل	نام
شماره تلفن محل کار	شماره تلفن منزل	نام
شماره تلفن محل کار	شماره تلفن منزل	نام
- شرکت آب منطقه‌ای		
نام و شماره تلفن دفتر آب منطقه‌ای مورد مطالعه		
نام و شماره تلفن مسوول ایمنی یا مسوول منطقه		
نام و شماره تلفن نوبت‌های کاری (شیفت‌ها)		
آدرس		
- تلفن‌های اضطراری		
شماره تلفن:	نام بیمارستان:	آدرس:
شماره تلفن:	نام درمانگاه:	آدرس:
شماره تلفن:	نام ایستگاه پلیس:	آدرس:
شماره تلفن:	نام آتش نشانی:	آدرس:
شماره تلفن:	نام مرکز هلال احمر:	آدرس:

۱-۵-۲-۲ - استفاده از مواد شیمیایی

- باید قبل از کار با مواد شیمیایی، برگه اطلاعات ایمنی مواد^۱ (MSDS) را تهیه و در اختیار کاربران مواد شیمیایی قرار داده و کاربران باید نسبت به این دستورالعمل‌ها آگاهی کافی را داشته باشند.



- کاربران در زمان کار با مواد شیمیایی باید از لوازم حفاظت فردی مانند دستکش، عینک و سایر موارد عنوان شده براساس برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) آگاهی کافی باشند.
- از تخلیه و ریزش غیرضروری مواد خودداری شود و باقیمانده مواد شیمیایی به صورت مطمئن پاک یا جمع‌آوری شود.
- در صورتی که در داخل ساختمان با مواد شیمیایی کار می‌شود، از وجود تهویه مناسب قبل از کار با مواد شیمیایی اطمینان حاصل شود.
- قبل از وارد شدن به محل نمونه‌برداری، اطلاعات کافی در خصوص تجهیزات، دستورالعمل‌ها و روش‌های نمونه‌برداری وجود داشته باشد. قبل از شروع کار تجهیزات پاک و برچسب‌ها نیز آماده شود.
- تجهیزات و مواد شیمیایی از کودکان دور نگه داشته شود. بسیاری از مواد شیمیایی که در پایش استفاده می‌شوند، سمی می‌باشند. شماره تلفن مرکز تهیه مواد شیمیایی در جعبه کمک‌های اولیه باشد.
- از تماس مواد شیمیایی با پوست، چشم، بینی، و دهان خودداری شود. به‌هنگام تکان دادن نمونه هرگز از انگشت برای بستن بطری نمونه استفاده نشود. در زمان کار با مواد شیمیایی از دستکش‌های ایمنی استفاده شود.
- از روش‌های نگهداری و پاکسازی و دفع مواد شیمیایی آگاهی کافی وجود داشته باشد.
- از دماسنج‌های جیوه‌ای برای فعالیت‌های میدانی استفاده نشود.

۱-۵-۲-۳ - استفاده از قایق

- قبل از سفر با قایق باید از شرایط آب و هوایی مطمئن شده و همچنین در مصب رودخانه‌های بزرگ جریان جزر و مد را در نظر گرفت.
- برای عملیات با قایق و شناور باید یک برنامه مشخص و جدول زمان‌بندی وجود داشته باشد. این برنامه شامل موارد زیر است:
 - تاریخ و هدف سفر
 - نام قایقران و مسافران
 - مقاصد و مسیر حرکت
 - زمان خروج و برآورد زمان بازگشت
 - نوع قایق و طول آن.
- قایق و شناور مورد استفاده باید دارای جعبه کمک‌های اولیه، چراغ قوه، طناب، تلفن همراه یا بی‌سیم و کپسول آتش‌نشانی باشد.
- کلیه افراد باید از جلیقه نجات استفاده کنند. در زمان استفاده از قایق از چکمه‌های بلند استفاده کنند.
- کارمندان درگیر باید آموزش‌های امداد و نجات مربوط به قایقرانی را طی کرده باشند.
- در صورت طوفان و شرایط جوی نامناسب سریعاً باید به ساحل رودخانه برگشت.
- در صورتی که افراد از قایق به داخل آب افتادند، وحشت نکنند.



۱-۵-۲-۴- کار بر روی پل ها

- از چراغ راهنمایی، تابلوهای ترافیک و زنجیر (برای بستن پل) برای هشدار به رانندگان استفاده شود.
- با توجه به سنگین بودن وسایل کار بر روی پل ها، از سالم بودن آنها قبل از آمدن به منطقه اطمینان حاصل شود.
- در زمان کار با جرثقیل و کابل، وجود وسیله مناسب برای بردن کابل ضروری می باشد.
- افراد باید از جلیقه نجات و وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده کنند.

۱-۵-۲-۵- استفاده از مسیرهای کابلی

- قبل از استفاده از مسیرهای کابلی، باید بازرسی های ظاهری انجام شود.
- باید از جلیقه نجات، کلاه ایمنی و دستکش های کار استفاده کرد.

۱-۵-۲-۶- آموزش

- افرادی که به عنوان راننده فعالیت می کنند، باید آموزش کافی داشته و گواهینامه رانندگی مربوط را نیز دارا باشند.
- بهتر است کلیه افراد تیم اجرایی، آموزش دوره امداد و نجات را دیده باشند.
- در صورت استفاده از تجهیزات خطرناک، افراد تیم باید آموزش مربوط را دیده باشند.

۱-۵-۲-۷- حمل و نقل

از وسایل نقلیه متفاوت برای دسترسی به موقعیت ایستگاهها استفاده می شود که باید افراد استفاده کننده این وسایل، آموزش های لازم را در خصوص بهره برداری و نگهداری وسایل گذرانده و در حدامکان گواهینامه مربوط را اخذ کرده باشند. موارد زیر را نیز باید در زمان استفاده از حمل و نقل رعایت کنند.

- بازرسی وسایل نقلیه قبل از استفاده از آن
- بستن بارهای اضافی به صورت مطمئن
- استفاده از کمر بند ایمنی
- رعایت کلیه مقررات راهنمایی و رانندگی
- در صورت استفاده از کاروان، باید بار وسیله نقلیه در حد ظرفیت آن باشد و از طریق رابط ثابت به وسیله نقلیه متصل باشد.

۱-۶- دستورالعمل نحوه بهره برداری و نگهداری، ایمنی تجهیزات و وسایل نمونه برداری و

آزمایش

۱-۶-۱- نحوه بهره برداری و نگهداری از تجهیزات و دستگاه های نمونه برداری و آزمایش

هرکدام از تجهیزات و دستگاه های نمونه برداری و آزمایش دارای دستورالعمل های بهره برداری و نگهداری می باشند. در این دستورالعمل ها کلیه موارد و ملاحظات را که باید در نظر گرفته شود، بیان گردیده است. این دستورالعمل ها اغلب



توسط شرکت‌های سازنده این تجهیزات یا آزمایشگاه‌های معتبر تدوین می‌شوند و به همراه تجهیزات به مصرف کننده ارائه می‌شود. لذا بیان نحوه بهره‌برداری، نگهداری تجهیزات در این دستورالعمل لازم نبوده و لیکن باید بیان کرد که در برنامه پایش کیفیت آب، فهرست تجهیزات مورد استفاده به همراه دستورالعمل‌ها و روش‌های بهره‌برداری، نگهداری و واسنجی آن مشخص شده و این دستورالعمل‌ها اجرا و نتایج آن ثبت شود.

۱-۶-۲- نحوه واسنجی تجهیزات و دستگاه‌های سنجش پارامترها

یکی از موضوع‌های اساسی در اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب، انجام واسنجی تجهیزات می‌باشد به عبارتی انجام اندازه‌گیری بدون واسنجی تجهیزات اندازه‌گیری بی معنی بوده و باید از آن خودداری کرد. در کاربرد ۲-۳ اندازه‌گیری این موضوع بیان شده تا در زمان اندازه‌گیری فراموش نشود. برای انجام واسنجی تجهیزات باید اقدامات زیر انجام شود:

- دستورالعمل‌های نحوه واسنجی تجهیزات اندازه‌گیری (مستقیم یا آزمایشگاهی) از تأمین‌کنندگان یا سازندگان تجهیزات دریافت و به عنوان دستورالعمل‌های کنترلی کیفی^۱ (QC) شماره‌گذاری و ثبت شود. این دستورالعمل‌ها باید به‌گونه‌ای تدوین و نگهداری شود که برای استفاده‌کنندگان از تجهیزات مشخص، شفاف و در دسترس باشد.
- تجهیزات اندازه‌گیری که در عملیات میدانی استفاده می‌شوند و به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌کنند باید قبل از عزیمت به منطقه واسنجی شوند. همچنین در صورت امکان واسنجی این گونه تجهیزات در منطقه می‌توان وسایل و مواد مورد نیاز برای واسنجی را به همراه دستورالعمل مربوط در عملیات میدانی به همراه داشت تا در صورت مشاهدات غیرمنطقی از نتایج اندازه‌گیری، واسنجی انجام شود.
- در هر بار اندازه‌گیری باید انجام واسنجی، زمان و مهلت واسنجی تجهیزات در کاربرد مربوط ثبت شود.
- هر کدام از تجهیزات باید کاربرد شناسایی داشته باشند که در آزمایشگاه به همراه دستورالعمل‌های بهره‌برداری، نگهداری و واسنجی، نگهداری می‌شوند. پس از هر عملیات میدانی وضعیت واسنجی و یا مسایل و موضوع‌هایی که برای تجهیز مذکور در هر عملیات میدانی اتفاق افتاده در این کاربرد شناسایی ثبت می‌شود.
- استفاده‌کنندگان باید قبل از استفاده از تجهیزات، کاربرد شناسایی آن را بررسی کنند و از وضعیت آن آگاهی کامل داشته باشند.

۱-۶-۳- نیروی تخصصی و امکانات مورد نیاز

استفاده‌کنندگان از تجهیزات باید آگاهی و توانایی کامل در خصوص بهره‌برداری، نگهداری و واسنجی تجهیزات را داشته باشند و از استفاده تجهیزات اندازه‌گیری، نمونه‌برداری و یا آزمایشگاهی توسط افراد غیرمتخصص باید خودداری کرد. برای کنترل استفاده از این تجهیزات توسط افراد متخصص می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

- افراد آموزش‌های لازم را در خصوص بهره‌برداری، نگهداری، واسنجی و تعمیر تجهیزات، توسط تأمین‌کنندگان یا افراد متخصص که توانایی آموزش را داشته باشند فرا گرفته و پس از اطمینان از آگاهی این افراد، گواهینامه‌ای برای این افراد در خصوص استفاده از تجهیزات مورد نظر صادر شود.
- مسوول آزمایشگاه، تجهیزات را فقط در اختیار افرادی قرار دهد که گواهینامه استفاده از آن تجهیزات را کسب کرده‌اند و فهرست آنها در اختیار مسوول آزمایشگاه قرار گرفته است.

فصل ۲

آنالیز کیفی آب و فاضلاب



۲-۱- آزمایشات شیمیایی آب و فاضلاب**۲-۱-۱- روش اندازه گیری یون بی کربنات در آب**

اصول کلی:

قلیائیت آب بر اثر وجود یکی از ترکیبات کربنات، بی کربنات و هیدروکسیدها حاصل می گردد. معرف متیل اورانژ با این سه، ترکیب شده و ایجاد رنگ زرد می کند. رنگ زرد حاصله پس از تیتراژ شدن با اسید و پایین آمدن pH محیط تغییر کرده و به رنگ گلبهی در می آید. در واقع اولین لحظه تغییر رنگ دائمی از زرد به گلبهی نقطه تیتراژ می باشد و در اینجاست که باید تیتراژ را متوقف نمود.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- بورت
- ۲- مزور ۲۵ میلی لیتری
- ۳- ارلن شیشه ای ۵۰ میلی لیتری
- ۴- قطره چکان

مواد شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- معرف متیل اورانژ: ۰/۰۱ گرم متیل اورانژ را در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کنید.
- ۲- اسید سولفوریک نرمال: N میلی لیتر (بسته به خلوص اسید محاسبه می گردد) از اسید سولفوریک غلیظ را به حجم ۱۰۰۰ برسانید.

$$N = M / (۲ \times P)$$

که در آن:

N = حجم اسید غلیظ مورد نیاز؛ M = گرم در مول اسید؛ P = چگالی اسید.

حجم اسید غلیظ مورد نیاز جهت تهیه اسید سولفوریک نرمال به درصد خلوص اسید غلیظ موجود و چگالی آن وابسته بوده و باید محاسبه شود.

- ۳- اسید سولفوریک N/۴۰: ۲۵ میلی لیتر از اسید سولفوریک نرمال را برداشته و با آب مقطر به حجم یک لیتر برسانید.

روش کار:

۲۵ میلی لیتر از آب مورد آزمایش را داخل ارلن ۵۰ ریخته و به آن ۵ قطره معرف متیل اورانژ اضافه کنید (نمونه زرد رنگ می شود). سپس نمونه را با اسید سولفوریک N/۴۰ تیتراژ کنید. تیتراژ را تا جایی ادامه دهید که رنگ نمونه از زرد به گل بهی یا نارنجی پوست پیازی تبدیل شود. لحظه تغییر رنگ دائمی همان نقطه پایان تیتراژ می باشد. مقدار اسید مصرفی را یادداشت کنید.

محاسبات:

۱- بر حسب میلی‌اکی والان در لیتر:

عدد قرائت شده = HCO_3^- (meq/L)

۲- بر حسب میلی‌گرم در لیتر:

$\text{HCO}_3^-(\text{ppm}) = 61.01 \times \text{HCO}_3^-(\text{meq/L})$

مراجع: (۲، ۱۲).

۲-۱-۲- اندازه‌گیری pH در آب

اصول کلی:

pH بر اساس میزان فعالیت یون H^+ در آب و توسط دستگاه pH متر اندازه‌گیری می‌شود.

وسائل مورد نیاز:

۱- دستگاه pH متر

مواد شیمیایی مورد نیاز:

ندارد.

روش کار:

برای قرائت pH، آبی را که به تازگی نمونه برداری شده داخل کاپ کاملاً تمیز ریخته و نمونه را زیر دستگاه pH متر قرار دهید و pH آب را اندازه‌گیری کنید. توجه کنید که قبل از قرائت، دستگاه را توسط بافرهای موجود کالیبره کرده باشید. اندازه‌گیری pH را تا ثابت شدن عدد ادامه دهید به طوری که عدد قرائت شده حداقل در دو تکرار متوالی یکسان باشد. در این زمان می‌توان عدد قرائت شده ثابت را به عنوان pH نمونه در نظر گرفته و یادداشت نمود. نکته: در صورتیکه عدد قرائت شده برای pH نمونه در تکرارهای متوالی متفاوت باشد باید این عمل را تا جایی ادامه داد که عدد قرائت شده در ۳ تکرار متوالی به یکدیگر بسیار نزدیک باشند، در این صورت می‌توان بین سه قرائت مشابه متوالی میانگین‌گیری نموده و عدد میانگین را به عنوان pH نمونه گزارش نمود.

مراجع: (۲، ۱۲).

۲-۱-۳- اندازه‌گیری EC در آب

اصول کلی:

شوری آب بر حسب هدایت الکتریکی و توسط دستگاه شوری سنج (EC metre) اندازه‌گیری شده و بر حسب واحدهایی چون میکروموس بر سانتی‌متر، میلی‌زیمنس بر متر یا دسی‌زیمنس بر سانتی‌متر و..... گزارش می‌گردد.



وسائل مورد نیاز:

۱- دستگاه EC متر

روش کار:

برای قرائت EC، آبی را که به تازگی نمونه برداری شده داخل کاپ کاملاً تمیز ریخته و نمونه را زیر دستگاه EC متر کالیبره شده قرار داده و پس از ثابت شدن عدد دستگاه، مقدار شوری آب را یادداشت نمایید.
نکته: معمولاً شوری نمونه‌های آب را بر حسب میکرو موس بر سانتی‌متر گزارش می‌دهند.
مراجع: (۱۲، ۲).

۲-۱-۴- اندازه‌گیری یون سولفات در نمونه آب (روش کدورت سنجی)**اصول کلی:**

در این روش اندازه‌گیری یون سولفات بر اساس کدورت سنجی و توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر انجام می‌شود. اسید کلریدریک غلیظ به منظور افزایش انحلال سولفات به نمونه‌ها اضافه می‌شود. سولفات موجود در عصاره با یون باریم طبق واکنش زیر ترکیب شده و رسوب سولفات باریم تشکیل می‌گردد:

**لوازم مورد نیاز:**

- ۱- سانتی‌فیوژ
- ۲- لوله پلی اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری
- ۳- مزور ۲۵ میلی‌لیتری
- ۴- پیپت ۱۰ میلی‌لیتری
- ۵- شیکر
- ۶- آون
- ۷- EC متر
- ۸- ظروف پلی اتیلن ۲۵۰ میلی‌لیتری

مواد شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- سولفات پتاسیم: مقدار ۱/۸۱۲۵ گرم از سولفات پتاسیم را وزن کرده و در بالن یک لیتری به وسیله آب مقطر به حجم برسانید. به این ترتیب محلول استاندارد ۲۰۰ پی پی ام سولفات به دست می‌آید.
- ۲- سری محلول‌های استاندارد: مقدار ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میلی‌لیتر از محلول استاندارد ۲۰۰ پی پی ام را به درون بالن‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری پی پت کنید و به هر کدام از آنها ۱ میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ و ۱۰ میلی‌لیتر کلرور باریم ۵٪ اضافه کنید. سپس محلول‌ها را با آب مقطر به حجم برسانید. محلول‌های استاندارد حاصل به ترتیب حاوی مقادیر ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ پی پی ام سولفات می‌باشند.

۳- اسید کلریدریک غلیظ

۴- کلرور باریم ۵٪

روش کار:

دستگاه اسپکتروفوتومتر را بر روی طول موج ۴۲۰ نانومتر تنظیم نمایید. صفر دستگاه را توسط محلول شاهد تنظیم کرده و سری محلول‌های استاندارد را به دستگاه بدهید و جذب هر یک را جهت تهیه منحنی کالیبراسیون یادداشت نمایید. مقدار ۵ میلی‌لیتر از نمونه آب را به درون یک بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری پی پت کرده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر کلرور باریم ۵٪ و ۱ میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ اضافه نمایید و سپس نمونه را با آب مقطر به حجم ۱۰۰ برسانید. سل دستگاه را با محلول آماده سازی شده پر کرده و میزان جذب نمونه‌ها را قرائت کنید.

نکته: محلول شاهد ۱۰ میلی‌لیتر کلرور باریم ۵٪ و ۱ میلی‌لیتر اسید کلریدریک غلیظ است که با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شده است.

محاسبات:

با داشتن میزان جذب برای نمونه و انطباق آن بر روی منحنی استاندارد (کالیبراسیون)، که بر اساس رابطه بین میزان جذب و غلظت استانداردها رسم شده است، می‌توان غلظت سولفات در نمونه را بر حسب پی پی ام به دست آورد. عدد به دست آمده از منحنی \times ضریب رقت $\times 20 =$ غلظت سولفات بر حسب پی پی ام
مراجع: (۱۲، ۲).

۲-۱-۵- اندازه‌گیری یون سولفات در نمونه آب (روش هدایت الکتریکی)

اصول کلی:

در این روش اندازه‌گیری یون سولفات بر اساس اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول و در واقع رابطه بین مقدار یون سولفات در نمونه و هدایت الکتریکی آن انجام می‌شود.

وسائل مورد نیاز:

۱- سانتی‌فیوژ

۲- لوله پلی اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری

۳- مزور ۲۵ میلی‌لیتری

۴- پیپت ۱۰ میلی‌لیتری

۵- شیکر

۶- آون

۷- EC متر

۸- ظروف پلی اتیلن ۲۵۰ میلی‌لیتری



مواد شیمیایی مورد نیاز:

۱- سولفات کلسیم $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: مقادیر ۰/۸۶۱، ۰/۱۷۲۲، ۰/۴۳۰۵، ۰/۸۶۱ و ۱/۷۲۲ گرم گچ را با دقت وزن کرده و در بالن‌های ۱۰۰۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید. این محلول‌ها به ترتیب شامل ۱، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر گچ می‌باشند. هدایت الکتریکی این محلول‌ها به ترتیب ۰/۱۲۱، ۰/۲۲۶، ۰/۵۰۰، ۰/۹۰۰ و ۱/۵۸۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر می‌باشد.

۲- استن مرک

۳- آب مقطر

روش کار:

۲۰ میلی‌لیتر از نمونه اصلی آب را در لوله ۵۰ میلی‌لیتری (تیوپ سانتریفیوژ) بریزید و ۲۰ سی‌سی استن به آن اضافه کنید. نمونه را ۵ دقیقه شیکر کنید و سپس آن را به مدت ۱۰ دقیقه به حال خود بگذارید تا رسوب کامل تشکیل شود. سپس در سانتریفیوژ و در دور ۲۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه قرار داده و سانتریفیوژ نمایید. مایع رویی را با دقت کامل تخلیه نمایید (به طوریکه گچ تخلیه نشود). سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر استن را طوری به تیوپ اضافه کنید که رسوب اطراف تیوپ با آن شسته شود و نمونه را به مدت ۵ دقیقه شیکر کنید و بعد از آن ۱۰ دقیقه به حال خود بگذارید تا رسوب کاملا تشکیل شود، سپس در سانتریفیوژ و در دور ۲۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه قرار داده و سانتریفیوژ نمایید. پس از اتمام سانتریفیوژ مایع رویی را به آرامی دور بریزید و تیوپ را در آون در حرارت ۵۰ درجه قرار دهید تا تمامی استن تبخیر شده و نمونه خشک شود (دقت کنید که درب آون نباید بسته شود بلکه باید به حالت نیمه باز باشد). بعد از خشک شدن نمونه و تبخیر کامل استون، مقدار ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر را به رسوب تشکیل شده در ته تیوپ اضافه کنید، درب تیوپ را بسته و آنرا خوب به هم بزنید به طوریکه کلیه رسوبات در آب مقطر حل شوند و رسوبی در تیوپ مشاهده نشود. سپس هدایت الکتریکی استانداردها و نمونه را با دستگاه هدایت سنج قرائت کنید. با توجه به اینکه غلظت گچ در نمونه‌های استاندارد معلوم می‌باشد، با داشتن هدایت الکتریکی استانداردها می‌توان منحنی رسم نمود که یکی از محورهای آن هدایت الکتریکی استانداردها و محور دیگر آن غلظت سولفات کلسیم برحسب میلی‌اکی‌والان باشد.

محاسبات:

با داشتن هدایت الکتریکی نمونه و انطباق آن بر روی منحنی استاندارد می‌توان غلظت سولفات در نمونه را بر حسب میلی‌اکی‌والان گچ به دست آورد. اگر عدد به دست آمده را در $۴۸/۰۳$ کنید، غلظت سولفات بر حسب ppm به دست می‌آید.

مراجع: (۱۲، ۲).



۲-۱-۶- اندازه‌گیری سدیم آب

اصول کلی:

شعله فلیم فتومتر نمونه مایع (آب، عصاره اشباع خاک، محلول هیدروپونیک) را به صورت بخار در می‌آورد. سدیم‌های موجود در عصاره اتمیزه گشته (یعنی به صورت اتم تغییر حالت می‌دهند) و مقداری اشعه از آنها منتشر می‌گردد که شدت این انتشار با کمک فیلتر سدیم دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری می‌شود.

وسائل مورد نیاز:

۱- بالن ژوژه

۲- پیپت

۳- دستگاه فلیم فتومتر

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

۱- استاندارد ۱۰۰ میلی‌اکی والان در لیتر سدیم: حدود ۵/۸۴۵ گرم از کلرور سدیم خشک شده را توزین کرده و در بالن به حجم یک لیتر برسانید (وزن یک اکی والان سدیم = ۵۸/۴۵ گرم می‌باشد).

۲- استاندارد ۱۰ میلی‌اکی والان در لیتر سدیم: ۲۵ میلی‌لیتر از محلول ۱۰۰ میلی‌اکی والان در لیتر را در بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید.

۳- سری محلول‌های استاندارد سدیم: ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵، ۲۰۰ میلی‌لیتر از استاندارد ۱۰ میلی‌اکی والان در لیتر را در بالن ۱۰۰ به حجم برسانید محلول‌ها به ترتیب حاوی ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱/۰۰، ۱/۲۵، ۱/۵۰، ۱/۷۵ و ۲/۰۰ میلی‌اکی والان در لیتر سدیم خواهد بود.

روش کار:

پس از روشن کردن و تنظیم دستگاه (تنظیم دستگاه شامل صفر کردن آن به وسیله آب مقطر و قرائت اعداد مربوط به استانداردها جهت تهیه منحنی کالیبراسیون می‌باشد)، نمونه آب را به دستگاه داده و عدد قرائت شده را یادداشت نمایید. سپس عدد را بر روی نمودار کالیبراسیون برده و میلی‌اکی والان سدیم را از روی نمودار به دست آورید.

نکته ۱: در صورتیکه عدد قرائت شده برای نمونه از عدد قرائت شده برای بزرگترین استاندارد بیشتر باشد، باید آب را با استفاده از آب مقطر رقیق نموده و به دستگاه بدهید و در نهایت ضریب رقت را در عدد به دست آمده از نمودار تأثیر دهید.

نکته ۲: توجه داشته باشید که رقت لازم برای هر نمونه را می‌توان با توجه به EC آن نمونه تخمین زده و تهیه نمود.

محاسبات:

۱- بر حسب میلی‌اکی والان در لیتر:

$$\text{Na (meq/L)} = (A \times B)$$

که در آن:

A = عدد به دست آمده از نمودار؛ B = ضریب رقت؛ Na = غلظت سدیم بر حسب میلی‌اکی والان در لیتر.



۲- بر حسب میلی گرم در لیتر:

$$\text{Na (ppm)} = 23 \times \text{Na (meq/L)}$$

مراجع: (۲، ۱۲).

۲-۱-۷- اندازه گیری کلر در آب

اصول کلی:

کلر در آب به صورت کلرورهای قلیائی و قلیائی خاکی وجود دارد. در این روش (ولومتری) کلرور در محیط غیر قلیایی با نیترات نقره واکنش داده و تشکیل کلرور نقره می دهد. (در محیط قلیایی قبل از تشکیل کلرور نقره هیدروکسید نقره تشکیل می شود). کلرور نقره در مجاورت اندیکاتور کرومات پتاسیم و نقطه تعادل با آن، رسوب سخت کرومات نقره با رنگ قرمز را ایجاد می نماید. بنابراین نقطه پایانی تیترا لحظه تغییر رنگ دائمی نمونه از رنگ زرد به رنگ قرمز (نارنجی) می باشد.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- بورت
- ۲- مزور ۲۵ میلی لیتری
- ۳- قطره چکان
- ۴- ارلن شیشه ای ۵۰ میلی لیتری

مواد شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- معرف کرومات پتاسیم:
 - ۰/۵ گرم از کرومات پتاسیم را توزین کرده و حدود ۵۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کنید، محلول را هم زده تا کاملاً حل شود. چند قطره نیترات نقره نرمال به آن اضافه کنید تا حدی که با افزایش یک قطره تولید رنگ نارنجی مداوم و دائمی شود. محلول را به حال خود رها کرده و پس از چند ساعت آن را صاف کنید. سپس حجم محلول صاف شده را با آب مقطر به صد میلی لیتر برسانید.
 - ۲ - محلول استاندارد نیترات نقره N/۴۰:
 - ۴/۲۴۷۲ گرم نیترات نقره خالص را توزین کرده و در بالن ژوژه یک لیتری با آب مقطر به حجم برسانید.

روش کار:

۲۵ میلی لیتر از آب مورد آزمایش را در ارلن ۵۰ بریزید و به آن ۵ قطره معرف کرومات پتاسیم اضافه کنید. در اثر اضافه نمودن معرف رنگ نمونه زرد می گردد. سپس نمونه را با نیترات نقره N/۴۰ تیترا کنید تا رنگ زرد به شیری و در پایان به قرمز کم رنگ (نارنجی) با رسوب تبدیل شود. میزان نیترات نقره مصرفی یادداشت گردد.



محاسبات:

۱- بر حسب میلی‌اکی والان در لیتر:

عدد تیتراسیون = $Cl (meq/L)$

۲- بر حسب میلی‌گرم در لیتر:

$Cl (ppm) = 35/46 \times Cl (meq/L)$

مراجع: (۱۲، ۲).

۲-۱-۸- روش اندازه‌گیری کلسیم در آب

اصول کلی:

در تیتراسیون‌های کمپلکسومتری آمینو اسیدهای پلی کاربوکسیلیک بهترین دارو در آنالیز بوده و دقیق‌ترین و ارزانترین آنها E.D.T.A می‌باشد. جهت تشکیل چنین کمپلکسی pH محیط باید قلیایی باشد که با افزودن بافر آمونیاکی این امر تحقق می‌یابد. در چنین محیط قلیایی با استفاده از اندیکاتور فلز قلیایی مناسب می‌توان مقدار آن فلز را تعیین نمود. همانطور که می‌دانیم فلز مس نیز با E.D.T.A تشکیل کمپلکس می‌دهد و در نتیجه می‌تواند در اندازه‌گیری کلسیم ایجاد مزاحمت نماید، لذا جهت رفع این مزاحمت از سود استفاده می‌شود زیرا سود کمپلکس پایدارتری با مس تشکیل می‌دهد و در نتیجه مانع از ایجاد مزاحمت مس در اندازه‌گیری کلسیم می‌گردد.

وسایل مورد نیاز:

۱- پیپت سرنگی

۲- بورت

۳- ارلن شیشه‌ای ۵۰ میلی‌لیتری

۴- مزور ۲۵ میلی‌لیتری

مواد شیمیایی مورد نیاز:

۱ - بافر آمونیاکی: ۶۷/۵ گرم نشادر کلرید آمونیوم را در ۵۷۰ میلی‌لیتر آمونیاک غلیظ وارد کرده و آن را به حجم یک لیتر برسانید.

۲ - سود ۴ مول: ۴۰ گرم سود را درون بشر شیشه‌ای ریخته و ۲۰۰ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه کنید، بعد از حل شدن کامل در بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری با آب مقطر به حجم برسانید.

۳ - پودر موراکساید: ۰/۵ گرم آمونیوم پورپورات را با ۱۰۰ گرم پودر سولفات پتاسیم درون‌هاون خوب بسائید تا یکنواخت شود و سپس در ظرف در بسته و در مکان خشک نگهداری کنید.

۴ - EDTA ۳/۷۲۲۵: ۳/۷۲۲۵ گرم از نمک دی سدیک اتیلن دی آمینو تترا استیک اسید (EDTA) را به دقت توزین کرده و در بالن ژوژه یک لیتری به حجم برسانید.



روش کار:

۲۰ سی سی از نمونه آب مورد آزمایش را داخل ارلن ۵۰ ریخته و به آن ۱ سی سی بافر آمونیاکی و ۲ سی سی سود ۴ مول و کمی پودر موراکساید (تقریباً ۰/۳ گرم) اضافه کنید. محلول به رنگ سرخابی در می‌آید. سپس با EDTA N/۴۰ به وسیله بورت تیترا کنید تا جایی که محلول از رنگ سرخابی به رنگ بنفش در بیاید. عدد تیترا را یادداشت کنید.

محاسبات:

۱- بر حسب میلی‌اکی والان در لیتر:

$$\text{Ca (meq/ L) = عدد تیتراسیون}$$

۲- بر حسب میلی‌گرم در لیتر:

$$\text{Ca (ppm) = Ca (meq/ L) } \times 20.04$$

مراجع: (۱۲، ۲).

۲-۱-۹- روش اندازه‌گیری یون کربنات در آب

اصول کار:

قلیائیت آب بر اثر وجود یکی از ترکیبات کربنات، بی کربنات و هیدروکسیدها حاصل می‌گردد. معرف فنل فتالین با یون کربنات ترکیب شده و ایجاد رنگ صورتی می‌نماید. رنگ صورتی ایجاد شده پس از تیترا شدن با اسید و پایین آمدن pH محیط تغییر کرده و محلول دوباره بی رنگ می‌شود (به رنگ اولیه خود در می‌آید). در واقع اولین لحظه تغییر رنگ دائمی از صورتی به بی رنگ نشاندهنده نقطه اکی والان می‌باشد و در اینجاست که باید تیترا را متوقف نمود.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- بورت
- ۲- مزور ۲۵ میلی‌لیتری
- ۳- ارلن شیشه‌ای ۵۰ میلی‌لیتری
- ۴- قطره چکان

مواد شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- معرف فنل فتالین
- ۲- اسید سولفوریک نرمال: N میلی‌لیتر از اسید سولفوریک غلیظ را به حجم ۱۰۰۰ برسانید

$$N = M / (2 \times P)$$

که در آن،

N = حجم اسید غلیظ مورد نیاز؛ M = گرم در مول اسید؛ P = چگالی اسید.

حجم مورد نیاز از اسید غلیظ جهت تهیه اسید سولفوریک نرمال به درصد خلوص اسید و چگالی آن بستگی دارد و باید محاسبه شود.

۳- اسید سولفوریک N/۴۰: ۲۵ میلی لیتر از اسید سولفوریک نرمال را برداشته و با آب مقطر به حجم یک لیتر برسانید.

روش کار:

۲۵ میلی لیتر از آب مورد آزمایش را داخل ارلن ۵۰ ریخته و به آن ۵ قطره معرف فنل فتالین اضافه کنید (در صورت وجود کربنات در نمونه رنگ آن صورتی می شود). سپس نمونه را با اسید سولفوریک N/۴۰ تیترا کنید. تیترا را تا جایی ادامه دهید که رنگ نمونه از صورتی به سفید تبدیل شود. لحظه تغییر رنگ دائمی همان نقطه پایان تیترا می باشد. مقدار اسید مصرفی را یادداشت کنید.

محاسبات:

۱- بر حسب میلی اکی والان در لیتر:

$$\text{HCO}_3^- (\text{meq/L}) = \text{عدد قرائت شده}$$

۲- بر حسب میلی گرم در لیتر:

$$\text{HCO}_3^- (\text{ppm}) = 61/01 \times \text{HCO}_3^- (\text{meq/L})$$

مراجع: (۱۲، ۲).

۲-۱-۱۰- اندازه گیری منیزیم در آب

اصول کلی:

در تیتراسیون های کمپلکسومتری آمینو اسیدهای پلی کاربوکسیلیک از بهترین مواد در آنالیز به حساب می آیند که دقیق ترین و ارزانترین آنها E.D.T.A می باشد. جهت تشکیل کمپلکس با E.D.T.A نیاز به محیط قلیایی می باشد که در واقع با افزودن بافر آمونیاکی این امر تحقق می یابد. در چنین محیط قلیایی با استفاده از اندیکاتور فلز قلیایی مناسب، می توان مقدار آن فلز را تعیین نمود.

لوازم مورد نیاز:

۱- ارلن ۵۰ میلی لیتری

۲- قطره چکان

۳- بورت

۴- پیپت سرنگی

۵- مزور ۲۵ میلی لیتری

مواد شیمیایی مورد نیاز:

۱- بافر آمونیاکی:

۶۷/۵ گرم نشادر کلرید آمونیوم را در ۵۷۰ میلی لیتر آمونیاک غلیظ وارد کرده و آن را به حجم یک لیتر برسانید.

۲- معرف اریو کروم بلک T:

۰/۵ گرم از نمک خشک اریو کروم بلاک را با ۴/۵ گرم نمک هیدروکسیل امین هیدروکلراید در صد میلی لیتر اتانول ۰.۹۵٪ حل کنید. این اندیکاتور باید همیشه تازه و در جای خشک نگهداری شود.

۳- EDTA (N/۴۰):

۳/۷۲۲۵ از نمک دی سدیک اتیلن دی آمینو تترا استیک اسید (EDTA) را به دقت توزین کرده و در بالن ژوژه یک لیتری به حجم برسانید.

روش کار:

۲۰ سی سی آب مورد آزمایش را در ارلن ریخته و به آن ۳ سی سی بافر آمونیاکی + ۳ قطره معرف اریو کروم بلاک T اضافه کنید. سپس با EDTA (N/۴۰) به وسیله بورت تیترا کنید. ظهور رنگ آبی نفتی نشانگر پایان تیتراسیون می باشد. مقدار EDTA مصرفی را یادداشت کنید.

محاسبات:

۱- میزان مجموع کلسیم و منیزیم بر حسب میلی اکی والان در لیتر:

$$\text{Ca+Mg (meq/L)} = \text{عدد تیتراسیون}$$

۲- میزان منیزیم بر حسب میلی اکی والان در لیتر:

$$\text{Ca+Mg (meq/L)} - \text{Ca (meq/L)} = \text{Mg (meq/L)}$$

۳- میزان منیزیم بر حسب میلی گرم در لیتر:

$$\text{Mg (ppm)} = \text{Mg (meq/L)} \times ۱۲/۱۶$$

مراجع: (۱۲، ۲).

۲-۱-۱-۱۱-اکسیژن محلول (DO)

روش اصلاح شده آزاید

اصول کلی:

مقادیر اکسیژن محلول (DO) در طبیعت و فاضلاب به فعالیت های فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی در حجم آب بستگی دارد. آنالیز اکسیژن محلول یک آزمایش کلیدی در کنترل آلودگی آب و فرایند تصفیه فاضلاب به شمار می آید. چون اکسیژن محلول تحت تأثیر دما، فشار بار و متریک و غلظت جامدات محلول قرار می گیرد ضرورت دارد تا اکسیژن محلول نمونه ها، در زمان اخذ نمونه اندازه گیری شود.

مزامحت:

در اندازه گیری اکسیژن محلول مواد مختلفی سبب مزامحت می شود. این مواد شامل املاح آهن، مواد آلی، مواد معلق اضافی، سولفید، دی اکسید سولفور، کلر باقیمانده، کروم و سیانید می باشند.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- بورت مدرج با دقت ۰/۱ میلی لیتر و ظرفیت ۵۰ میلی لیتر
- ۲- بطری BOD با در بطری سمباده‌ای، ۳۰۰ میلی لیتری
- ۳- ارلن مایر دهانه پهن، ۲۵۰ میلی لیتری
- ۴- پی پت اندازه‌گیری، ۱۰ میلی لیتری
- ۵- استوانه مدرج، ۲۵۰ میلی لیتری
- ۶- بالن ژوژه حجمی مناسب برای DO-BOD و مدرج با ظرفیت ۲۰۱ میلی لیتری

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- محلول سولفات منگنز: ۴۸۰ گرم بلور سولفات منگنز ($MnSO_4 \cdot H_2O$) را در حجم ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل نمایید. سپس با استفاده از کاغذ صافی آنرا صاف کنید، سپس به مایع صاف شده آب مقطر بیافزایید تا به حجم ۱ لیتر برسد.
- ۲- محلول قلیا، یداید، آزاید: ۱۰ گرم NaN_3 را در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کنید، سپس ۴۸۰ گرم هیدروکسید سدیم (NaOH) و ۷۵۰ گرم یدور سدیم (NaI) اضافه کنید و به هم بزنید تا حل شود. کدورت سفید رنگ آن به دلیل کربنات سدیم (Na_2CO_3) خواهد بود، اما این ماده هیچ ضرری ندارد.
احتیاط:

این محلول را اسیدی نکنید زیرا ممکن است بخارات اسید هیدرازوئیک ایجاد شود.

- ۳- اسید سولفوریک ۳۶ نرمال: از اسید سولفوریک غلیظ H_2SO_4 نوع Reagent - Grade استفاده کنید. (به دقت با آن کار کنید، زیرا این ماده دست‌ها و لباس‌ها را می‌سوزاند. بخش‌های مورد تماس با این معرف را به منظور پیشگیری از صدمه با آب شیر بشویید).
- ۴- محلول تیوسولفات سدیم $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ و ۰/۴ گرم از هیدروکسید سدیم جامد (NaOH) را در آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده حل نمایید، حداکثر تا یک لیتر آن را درست کنید و هر هفته محلول تازه‌ای آماده کنید.
- ۵- محلول نشاسته: با ۲۰ گرم از نشاسته قابل حل آزمایشگاهی و ۲ گرم اسید سالیسیلیک در مقدار کمی از آب مقطر، چسب نشاسته رقیقی بسازید. این چسب نشاسته را به داخل یک لیتر آب مقطر در حال جوش بریزید. فرصت دهید تا این مخلوط برای چند دقیقه بجوشد، سپس آنرا سرد کنید و بگذارید در طول شب ته نشین شود. بخش سطحی شفاف آن را خارج نموده، ذخیره سازید و باقیمانده را دور بریزید.
- ۶- اسید فنیل ارسین (PAO) ۰/۰۲۵ نرمال: همانند محلول ۰/۰۲۵ نرمال تیوسولفات سدیم، PAO توصیه شده از جانب EPA نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. این ماده به شکل استاندارد از منابع تجارتي قابل تهیه است.

روش کار:

- ۱- بطری ۳۰۰ میلی لیتری BOD را کاملا با نمونه پر کنید، به این ترتیب که با سیفون کردن آهسته نمونه به داخل بطری، مدت زمانی به آن فرصت دهید تا از طریق سرریز، ۲ یا ۳ بار حجم بطری عوض شود. مطمئن شوید که هیچ



هوایی در آن به دام نیفتاده است (توجه داشته باشید که نمونه‌های اکسیژن محلول مربوط به رودخانه‌ها یا دریاچه‌ها باید به وسیله یک نمونه‌گیری مخصوص اکسیژن محلول اخذ گردد. این وسیله از اغلب مراکز تدارک این گونه وسایل قابل تهیه است).

۲- نوک پی پت را زیر سطح مایع نگه دارید و ۱ میلی‌لیتر محلول سولفات منگنز و ۱ میلی‌لیتر محلول یدور آزاید سدیم اضافه نمایید.

۳- در بطری را جایگزین کنید، مطمئن بشوید که هیچ حباب هوایی به دام نیفتاده است و با واژگون کردن آهسته بطری آنرا خوب به هم بزنید. فرصت دهید تا رسوبات به منظور ته نشینی تشکیل گردد.

۴- در بطری را خارج کنید و ۱ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ را به آهستگی در طول گردن بطری اضافه کنید. پی پت را بالای سطح مایع نگه دارید، در بطری را جایگزین سازید و با واژگون کردن آهسته بهم بزنید تا هیچ فلاکی قابل رویت نباشد. فرصت دهید برای حداقل ۵ دقیقه ساکن بماند اما نه در نور مستقیم خورشید. محلول می‌تواند مطمئناً در این حالت به مدت ۲ ساعت ساکن بماند.

۵- حجم ۲۰۱ میلی‌لیتر از محلول را با استفاده از یک بالن ژوژه حجمی به داخل ارلن مایر بریزید و با محلول تیوسولفات سدیم (یا محلول PAO) تیترا کنید تا تقریباً رنگ زرد ناپدید گردد. چون بطری استاندارد دارای حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر است راه ساده آن است تا ۹۹ میلی‌لیتر آن را به داخل یک استوانه مدرج ریخته، ۲۰۱ میلی‌لیتر باقیمانده را مستقیماً در همان بطری BOD تیترا نماییم. در این روش دو عملیات حذف می‌شود.

۶- یک میلی‌لیتر محلول نشاسته به آن اضافه کنید و تیتراسیون را تا نابودی کامل رنگ آبی ادامه دهید.

محاسبات:

اکسیژن محلول موجود بر حسب میلی‌گرم در لیتر بیان می‌شود و با میزان کل میلی‌لیتر از محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۲۵ نرمال و یا محلول PAO ۰/۰۲۵ نرمال مورد استفاده در تیتراسیون (مرحله ۵ و ۶) مساوی است. یک میلی‌لیتر محلول **۰/۰۲۵** یا یک میلی‌لیتر محلول (PAO) با یک میلی‌گرم در لیتر از اکسیژن محلول برابر است.

- روش الکتروود غشایی:

سیستم‌های الکتروود غشایی پوشش دار دارای یک عنصر حساس (الکتروود) می‌باشند که به وسیله یک غشا قابل نفوذ اکسیژن حفاظت شده اند و به عنوان یک مانع در برابر نفوذ ناخالصی‌ها عمل می‌کند. وقتی جریان در حالت یکنواخت باشد جریان یا پتانسیل اندازه‌گیری شده ممکن است با غلظت‌های اکسیژن محلول همبستگی نشان دهد. انواع مختلفی از وسایل الکتروود غشایی تجارتي در دسترس اند، در کلیه این وسایل جریان نفوذی به طور خطی با غلظت اکسیژن ملکولی در نمونه آزمایش مناسب است این روش برای تعیین اکسیژن محلول نمونه‌هایی توصیه می‌شود که دارای مواد مزاحم برای روش اصلاح آزاید می‌باشند مثل نمونه‌های دارای مواد مزاحم سولفیت، تیوسولفات، کلر آزاد، رنگ، کدورت، لخته‌های بیولوژیکی، روش تنظیم و قرائت این وسایل در راهنمایهای شرکت سازنده وجود دارد.

مراجع: (۱۲، ۸).



۲-۱-۱۲- اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)

اصول کلی:

این آزمایش میزان مواد آلی فاضلاب را از طریق اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی به وسیله میکروارگانیسم‌ها در تجزیه ترکیبات آلی فاضلاب تعیین می‌کند، آزمایش شامل اندازه‌گیری اکسیژن محلول قبل و بعد از ۵ روز انکوباسیون نمونه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به منظور تعیین میزان اکسیژن مصرفی به روش بیوشیمیایی می‌باشد. به همراه اخذ نمونه از فاضلاب و پسابهای تصفیه خانه، ترقیق نمونه با آب رقیق سازی استاندارد انجام می‌گیرد و اکسیژن محلول قبل و بعد از پنج روز دوره انکوباسیون اندازه‌گیری می‌گردد. (توجه: اگر نمونه مورد آزمایش، کلرزنی، ازن زنی، اکسیده، گرم، استحاله و اسیدی شده باشد باید به بخش مربوط به پیش تصفیه و تعیین BOD توام با بذریابی نمونه مراجعه شود).

ملاحظات:

قلیائیت کواستیک، اسید معدنی، کلر آزاد و فلزات سنگین فاکتورهایی هستند که ممکن است در صحت آزمایش تأثیر بگذارند. بطری‌های BOD باید بسیار تمیز باشند. محلول پاک کننده مشروحه در فصل اول توصیه می‌شود. شدت اکسیداسیون ترکیبات نیتروژنه در طول دوره انکوباسیون ۵ روزه، به حضور میکروارگانیسم‌ها بستگی دارد که می‌توانند این اکسیداسیون را انجام دهند. معمولاً چنین میکروارگانیسم‌هایی در نمونه فاضلاب خام یا پساب اولیه، به منظور اکسیده کردن مقادیر قابل توجهی از اشکال نیتروژن احیا شده در آزمایش اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه (BOD_5) به تعداد کافی حضور ندارند. به طور متداول اغلب پساب‌های تصفیه بیولوژیکی در بردارنده تعداد کافی ارگانیسم‌های نیتروژن می‌باشند. چون اکسیداسیون ترکیبات نیتروژن دار، می‌تواند در این گونه نمونه‌ها اتفاق بیافتد جلوگیری از نیتریفیکاسیون برای موارد زیر توصیه می‌شود:

نمونه‌های پساب ثانویه، نمونه‌های پساب ثانویه با بذریابی میکروبی و نمونه‌های آب آلوده

لوازم مورد نیاز:

- ۱- بورت مدرج با دقت ۰/۱ میلی لیتر و ظرفیت ۵۰ میلی لیتر
- ۲- بطری‌های BOD با در بطری سمباده‌ای به ظرفیت ۳۰۰ میلی لیتر
- ۳- ارلن مایر دهانه پهن، ۲۵۰ میلی لیتری
- ۴- پی پت مدرج، ۱۰ میلی لیتری
- ۵- پی پت حجمی تخلیه
- ۶- انکوباتور با کنترل دما در ۲۰ درجه سلسیوس (به منظور پیشگیری از تولید اکسیژن محلول ناشی از فتوسنتز، درون آن باید کاملاً تاریک باشد).
- ۷- استوانه مدرج، ۲۵۰ میلی لیتری و
- ۸- هر گونه وسیله مورد نیاز دیگر برای تعیین اکسیژن محلول

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

علاوه بر موارد زیر، کلیه معرف‌های لازم برای تعیین اکسیژن محلول مورد نیاز است.

- ۱- آب مقطر:



آب مورد استفاده برای تهیه محلول‌ها، باید از کیفیت بسیار بالایی برخوردار باشد. این آب نباید دارای مس یا مواد آلی تجزیه پذیر باشد. آب مقطر باتری معمولی برای این کار نامطلوب است.

۲- محلول بافر:

میزان ۸/۵ گرم فسفات مونوبازیک (KH_2PO_4)، ۲۱/۷۵ گرم فسفات پتاسیم دی بازیک (K_2HPO_4)، مقدار ۳۳/۴ گرم بلور فسفات سدیم دی بازیک ($Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$) و ۱/۷ گرم کلرید آمونیوم (NH_4Cl) را در آب مقطر حل کنید و به حجم یک لیتر برسانید. pH این بافر، بدون تنظیم بیشتر باید ۷/۲ باشد.

۳- محلول سولفات منیزیوم:

مقدار ۲۲/۵ گرم از بلورهای سولفات منیزیوم ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) را در آب مقطر حل کنید و به حجم یک لیتر برسانید.

۴- محلول کلرید کلسیم:

مقدار ۲۷/۵ گرم از کلرید کلسیم بدون آب ($CaCl_2$) را در آب مقطر حل کنید و به حجم یک لیتر برسانید.

۵- محلول کلرید فریک:

مقدار ۰/۲۵ گرم کلرید فریک ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) را در آب مقطر حل کنید و به حجم یک لیتر برسانید.

۶- آب رقیق سازی:

یک میلی‌لیتر از هر یک از محلول‌های بافر فسفات، سولفات منیزیوم، کلرید کلسیم و کلرید فریک را به هر لیتر از آب مقطر اضافه کنید. حتی الامکان این آب را در دمای محدود به ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری کنید، این آب نباید در طول ۵ روز انکوباسیون بیش از ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر کاهش اکسیژن محلول نشان دهد. همان گونه که در بخش دیگر این کتاب با عنوان "روش‌های تعیین BOD بذردار میکروبی" شرح داده شد در صورت تمایل، آب رقیق سازی ممکن است با میکروب بذردار شود.

۷- محلول سولفیت سدیم تقریباً ۰/۰۲۵ نرمال:

مقدار ۱/۵۷ گرم (Na_2SO_3) را در یک لیتر آب مقطر حل کنید. این محلول پایدار نیست. وقتی کلر زدایی نمونه فاضلاب ضرورت دارد به طور روزانه این محلول را آماده کنید.

۸- عامل بازدارنده نیتریفیکاسیون / Inhibitor (CTCMP):

معرف شیمیایی از دسته ۲ - کلرو ۶ - (تری کلرومیتل) پیریدین.

فرآورده‌های تجارتي نیز می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

۹- محلول هیدروکسید سدیم (NaOH)، ۱ نرمال:

این محلول تنها موقعی که تنظیم pH نمونه فاضلاب ضروری باشد مورد نیاز است.

۱۰ - محلول اسید سولفوریک (H_2SO_4)، ۱ نرمال:

این محلول نیز تنها موقعی که تنظیم pH نمونه فاضلاب ضروری باشد مورد نیاز است.

پیش تصفیه نمونه‌های فاضلاب:

چنانچه یکی از شرایط زیر موجود باشد، یک روش با چندین روش مطرح شده در این بخش لازم است:

- میزان pH نمونه در فاصله ۶/۵ تا ۷/۵ قرار ندارد،
- نمونه کلرزی شده است یا به وسیله ازن اکسیده شده باشد،
- نمونه‌ها نیاز به جلوگیری از نیتریفیکاسیون دارند (مثل پساب‌های تصفیه شده به روش بیولوژیکی، نمونه‌های بذر دار به همراه پساب‌های تصفیه شده به روش بیولوژیکی، آبهای رودخانه)،
- نمونه فاضلاب صنعتی هیچ میکرو ارگانیسمی ندارد و نیاز به بذر میکروبی دارد،
- فاضلاب درجه حرارت خیلی بالا یا خیلی پایینی دارد،
- مواد سمی در فاضلاب وجود دارد،
- نمونه فاضلاب سرد دارای اکسیژن محلول فوق اشباع باشد.

روش‌های لازم برای خنثی سازی نمونه‌هایی که دارای قلیابیت کوآستیک باشند یا اسیدی باشند:

نمونه‌ها را به وسیله محلول یک نرمال اسید سولفوریک (H_2SO_4) یا محلول یک نرمال هیدروکسید سدیم (NaOH) تا pH بین ۶/۵ الی ۷/۵ طوری خنثی سازید که به موجب آن، مقدار معرف شیمیایی بیش از ۰/۵ درصد نمونه را رقیق نسازد. pH آب رقیق سازی بذردار نباید با پایین ترین رقت نمونه تحت تأثیر قرار بگیرد.

روش‌های لازم برای فاضلاب‌های دارای مواد سمی:

مسلماً فاضلاب‌های صنعتی (برای مثال فاضلاب‌های آبکاری) دارای فلزات سمی است. چنین نمونه‌هایی غالباً به مطالعات ویژه نیاز دارند و به وسیله آزمایشگاه‌های با تجربه کیفیت آب تصفیه می‌شوند. برای تعیین BOD این فاضلاب‌ها، باید بعد از حذف فلزات سمی، نمونه‌ها را مجدداً با میکروارگانیسم‌ها بذردار کرد.

روش‌های لازم برای نمونه‌برداری نمونه‌های آب فوق اشباع از اکسیژن محلول (DO):

ممکن است در آبهای سرد یا آبهایی که در آن، فتوسنتز رخ می‌دهد با نمونه‌هایی مواجه گردیم که دارای بیش از ۹ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن محلول در دمای ۲۰ درجه سلسیوس باشند. برای جلوگیری از کاهش اکسیژن محلول در طول انکوباسیون چنین نمونه‌هایی، در یک بطری نیمه پر در حالی که نمونه را با تکان دادن شدید یا به وسیله هوادهی با هوای فشرده بهم می‌زنید با رساندن دمای نمونه به ۲۰ درجه سلسیوس، اکسیژن محلول را تا حد اشباع کاهش دهید. نیازی به بذر دار کردن نمونه نیست.

روش‌های کلرزدایی نمونه‌ها:

هر موقعی که نمونه‌های فاضلاب کلرزی شده برای تعیین BOD جمع آوری می‌شود، باید به منظور حذف کلر، میزان کافی عامل احیا کننده به نمونه افزود. بعد از کلرزدایی باید مجدداً نمونه‌ها را با ارگانیسم‌ها بذر دار کرد. قبل از بذر دار کردن نمونه، روش‌های زیر باید برای تشخیص کلر در نمونه مرکب به کار گرفته شوند:



با دقت ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه خوب مخلوط شده را به ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری انتقال دهید. سپس مقدار کمی کریستال های یدور پتاسیم (KI) را به نمونه اضافه کنید و کریستال ها را حل نمایید، ۱ میلی لیتر از اسید سولفوریک غلیظ (H_2SO_4) را اضافه و خوب مخلوط نمایید و در نهایت ۵ قطره از محلول نشاسته به آن بیافزایید، اگر رنگ آبی ظاهر نشد کلر حضور ندارد و BOD نمونه مرکب ممکن است بدون کلرزدایی تعیین شود، با وجود این نمونه باید بذردار شود. به هر حال اگر رنگ آبی ظاهر شد، ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه مرکب خوب مخلوط شده را به وسیله سولفیت سدیم (Na_2SO_3) ۰/۰۲۵ نرمال، تا رسیدن به نقطه پایان تیتراسیون که بین قطره آخر رنگ آبی و محلول بی رنگ قرار دارد تعیین نمایید، تیتراسیون را خیلی آهسته انجام دهید. تعداد قطرات سولفیت سدیم ۰/۰۲۵ نرمال مصرفی را بشمارید و این شماره را یادداشت نمایید (n).

برای کلرزدایی یک نمونه به منظور آزمایش BOD، ۱۰۰ میلی لیتر دیگر از نمونه مرکب خوب مخلوط شده را به یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتر تمیز انتقال دهید. تعداد قطرات تعیین شده سولفیت سدیم ۰/۰۲۵ نرمال را که برای کلرزدایی در مرحله قبلی لازم است اضافه کنید و خوب مخلوط نمایید. از این نمونه به منظور تعیین BOD استفاده کنید. اگر نمونه بیشتری لازم است نمونه بیشتری (به دقت اندازه گیری شود) را به ظرف تمیز انتقال دهید و متناسب با آن تعداد قطرات سولفیت سدیم ۰/۰۲۵ نرمال را به منظور کلرزدایی اضافه نمایید.

روش آزمایشگاهی برای تعیین BOD بدون بذرپاشی نمونه:

۱- میزان pH، کلر باقیمانده (یا هر عامل اکسیدان یا ماده سمی شناخته شده دیگر) و تاریخ نمونه برداری را مشخص کنید. اگر میزان pH نمونه فاضلاب در هر جایی بین ۶/۵ تا ۷/۵ قرار داشت و نمونه کلرزی، ازن زنی، اسیدی یا گرمادهی نشده باشد از روش آزمایشگاهی مطرح شده در این قسمت پیروی می کند. (توجه: در غیر اینصورت به "روش های تعیین BOD توام با بذرپاشی" رجوع نمایید). مرحله بعد تعیین مقدار نمونه (S) اضافه شده به بطری BOD با ظرفیت ۳۰۰ میلی لیتر می باشد. برای این محاسبه باید دانست که آب مقطر در دمای اتاق دارای میزان تقریبی ۸ میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول است. متعاقب آن اگر اکسیژن مورد نیاز نمونه مورد آزمایش از ۸ میلی گرم در لیتر بیشتر بود، نمونه باید رقیق شود. مطلوب است که حداقل ۱ میلی گرم در لیتر اکسیژن بلااستفاده بعد از ۵ روز انکوباسیون در نمونه داشته باشیم. وجود اکسیژن محلول به میزان حداقل ۲ میلی گرم در لیتر بعد از ۵ روز انکوباسیون قابل اعتمادترین نتایج را در بر دارد. برای تخمین میزان نمونه لازم به منظور افزودن به بطری BOD می توان از جدول زیر استفاده کرد. فاضلاب شهری خام معمولاً دارای ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر (BOD_5) می باشد که معمولاً ۳ تا ۶ میلی لیتر از نمونه برای این منظور به کار می رود. فاضلاب بعد از ته نشینی معمولاً دارای ۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر BOD_5 است و به طور معمول ۶ تا ۱۲ میلی لیتر از نمونه قابل کاربرد است. برای پساب های صافی کننده باید ۱۵ تا ۳۰ میلی لیتر نمونه به کار برد. برای پساب های لجن فعال بسته به کیفیت پساب، ۳۰ تا ۱۵۰ میلی لیتر از نمونه مورد نیاز است. فاضلاب های خیلی قوی یا فاضلاب های صنعتی رقیق می شوند - یک قسمت فاضلاب به ۹ قسمت آب رقیق سازی - قبل از افزودن ۳ تا ۶ میلی لیتر از نمونه رقیق شده فاضلاب به بطری BOD برای آنالیز این روش می تواند ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر از BOD را تحت پوشش قرار دهد.

۲- دو بطری ۳۰۰ میلی لیتر BOD را که حدوداً نیمه پر شده اند با آب رقیق سازی پر کنید. با یک پی پت تخلیه، میزان از قبل محاسبه شده نمونه (S) را به دو بطری ۳۰۰ میلی لیتری BOD انتقال دهید. هر بطری را با آب رقیق سازی پر کنید و در بطری‌ها را جایگزین سازید. تمامی حباب‌های هوا را خارج کنید.

جدول ۱-۲- راهنمای میزان نمونه انتخابی برای تعیین BOD

دامنه تغییرات مورد انتظار BOD		
نمونه اضافه شده به بطری ۳۰۰ میلی لیتری (میلی لیتر)	حداقل (میلی گرم در لیتر)	حداکثر (میلی گرم در لیتر)
۳	۲۱۰	۵۶۰
۶	۱۰۵	۲۸۰
۹	۷۰	۱۸۷
۱۲	۵۳	۱۴۰
۱۵	۴۲	۱۱۲
۱۸	۳۵	۹۴
۲۱	۳۰	۸۰
۲۴	۲۶	۷۰
۲۷	۲۴	۶۲
۳۰	۲۱	۵۶
۴۵	۱۴	۳۷
۶۰	۱۱	۲۸
۷۵	۸	۲۲
۱۵۰	۴	۱۲

توجه: اکسیژن محلول اولیه، همان میلی گرم در لیتر غلظت اکسیژن محلول مخلوط با آب مقطر و نمونه بلافاصله بعد از اختلاط اولیه فرض شد.

۳- دو بطری ۳۰۰ میلی لیتری BOD اضافی را تنها با آب رقیق سازی پر کنید و همانند مرحله ۲ در بطری‌ها را جایگزین سازید.

۴- یک بطری از نمونه رقیق شده (مرحله ۲) و یک بطری دیگر از آب رقیق سازی تنها (مرحله ۳) را در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انکوباتور قرار دهید. مطمئن شوید که تا بخش فوقانی در بطری‌ها آب مقطر حضور دارد. به طور روزانه آن را کنترل کنید یا برای جلوگیری از تبخیر، بطری را بپوشانید.

۵- میزان اکسیژن محلول بطری BOD باقیمانده از مرحله ۲ را تعیین نمایید، میزان اکسیژن محلول اولیه را به عنوان D_1 یادداشت نمایید. میزان اکسیژن محلول بطری BOD باقیمانده از مرحله ۳ را نیز تعیین کنید و میزان اکسیژن محلول اولیه برای کنترل را به عنوان C_1 یادداشت نمایید.

۶- بعد از ۵ روز، اکسیژن محلول دو بطری BOD نگهداری شده در انکوباتور (مرحله ۴) را اندازه‌گیری کنید. میزان اکسیژن محلول نمونه رقیق نگهداری شده در انکوباتور (مراحل ۲ و ۴) را به عنوان D_2 یادداشت نمایید. میزان اکسیژن محلول آب رقیق سازی نگهداری شده در انکوباتور برای کنترل (مراحل ۳ و ۴) را به عنوان C_2 یادداشت نمایید. توجه



کنید که میزان افزایش یا کاهش اکسیژن محلول در بطری‌های آب رقیق سازی تنها، نباید برای تصحیح نتایج نمونه رقیق شده به کار رود. این کار تنها یک اندازه‌گیری از کیفیت آب رقیق سازی است. نباید افزایش یا کاهش بیش از ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر از اکسیژن محلول بین C_1 و C_2 وجود داشته باشد. تغییرات بیشتری ممکن است با روش‌های نامناسب انجام آزمایش یا آب رقیق سازی آلوده ایجاد شود. چنانچه در روز پنجم، تمامی اکسیژن محلول (تیوسولفات سدیم ۰/۰۲۵ نرمال یا محلول PAO مصرف شده در تیتراسیون به روش اصلاح شده آزاید برای آزمایش اکسیژن محلول صفر میلی‌لیتر باشد) در نمونه نگهداری شده در انکوباتور حذف شده می‌تواند خیلی ناامید کننده باشد و نتایج از بین رفته اند. بنابراین بهتر است دو نمونه رقیق آماده کنیم که یکی از آنها نصف غلظت دیگری باشد به طوری که نتیجه آن تضمینی باشد. برای مثال اگر حدود ۲ درصد درست است (یعنی ۰/۲ یا $\frac{2}{100} = 0.02$) یا زمانی که BOD_5 به میزان ۱۰۵ تا ۲۸۰ میلی‌گرم در لیتر تخمین شده می‌شود، صحیح تر از آن است تا یک نمونه رقیق ۱ درصد نیز آماده کنیم (یعنی $\frac{1}{100} = 0.01$) به طوری که دامنه‌ای از BOD بین ۲۱۰ تا ۵۶۰ میلی‌گرم در لیتر را تحت پوشش قرار دهد. اگر کیفیت پساب نامتعادل به نظر برسد برای اطمینان به جای یک رقت ۱۰ درصد به تنهایی دو رقت ۵ درصد و ۱۰ درصد آماده می‌سازیم. رابطه زیر برای رقیق سازی بدون بذر به کار می‌رود:

$$BOD_5 = 100 \cdot \frac{D_1 - D_2}{F} = 300 \cdot \frac{D_1 - D_2}{S} \quad (1)$$

که در آن:

D_1 = اکسیژن محلول نمونه رقیق شده بلافاصله بعد از درست کردن آن، میلی‌گرم در لیتر؛ D_2 = اکسیژن محلول نمونه رقیق شده بعد از ۵ روز انکوباسیون در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، میلی‌گرم در لیتر؛ S = حجم نمونه اضافه شده به بطری ۳۰۰ میلی‌لیتری BOD، میلی‌لیتر؛ و F = درصد نمونه اضافه شده = $100 \cdot (\frac{S}{300})$.

توجه: اگر میزان باقیمانده اکسیژن محلول حداقل ۱ میلی‌گرم در لیتر و تفاوت اکسیژن محلول در $(C_1 - C_2)$ حداقل ۲ میلی‌گرم در لیتر باشد، اطلاعات BOD_5 می‌تواند به عنوان یک نتیجه قابل اعتماد مورد توجه قرار بگیرد.

روش‌های تعیین BOD با بذر پاشی نمونه:

هرگاه برای تعیین BOD از فاضلاب کلرزی شده نمونه اخذ می‌شود، باید برای حذف کلر عمل احیا کننده کافی به نمونه اضافه کرد. بعد از کلردایی، باید مجدداً نمونه را با ار گانیسم‌ها بذردار کرد. یک نمونه کلرزی نشده فاضلاب خام یا پساب اولیه را حدود ۲۴ ساعت، قبل از تعیین BOD نمونه‌های کلردایی شده و بذردار نگه دارید. حدود ۱ لیتر از نمونه کلرزی نشده را جمع آوری کنید و فرصت دهید در طول شب در دمای اتاق باقی بماند. قسمت شفاف نمونه را دور بریزید و باقیمانده را به عنوان بذر استفاده کنید. برای بذر دار کردن نمونه، یک میلی‌لیتر از بذر کهنه را به هر یک از بطری‌های BOD دارای نمونه کلردایی شده اضافه کنید. همچنین برای تعیین BOD بذر در سه بطری ۳۰۰ میلی‌لیتری مقادیر ۶، ۹ و ۱۲ میلی‌لیتر از نمونه‌های بذر را انتقال دهید.

محاسبات:

وقتی نمونه‌ها بذردار می‌شوند روابط زیر و آب رقیق سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند:

$$BOD_3 = \frac{(D_1 - D_2)(300)}{f} \quad (2)$$

که در آن:

D_1 = میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول در آب رقیق سازی بذردار بلافاصله بعد از آماده سازی آن؛ D_2 = میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول در آب رقیق سازی بذردار بعد از ۵ روز انکوباسیون در دمای ۲۰ درجه سلسیوس؛ ۳۰۰ = حجم بطری BOD بر حسب میلی لیتر؛ و S = میلی لیتر بذردار در بطری BOD.

مثال:

$$BOD_3 = \frac{(89-41)(300)}{12} = 120 \text{ میلی گرم در لیتر}$$

$$D_1 = 8/9 \text{ میلی گرم در لیتر}$$

$$D_2 = 4/1 \text{ میلی گرم در لیتر}$$

$$D_3 = 12 \text{ میلی لیتر}$$

پس:

$$BOD_3 = \left\{ D_1 - D_2 \frac{V_1 (300)}{300} \right\} \frac{300}{f}$$

که در آن:

D_1 = اکسیژن محلول اولیه نمونه رقیق شده و بذردار بلافاصله بعد از آماده سازی نمونه بر حسب میلی گرم در لیتر؛
 D_2 = اکسیژن محلول پنج روزه نمونه رقیق شده و بذردار بعد از انکوباسیون در ۲۰ درجه سلسیوس بر حسب میلی گرم در لیتر؛ ۳۰۰ = حجم بطری BOD بر حسب میلی لیتر؛ ۱ = میلی لیتر بذردار کهنه در بطری BOD محتوی نمونه و آب رقیق سازی؛ و S = میلی لیتر نمونه در بطری BOD محتوی یک میلی لیتر از بذردار کهنه و آب رقیق سازی.

مثال:

$$BOD_3 = \left\{ 7.8 - 2.4 \frac{(1)(300)}{300} \right\} \left\{ \frac{300}{6} \right\}$$

$$= (7.8 - 2.4 - 0.4) (50) = (5.0) (50)$$

$$= 295 \left(\frac{mg}{L} \right)$$

که در آن:

$D_1 = 7/8$ میلی گرم در لیتر؛ $D_2 = 2/4$ میلی گرم در لیتر؛ ۱ = میلی لیتر بذردار در بطری BOD محتوی نمونه؛
 $BOD_3 = 120$ میلی گرم در لیتر؛ و $S = 6$ میلی لیتر نمونه موجود در بطری ۳۰۰ میلی لیتری (به همراه ۱ میلی لیتر بذردار و ۲۹۳ میلی لیتر آب رقیق سازی بدون بذردار).

مراجع: (۸، ۱۲).



۲-۱-۱۳- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) روش تقطیر برگشتی

اصول کلی:

در تعیین میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، اکسیژن معادل آن بخش از مواد آلی نمونه، که می‌تواند به وسیله یک عامل اکسید کننده قوی به طریق شیمیایی اکسید شود اندازه‌گیری می‌شود. میزان COD در مطالعات فاضلاب صنعتی و کنترل تصفیه خانه فاضلاب مهم است. معمولا BOD میزان ۵۰ تا ۷۰ درصد از COD را تشکیل می‌دهد که البته به نوع مواد آلی موجود در آب بستگی دارد مقادیر COD می‌تواند خیلی سریع‌تر از BOD (سه ساعت به جای پنج روز) تعیین بشود و لذا برای تخمین خیلی سریع کار تصفیه خانه قابل استفاده است. COD مفیدترین آزمایش برای پاییدن و کنترل است، خصوصا بعد از مرتبط کردن آن با پارامترهایی مثل BOD و کربن آلی (TOC)، گسترش یافته است. در این آزمایش اکثر ترکیبات آلی به طور کامل اکسید می‌شوند.

مزاحمت:

معمولا COD نمی‌تواند نمونه‌های دارای بالای ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلراید را به دقت اندازه‌گیری نماید.

لوازم مورد نیاز:

۱- وسایل تقطیر برگشتی شامل یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری با دهانه سمباده‌ای به اندازه $\frac{24}{40}$ و مبرد با محافظ استیل همراه با لوله جانبی و دهانه سمباده‌ای به اندازه $\frac{24}{40}$.

۱- صفحه گرم کن الکتریکی (Hot Plate) با سطح حرارتی به میزان $\frac{1}{4}$

۲- استوانه مدرج ۵۰ میلی‌لیتری

۳- پی‌پت‌های مناسب

۴- بورت با ظرفیت ۵۰ میلی‌لیتری با دقت ۰/۱ میلی‌لیتر

۵- پرل شیشه‌ای

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

۱- محلول اسید سولفوریک - سولفات نقره

بیست و دو گرم از سولفات نقره (Ag_2SO_4) را در یک شیشه ۴/۱ کیلوگرمی از اسید سولفوریک غلیظ (H_2SO_4) حل نمایید، این مخلوط برای حل شدن سولفات نقره به یک تا دو روز زمان نیاز دارد. برچسبی به شیشه بچسبانید تا با H_2SO_4 خالص اشتباه نشود.

۲- محلول دی کرومات پتاسیم، ۰/۲۵ نرمال

مقدار ۱۲/۲۵۹ گرم از دی کرومات پتاسیم ($K_2Cr_2O_7$) را که قبلا در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس و به مدت ۲ ساعت خشک شده است، در آب مقطر حل کنید و به حجم ۱ لیتر برسانید.

۳- محلول اندیکاتور فرئون

مقدار ۱/۴۸۵ گرم از ۱، ۱۰ - فنانترولین مونوهیدرات ($C_{11}H_{12}N_2O_2$) را به همراه ۰/۶۹۵ گرم کریستال‌های سولفات فرو ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) در مقدار کمی از آب مقطر حل کنید و تا حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رقیق سازید. (معمولا این محلول اندیکاتور ممکن است به صورت آماده شده خریداری شود).

۴- محلول سولفات فرو آمونیوم (FAS)، ۰/۲۵ نرمال یا ۰/۲۵ مولار

مقدار ۹۸ گرم از سولفات فرو آمونیوم ($FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$) را در آب مقطر حل کنید، ۲۰ میلی‌لیتر از اسید سولفوریک غلیظ را به آن اضافه کنید سپس بعد از سرد کردن به حجم ۱ لیتر برسانید، این محلول باید در برابر دیکرومات پتاسیم به طور روزانه استاندارد شود.

روش استاندارد کردن محلول سولفات فرو آمونیوم:

با پی پت، ۱۰ میلی‌لیتر از دیکرومات پتاسیم را به ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری انتقال دهید و با آب مقطر تا حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر رقیق سازید. ۳۰ میلی‌لیتر از اسید سولفوریک غلیظ خالص (H_2SO_4) را به آن اضافه کنید و فرصت دهید تا محلول سرد شود. در مقابل محلول تیترا کننده سولفات فرو آمونیوم با استفاده از ۲ یا ۳ قطره (۰/۱ تا ۰/۱۵ میلی‌لیتر) معرف فرئون آن را تیترا نمایید. از حجم مشابه فرئون برای کلیه تیتراسیون‌ها استفاده نمایید اولین تغییر رنگ شدید از سبز - آبی به رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز را به عنوان نقطه پایان تیتراسیون انتخاب کنید. حجم مصرفی $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ در تیتراسیون را بر حسب میلی‌لیتر یادداشت نمایید و همانند روش زیر محاسبه نمایید:

نرمالیتة (مولاریتة) سولفات فرو آمونیوم (C):

$$FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \text{ نرمالیتة} = \frac{(H_2SO_4 \text{ لیتر}) \times (H_2SO_4 \text{ لیتر})}{FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \text{ لیتر}}$$

مثال:

$$FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \text{ نرمالیتة} = ۰/۲۳ = \frac{(۱۰)(۰/۲۳)}{۱۰/۰}$$

میلی‌لیتر دیکرومات پتاسیم = ۱۰؛ نرمالیتة در کرومات پتاسیم: ۰/۲۳؛ میلی‌لیتر سولفات فرو آمونیوم = ۱۰/۸.

۱- سولفات جیوه ($HgSO_4$)، کریستال‌های با درجه آزمایشگاهی

۲- اسید سولفوریک غلیظ ۳۶ نرمال، بدون سولفات نقره

۳- محلول استاندارد COD، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر

ابتدا پتاسیم اسید فنالات، ($H_2OOC_6H_4COOK$) را کمی خرد کنید و سپس در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک کنید. ۴۲۵ میلی‌گرم از آن را در آب مقطر حل کنید و تا حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رقیق سازید. از نظر تئوری پتاسیم اسید فنالات دارای COD به میزان ۰/۱۷۶ گرم اکسیژن مولکولی در گرم است و این محلول از نظر تئوری دارای COD به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم اکسیژن مولکولی در لیتر می‌باشد. چنانچه این محلول برای ۳ ماه منجمد شود و رشد بیولوژیکی قابل رویت نداشته باشد محلول پایدار است.

۴- کلرید سدیم (NaCl) کریستال‌های با درجه صنعتی ارزان قیمت برای COD تصفیه فاضلاب.

۵- هیدروکسید سدیم (NaOH) با درجه صنعتی ارزان قیمت به فرم‌های جامد یا مایع برای COD تصفیه فاضلاب.



روش کار

۱- تعدادی پرل شیشه‌ای تمیز را به ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری اضافه کنید. ۲۰ میلی‌لیتر نمونه را با پی پت به ارلن مایر منتقل کنید و ۰/۴ گرم سولفات جیوه به آن اضافه نمایید، سپس ۱۰ میلی‌لیتر محلول دیکرومات پتاسیم ۰/۲۵ نرمال به آن بیافزایید. (توجه: اگر COD مورد انتظار بالا باشد برای تناسب با ۱۰ میلی‌لیتر محلول دیکرومات پتاسیم باید از حجم نمونه‌ای کمتر از ۲۰ میلی‌لیتر استفاده نمایید). ۳۰ میلی‌لیتر از محلول اسید سولفوریک - سولفات نقره را به دقت به آن اضافه کنید. بعد از هر افزایش کمی آن را به هم بزنید. از اختلاط کامل مخلوط تقطیر برگشتی قبل از رساندن گرما به آن اطمینان حاصل نمایید. ارلن مایر را به مبرد وصل کنید و مخلوط را به مدت ۲ ساعت تقطیر برگشتی کنید، مخلوط را سرد کنید و سپس مبرد را با حدود ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر بشویید.

۲- مخلوط را تا حدود ۱۴۰ میلی‌لیتر رقیق سازید، تا دمای اتاق آن را سرد نمایید و دیکرومات اضافی را با محلول سولفات فروآمونیم و با استفاده از معرف فرئون تیتراسیون. معمولاً ۲ یا ۳ قطره از معرف، درست قبل از تیتراسیون به نمونه اضافه می‌شود. نقطه پایانی تیتراسیون را تغییر رنگ شدید از رنگ سبز - آبی به قهوه‌ای متمایل به قرمز انتخاب کنید. حتی ممکن است برای دقایقی رنگ سبز - آبی مجدداً نمایان شود، حجم محلول سولفات فروآمونیم مصرفی برای نمونه را بر حسب میلی‌لیتر یادداشت نمایید (B، معادله ۲).

۳- یک محلول شاهد شامل ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر را به جای نمونه، همراه با معرف لازم، به روش مشابه مجدداً تقطیر برگشتی می‌شود. حجم محلول سولفات فروآمونیم مصرفی برای شاهد را بر حسب میلی‌لیتر یادداشت نمایید (A، معادله ۲).

۴- برای دفع صحیح فاضلابی که دارای فلزات سنگین سمی هستند باید COD آن تعیین شود. نخست باید برای ایجاد رسوب کلرید نقره، با محلول اشباع کلرید سدیم (NaCl)، فاضلاب را تصفیه کرد. رسوبات سفیدرنگ کلرید نقره را با ته نشینی جدا سازید. بخش فوقانی سبزرنگ نمونه را به وسیله هیدروکسید سدیم (NaOH) و رساندن pH به ۹/۴ به منظور رسوبدهی کروم، جیوه و آهن به طورت لجن‌های قهوه‌ای رنگ تصفیه نمایید. بخش فوقانی آبی رنگ نمونه را که عمدتاً شامل سولفات سدیم هستند می‌توان بعد از جداسازی لجن‌های قهوه‌ای رنگ با اطمینان کامل تخلیه کرد. لجن سفیدرنگ کلرید نقره و لجن قهوه‌ای رنگ را در دو شیشه جداگانه برای بازیافت فلزات پرارزش با همکاری شرکت بازیافت ذخیره کنید.

محاسبات:

$$\text{COD} = \frac{(A-B)(C \times 8 \times 1000)}{V} \text{ بر حسب میلی گرم در لیتر}$$

که در آن:

A = محلول سولفات فروآمونیم مصرفی برای شاهد بر حسب میلی‌لیتر؛ B = محلول سولفات فروآمونیم مصرفی برای نمونه بر حسب میلی‌لیتر؛ C = نرمالیت (یا مولاریته) محلول سولفات فروآمونیم؛ ۸ = وزن اکیوالان O_2 ؛ ۱۰۰۰ = میلی‌گرم در گرم؛ و میلی‌لیتر نمونه = حجم نمونه مصرفی در مرحله (۱) روش کار بر حسب میلی‌لیتر.



درجه خلوص و کیفیت معرف‌های شیمیایی با ۲۰ میلی‌لیتر از محلول استاندارد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به عنوان شاهد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مثال:

$$\text{COD} = \frac{(A - B) \times 1000}{V} = 497$$

بر حسب میلی‌گرم در لیتر

که:

$$C = \text{FAS} = 0.23$$

و میلی‌لیتر ۱۰/۹ = حجم A (شاهد)

میلی‌لیتر ۵/۵ = حجم B (۲۰ میلی‌لیتر از محلول استاندارد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)

مراجع: (۸, ۱۲).

۲-۱-۱۴- باقیمانده فرار و ثابت در فاضلاب

اصول کلی:

ترکیبات فرار و ثابت موجود در مواد معلق کل ممکن است با سوزاندن نمونه در دمای ۵۰ ± ۵۵۰ درجه سلسیوس تعیین شود. این اندازه‌گیری به طور تقریبی میزان مواد آلی در بخش جامد فاضلاب، لجن فعال، مواد زائد صنعتی یا رسوبات بستر را تخمین می‌زنند.

مزاحمت:

کاغذ صافی فایبر گلاس اندکی بالاتر از ۵۵۰ درجه سلسیوس ذوب می‌شود و بنابراین مهم است تا زمانی که بوته آزمایشگاهی یا کاغذ صافی می‌سوزد دما از این درجه بالاتر نرود.

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

هیچ معرف شیمیایی لازم نیست.

روش کار:

نمونه توزین شده قبلی از مرحله چهار مواد معلق را در کوره الکتریکی گداز در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه قرار دهید. اجازه دهید ظرف تدریجاً در هوا خنک شود تا بیشتر حرارت آن کاهش یابد. سپس در دسیکاتور تا دمای اتاق سرد کنید و وزن آن را به عنوان W_2 بر حسب گرم یادداشت نمایید. اگر برای اندازه‌گیری باقیمانده غیر قابل صاف شدن (مواد معلق) از ظرف آلومینیومی برای نگهداری کاغذ صافی استفاده شد، باید کاغذ صافی را قبل از اشتعال به ظرف دیگری منتقل کرد زیرا ورقه‌های آلومینیومی نمی‌توانند در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس حرارت ببینند.

محاسبات:

$$= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} = \text{میلی‌گرم در لیتر باقیمانده فرار}$$



$$\text{میلی لیتر در لیتر باقیمانده ثابت} = \frac{\text{گرم} \times 1000 \times (W_2 - W_3)}{\text{میلی لیتر}} =$$

که در آن:

W_1 و W_2 و W_3 بر حسب گرم اندازه گیری می شوند.

W_1 = جرم بوته آزمایشگاهی یا کاغذ صافی آماده شده؛ W_2 = جرم بوته آزمایشگاهی یا کاغذ صافی بعد از مرحله صاف شدن نمونه؛ و W_3 = جرم بوته آزمایشگاهی یا کاغذ صافی بعد از مرحله سوزاندن.
مراجع: (۸, ۱۲).

۲-۱-۱۵- اندیس حجم لجن (SIV)

اندیس حجم لجن (SIV) از لجن فعال به صورت حجم اشغال شده به وسیله ۱ گرم از لجن فعال بعد از ته نشینی ۳۰ دقیقه ای بر حسب میلی لیتر تعریف می شود. هر چه SIV کمتر باشد نشانه بهتر بودن کیفیت ته نشینی مایع مخلوط هوادهی شده است. همچنین مقادیر بالاتر SIV، کیفیت ضعیف ته نشینی را نشان می دهد. لجن با یک SIV معادل ۱۰۰ یا کمتر به عنوان ته نشینی خوب لجن ملاحظه می شود.

محاسبات:

نتایج به دست آمده از آزمایش مواد معلق و آزمایش قابلیت ته نشینی بر روی مایع مخلوط هوادهی شده برای تعیین SIV به کار می روند.

$$SIV = \frac{\text{گرم} \times 1000 \times \text{حجم لجن در مایع مخلوط ته نشین شده به مدت ۳۰ دقیقه (میلی لیتر در لیتر)}}{\text{حجم معلق در مایع مخلوط بر حسب میلی گرم در لیتر}}$$

مراجع: (۸, ۱۲).

۲-۱-۱۶- مواد معلق - باقیمانده کل غیر قابل صاف شدن

اصول کلی:

باقیمانده کل غیر قابل صاف شدن که قبلا از آن به عنوان مواد معلق یا جامدات معلق اشاره گردید، با صاف کردن یک نمونه از طریق کاغذ صافی فایبر گلاس تعیین می شود یک وسیله نگهدارنده صافی یا یک بوته آزمایشگاهی Gooch ممکن است مورد استفاده قرار بگیرد. باقیمانده کل غیر قابل صاف شدن ممکن است برای اندازه گیری میزان جامدات در واحد فرایندی که حذف جامدات را به عهده دارد به کار برود.

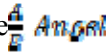
لوازم مورد نیاز:

- ۱- لوازم صافی غشایی یا بوته آزمایشگاهی Gooch
- ۲- پمپ خلا یا مکنده آب
- ۳- ارلن مایر خلا، تقریبا ۵۰۰ میلی لیتری
- ۴- آون خشک، ۴ ± ۱۰۳ درجه سلسیوس

۵- کوره الکتریکی گداز، که در دمای 50 ± 550 درجه سلسیوس تحت کنترل باشد.

۶- ترازوی حساس

۷- کاغذ صافی فایبر گلاس بدون چسب آلی مثل میلی پور ۴۰ - AH, AP - Reeves ۹۳۴

۸- Gelman Type  از نوع معادل به اتصال به لوازم صافی غشایی یا بوته آزمایشگاهی Gooch

۸- دسیکاتور

۹- استوانه مدرج

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

هیچ معرف شیمیایی مورد نیاز نیست.

روش کار:

۱- یک کاغذ صافی فایبر گلاس را در قسمت فوقانی لوازم نگهدارنده صافی یا بوته آزمایشگاهی Gooch قرار دهید.
 ۲- پمپ خلا را به کار اندازید و صافی را در سه نوبت متوالی با ۲۰ میلی‌لیتر از آب مقطر بشوید. صافی‌های کاغذی را از لوازم نگهدارنده صافی خارج کنید و به یک ظرف آلومینیوم یا ظرف استیل ضد زنگ منتقل سازید. روش دیگر آن است که مجموعه بوته آزمایشگاهی Gooch و کاغذ صافی را خارج کنید. اگر جامدات فرار تعیین می‌شوند نمی‌توان از ظرف آلومینیومی برای نگه داشتن کاغذ صافی استفاده کرد چون ظروف آلومینیومی نمی‌توانند در 550 درجه سلسیوس حرارت داده شوند.

۳- ظرف و کاغذ صافی (یا اگر بوته آزمایشگاهی Gooch به کار می‌رود مجموعه بوته آزمایشگاهی و کاغذ صافی) را برای یک ساعت خشک کنید یا خشک کردن را تا زمانی ادامه دهید که جرم ثابتی به دست آید یا تا زمانی که کاهش وزن کمتر از 0.4% وزن قبلی یا 0.5 میلی‌گرم باشد تا بیشتر حرارت آن کاهش یابد، سپس در یک دسیکاتور تا دمای اتاق آنرا سرد کنید. ظرف و کاغذ صافی (یا بوته آزمایشگاهی و کاغذ صافی) را قبل از استفاده بلافاصله وزن کنید. این وزن را به عنوان W_1 بر حسب گرم یادداشت کنید.

۴- نمونه را به شدت تکان دهید و حجم مورد نظر را به یک استوانه مدرج منتقل سازید. حجم نمونه را به کمک یک پمپ خلا یا مکنده آب از کاغذ صافی عبور دهید و تا زمانی که تمامی قطرات آب از کاغذ صافی عبور دهید و تا زمانی که تمام قطرات آب از کاغذ صافی عبور نمایند کار را ادامه دهید. در حالی که مکش به وسیله پمپ خلا ادامه دارد استوانه مدرج، قیف فیلتر، دیواره فیلتر و صافی را ۳ نوبت متوالی با آب مقطر شستشو دهید تا کلیه آب از صافی عبور نماید. سپس با دقت کاغذ صافی را از لوازم فیلتر جدا سازید و به ظرف منتقل کنید. روش دیگر آن است که بوته آزمایشگاهی Gooch و کاغذ صافی را خارج کنید و در دمای 103 تا 105 درجه سلسیوس به مدت ۱ ساعت تا رسیدن به جرم ثابت خشک نمایید. سپس در دسیکاتور تا دمای اتاق سرد کنید، بعد از این مرحله آنرا وزن کنید و حاصل را به عنوان W_2 بر حسب گرم یادداشت نمایید.

محاسبات:

$$\text{میلی‌گرم در لیتر مواد معلق کل} = \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \times 1000$$



که در آن:

W_1 و W_2 بر حسب گرم اندازه‌گیری می‌شوند.

W_1 = جرم بوته یا کاغذ صافی آماده شده؛ W_2 = جرم بوته یا کاغذ صافی بعد از مرحله فیلتراسیون.

مراجع: (۸، ۱۲).

۲-۱-۱۷- روش سانتی‌فیوژ برای تخمین مواد معلق

سانتریفیوژ آزمایشگاهی روش سریع و آسان برای تخمین غلظت جامدات معلق مایع مخلوط یا لجن برگشتی فراهم می‌سازد، این روش به همراه روش وزن سنجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مسلماً طبیعت دینامیکی سیستم‌های بیولوژیکی، فاکتور سانتی‌فیوژ را همان گونه که در قسمت (۱) در زیر عنوان روش کار تعیین می‌شود روشی مطمئن قلمداد خواهد کرد تنها به شرطی که سیستم بیولوژیکی کم یا بیش پایدار بماند. برای اهداف عملی، تعیین فاکتور سانتی‌فیوژ باید حداقل یکبار در هفته تکرار شود.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- کلیه تجهیزات لازم برای تعیین مواد معلق به روش وزن سنجی
- ۲- سانتی‌فیوژ آزمایشگاهی با قابلیت ۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ دور در دقیقه
- ۳- تاکومتر برای سانتی‌فیوژ
- ۴- تایمر
- ۵- لوله‌های مدرج سانتی‌فیوژ با دقت ۰/۱ میلی‌لیتر

روش کار:

قسمت (۱):

تعیین فاکتور سانتی‌فیوژ:

جامدات معلق هر نمونه از مایع مخلوط یا لجن برگشتی را به روش وزن سنجی تعیین نمایید. سپس لوله‌های سانتی‌فیوژ را با بخشی از همان نمونه خوب بهم زده شده پر نمایید. سانتی‌فیوژ را بر طبق راهنماییهای شرکت سازنده، بارگذاری نمایید.

سپس سانتی‌فیوژ و تایمر را به کار اندازید. از تاکومتر برای تنظیم دور در دقیقه سانتی‌فیوژ استفاده کنید. زمان و سرعت سانتی‌فیوژ کردن معین و استاندارد نیست اما باید برای کلیه اندازه‌گیری‌ها یکسان باشد. پانزده دقیقه در ۱۵۰۰ دور در دقیقه توصیه می‌شود. بعد از توقف گردونه سانتی‌فیوژ لوله‌های سانتی‌فیوژ را خارج کنید حجم جامدات لخته شده در کف لوله را قرائت کنید و با دقت ۰/۱ میلی‌لیتر یادداشت نمایید.

محاسبات برای قسمت (۱):



جامدات معلق (S.S.) بر حسب میلی گرم در لیتر = فاکتور سانتریفیوژ
حجم جامدات لخته شده بر حسب میلی لیتر

مثال:

$$\frac{1800}{1.8} = 1200 \text{ میلی لیتر/میلی گرم در لیتر}$$

که در آن:

جامدات معلق (S.S.) = ۱۸۰۰ میلی گرم در لیتر؛ قرائت لوله سانتریفیوژ = ۱/۵ میلی لیتر.

قسمت (۲):

تخمین جامدات معلق:

لوله‌های سانتریفیوژ را با نمونه خوب بهم زده شده پر نمایید. سپس آن را بارگذاری کنید و همانند مراحل ۳ و ۴ و ۵ از قسمت (۱) سانتریفیوژ را به کار اندازید.

محاسبات برای قسمت (۲):

(۲)

فاکتور سانتریفیوژ × قرائت لوله سانتریفیوژ بر حسب میلی لیتر = جامدات معلق بر حسب میلی گرم در لیتر

مثال:

$$\frac{\text{میلی گرم}}{\text{لیتر}} = 2160 = (1200) * (1.8) = \text{جامدات معلق}$$

میلی لیتر ۱/۸ = قرائت لوله سانتریفیوژ

مراجع: (۸، ۱۲).

۲-۱-۱۸- فسر کل

اصول کلی:

فسفر در فاضلاب منحصرأ به صورت اشکال مختلف فسفات دیده می‌شود. فسفات‌ها ممکن است به فرم‌های محلول، ذرات غیر آلی یا اجرام میکروارگانیسم‌ها وجود داشته باشند.

لوازم مورد نیاز:

۱- گرم کن الکتریکی (Hot plate)

۲- عینک‌های ایمنی و محافظ

۳- ارلن مایر ۱۲۵ میلی لیتری



۴- اسپکتروفوتومتر یا فیلتر فوتومتر

۵- لوازم شیشه‌ای شستشوی اسید

معرف‌های شیمیایی لازم:

۱- پرسولفات آمونیوم، جامد

۲- هیدروکسید سدیم، NaOH، ۱ نرمال:

مقدار ۴۰ گرم از NaOH را در آب مقطر بدون CO₂ حل کنید و تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.

۳- محلول معرف فنل فتالئین:

مقدار ۸۰ میلی‌گرم فنل فتالئین را در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول حل کنید.

۴- محلول اسید سولفوریک:

مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ را به آهستگی به حدود ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کنید. وقتی محلول

سرد شد، ۴ میلی‌لیتر اسید نیتریک HNO₃ غلیظ اضافه کنید و تا حجم ۱ لیتر آن را رقیق کنید.

۵- معرف شیمیایی مولیبدات آمونیوم:

مقدار ۲۵ گرم از $(NH_4)_6MO_7 \cdot O_{24} \cdot 4H_2O$ را در ۱۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید. با احتیاط ۲۸۰ میلی‌لیتر

اسید سولفوریک غلیظ را به ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کنید. سپس سرد کرده و محلول مولیبدات را اضافه کنید و

تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید.

۶- معرف شیمیایی کلرید استانوز:

مقدار ۲/۵ گرم از SnCl₂·۲H₂O تازه را در ۱۰۰ میلی‌لیتر گلیسرول حل نمایید. در بن ماری آن را گرما داده و با میله

شیشه‌ای بهم بزنید تا حل آن تسریع بشود.

۷- محلول استاندارد:

مقدار ۰/۲۱۹۵ گرم فسفات دی هیدروژن پتاسیم بدون آب را در آب مقطر حل کنید و تا حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رقیق

سازید. این حجم دارای ۵۰ میلی‌گرم در لیتر فسفات (PO₄ - P) یا (۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) می‌باشد.

روش کار:

۱- نیمی از یک نمونه دارای کمتر از ۰/۲ میلی‌گرم فسفر را در یک ارلن مایر ۱۲۵ میلی‌لیتری به ۵۰ میلی‌لیتر برسانید و

۱ قطره معرف فنل فتالئین اضافه نمایید. اگر رنگ قرمز ظاهر شد محلول اسید سولفوریک را قطره قطره اضافه کنید تا

کاملاً رنگ محو شود. سپس ۱ میلی‌لیتر محلول اسید سولفوریک و ۰/۴ گرم پرسولفات آمونیوم جامد بیافزایید.

۲- به آهستگی محلول فوق را روی صفحه گرم کننده الکتریکی که از قبل گرم شده در زیر یک هود بخار به مدت ۳۰ تا

۴۰ دقیقه یا تا رسیدن به حجم ۱۰ میلی‌لیتر بجوشانید. مخلوط را سرد کنید و سپس با آب مقطر تا حجم ۳۰ میلی‌لیتر

رقیق کنید، ۱ قطره معرف فنل فتالئین اضافه کنید و با محلول NaOH تا رنگ صورتی کم‌رنگ آن را تنظیم کنید.

۳- محلول فوق را با آب مقطر تا حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر برسانید.



۴- همراه با بهم زدن کامل بعد از هر افزودن، ۴ میلی لیتر معرف شیمیایی مولیبدات و ۰/۵ میلی لیتر (۱۰ قطره) ماده کلرید استانوز اضافه نمایید. نمونه‌ها و استانداردها را با اختلاف ۲ درجه سلسیوس از یکدیگر و بین ۲۰ و ۳۰ درجه سلسیوس نگهداری کنید.

۵- بعد از ۱۰ دقیقه اما قبل از ۱۲ دقیقه، از فواصل مشخص شده یکسان برای کلیه اندازه‌گیری‌های نورسنجی رنگ تا طول موج ۶۹۰ نانومتر استفاده نمایید. سپس با یک منحنی استاندارد و با استفاده از شاهد آب مقطر تطبیق نمایید مسیره‌های نوری مناسب فوتومتر برای فواصل مختلف غلظت در جدول زیر آمده است.

جدول ۲-۲- مسیره‌های نوری مناسب فوتومتر برای فواصل مختلف غلظت

تخمین فاصله P, (میلی گرم در لیتر)	مسیر نور (میلی متر)
۰/۳ - ۲	۵
۰/۱ - ۱	۲۰
۰/۰۰۷ - ۰/۲	۱۰۰

تهیه منحنی استاندارد:

۲، ۱، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ میلی لیتر از محلول استاندارد فسفات را با آب مقطر تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر رقیق کنید و همانند مراحل ۴ و ۵ رنگ را آشکار سازید. رنگ را در طول موج ۶۹۰ نانومتر اندازه‌گیری نمایید. این استانداردهای رقیق شده شامل ۰/۵، ۱، ۲، ۵، ۱۲، ۲۵ میلی گرم فسفر - فسفات (P - PO₄) به طور نسبی می‌باشد. یک منحنی استاندارد از فسفر بر حسب میلی گرم را در برابر جذب یا انتقال رسم نمایید.

محاسبات:

$$\frac{\text{میلی لیتر استاندارد}}{1000 \times \text{میلی گرم فسفر (از منحنی)}} = \frac{\text{فسفر بر حسب میلی گرم در لیتر}}{\text{میلی لیتر نمونه}}$$

مراجع: (۸، ۱۲).

۲-۱-۱۹- قلیائیت کل فاضلاب و لجن

اصول کلی:

قلیائیت یک آب عبارت از ظرفیت کمی آن برای خنثی سازی یک اسید قوی تا یک pH معین می‌باشد. تعیین میزان قلیائیت در نقاط مختلف یک تصفیه خانه به فهم و تفسیر فرایند تصفیه و مدیریت‌ها ضمه‌ها، تصفیه لجن و بهبود لجن قبل از فیلتراسیون خلا کمک می‌کند.

مزاحمت:

مواد مداخله کننده مهمی در فاضلاب خانگی وجود ندارد.



وسایل مورد نیاز:

- ۱- بورت ۵۰ میلی لیتری
- ۲- بشرها
- ۳- مزورها
- ۴- بالن ژوژه های حجمی
- ۵- بطری های مناسب مورد نیاز
- ۶- pH متر و الکترودها

معرف های شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- اسید سولفوریک ۱ نرمال: یک بالن حجمی ۱ لیتری را به میزان تقریبی ۵۰۰ میلی لیتر از آب مقطر پر کنید و در حالی که به هم می زنید با احتیاط ۲۸ میلی لیتر از اسید سولفوریک غلیظ را به آن بیافزایید و سپس آن را سرد کنید و تا حجم یک لیتر آن را رقیق سازید.
- ۲- اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال: ۱۰۰ میلی لیتر از اسید سولفوریک ۱ نرمال را در یک بالن ژوژه حجمی ۱ لیتری تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید.
- ۳- اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال: ۲۰ میلی لیتر از اسید سولفوریک ۱ نرمال را در یک بالن ژوژه حجمی ۱ لیتری تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید.

انتخاب روش:

برای قلیابیت هایی که انتظار می رود کمتر از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر باشد از اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال به عنوان تیترا کننده استفاده کنید. برای قلیابیت هایی که انتظار می رود بیش از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر باشد از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال به عنوان تیترا کننده استفاده نمائید.

روش کار:

- ۱- برای انتقال ۵۰ میلی لیتر از نمونه به یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری از یک پی پت یا مزور استفاده کنید.
- ۲- بورت را با اسید سولفوریک ۰/۱ یا ۰/۰۲ نرمال پر کنید.
- ۳- یک pH متر تنظیم شده را انتخاب کنید و با بهم زدن مداوم محتوی بشر، با اسید سولفوریک موجود در بورت تا pH مساوی ۴/۵ تیترا نمائید.

محاسبات:

$$CaCO_3 = \frac{(1000) \times (\text{وزن اکسیدان } CaCO_3) \times (\text{نرمالیه } H_2SO_4) \times (\text{میلی لیتر } H_2SO_4)}{(\text{گرم}) \times (\text{میلی لیتر نمونه})}$$

که در آن:

میلی لیتر اسید سولفوریک = میلی لیتر ماده تیترا کننده لازم برای رسیدن به نقطه پایانی تیتراسیون؛ نرمالیه اسید سولفوریک = نسبت اکی والان اسید سولفوریک به لیتر ماده تیترا کننده؛ وزن اکی والان $CaCO_3 = 50$ (وزن اکی والان $CaCO_3$ ؛ و میلی لیتر نمونه = حجم نمونه منتقل شده به بشر .



مثال:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (میلی گرم بر لیتر)} = \frac{(46)(0.1)(50)(1000)}{(50)} = 4600$$

میلی لیتر اسید سولفوریک = ۴۶

نرمالیده اسید سولفوریک = ۰/۱ و

میلی لیتر نمونه = ۵۰

مراجع: (۸, ۱۲).

۲-۱-۲۰- کلرور

اصول کلی:

در مناطق ساحلی مقادیر زیاد کلراید در فاضلاب نفوذ آب شور به سیستم جمع آوری را نشان می دهد. کلراید ناشی از مرحله احیا ژئولیت و تبادل یونی در سختی گیرهای آب نیز به فاضلاب اضافه می شود. فاضلاب انسانی نیز موجب افزایش کلراید می شوند. میزان کلراید باید در داخل تصفیه خانه ثابت باقی بماند و هیچ اهمیتی در تفسیر تغییرات فرآیند یا راندمان ندارد. pH کم نشان دهنده ورود فاضلاب صنعتی دارای اسید هیدروکلریک است.

مزاحمت:

سولفید و قلیائیت اضافی منابع احتمالی مزاحمت هستند، اسیدی کردن و جوشاندن به دفع این مزاحمت ها کمک می کنند. مزاحمت کدورت با صاف کردن از یک صافی بدون کلراید کاسته می شود.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- بورت، ۵۰ میلی لیتری
- ۲- ارلن مایر، ۲۵۰ میلی لیتری
- ۳- بشرها
- ۴- مزورها
- ۵- بالن ژوژه های حجمی ۱ لیتری
- ۶- بطری های مناسب بر حسب نیاز
- ۷- پی پت ۵ میلی لیتری
- ۸- وسایل فیلتراسیون برای مزاحمت کدورت

معرف های شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- نیترات نقره، تقریباً ۰/۰۱۴۱ نرمال
به میزان ۲/۳۹۶ گرم از نیترات نقره (AgNO_3) را در آب مقطر حل کنید و تا حجم ۱ لیتر در یک بالن ژوژه حجمی رقیق سازید. سپس آن را در مقابل محلول کلراید سدیم ۰/۰۱۴۱ استاندارد کنید (روش کار را ملاحظه نمایید). یک میلی لیتر محلول نیترات نقره مساوی تقریباً ۰/۵ میلی گرم کلر است.



۲- کلراید سدیم، ۰/۰۱۴۱ نرمال

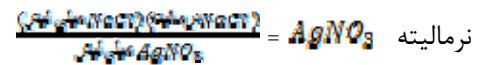
به میزان ۰/۸۲۴۱ گرم از کلراید سدیم (که در دمای ۱۴۰ درجه سلسیوس خشک شده باشد) را در آب مقطر حل کنید و در یک بالن ژوژه حجمی تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید. یک میلی لیتر محلول کلراید سدیم مساوی ۰/۵ میلی گرم کلر است.

۳- اندیکاتور کرومات پتاسیم

مقدار ۵۰ گرم کرومات پتاسیم (K_2CrO_4) را حل کنید و با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق نمایید.

روش کار:

۱- برای استاندارد کردن نیترات نقره، دقیقا ۲۰ میلی لیتر از کلرید سدیم ۰/۰۱۴۱ نرمال را با پی پت به ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری انتقال دهید و ۱ میلی لیتر از معرف کرومات پتاسیم به آن بیافزایید. مطابق مرحله ۴ تیتراژ نمایید. بنابراین:



۲- اگر نمونه کدر است آن را صاف کنید. ۱۰۰ میلی لیتر نمونه را (یا مقدار کمتری که تا ۱۰۰ میلی لیتر رقیق شده است) همراه آب مقطر به یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری انتقال دهید.

۳- یک میلی لیتر از معرف کرومات پتاسیم را با پی پت اضافه نمایید.

۴- با بهم زدن محتوی ارلن مایر محلول نیترات نقره را از بورت اضافه کنید تا زمانی که نقطه پایانی زرد متمایل به صورتی یکنواخت فرا برسد. حجم نیترات نقره اضافه شده را به عنوان M_1 بر حسب میلی لیتر یادداشت نمایید.

۵- مراحل ۲، ۳، ۴ را با ۱۰۰ میلی لیتر از آب مقطر به عنوان شاهد به جای نمونه تکرار نمایید. حجم نیترات نقره اضافه شده را به عنوان M_2 بر حسب میلی لیتر یادداشت نمایید.

محاسبات:

$$CL - \text{میلی گرم در لیتر} = (M_1 - M_2) * \frac{(1000)(AgNO_3 \text{ در } 1000 \text{ میلی لیتر})}{(1000)(1000)}$$

که در آن:

M_1 = حجم نیترات نقره به دست آمده از مرحله ۴؛ M_2 = حجم نیترات نقره به دست آمده از مرحله ۵؛ وزن اکیوالان

کلر = ۳۵/۴۵؛ نرمالیت نیترات نقره = نرمالیت نیترات نقره حاصل از مرحله ۱؛ و میلی لیتر نمونه = حجم نمونه ریخته

شده در ارلن مایر

مثال:

$$CL = \frac{(13-0.3)(33.43)(1000)(0.0143)}{(1000)} = 76$$

که در آن:

M_1 = ۱۵ میلی لیتر؛ M_2 = ۰/۳ میلی لیتر؛ وزن اکیوالان کلر = ۳۵/۴۵؛ نرمالیت نیترات نقره = ۰/۰۱۴۵؛ میلی لیتر نمونه

= ۱۰۰

مراجع: (۸، ۱۲).



۲-۱-۲۱- نیتروژن نیتراتی

اصول کلی:

با روش بیولوژیکی در فرآیندهای تصفیه ثانویه سیستم‌های صافی چکنده با بار استاندارد لجن فعال، مقداری نیتریفیکاسیون آمونیاک آزاد به نیتريت و سپس به نیترات اتفاق می‌افتد. ابتدا اکسیداسیون آمونیاک به نیتريت (NO_2^-) و سپس به نیترات (NO_3^-) روی می‌دهد. میزان تشکیل NO_2^- از NO_3^- چنان سریع است که با کمی استثنا تنها چند دهم از NO_2^- بر حسب میلی‌گرم در لیتر یافت می‌شود. میزان نیتروژن NO_2^- در پسابهای صافی چکنده با بار استاندارد (۲ تا ۱۵ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن) نشانه خوبی از تکمیل فرایند تثبیت (نیتریفیکاسیون) است. نمونه ممکن است به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شود، با وجود این برای دوره‌های طولانی تر باید توام با ۵ میلی‌لیتر از کلروفرم در هر لیتر از نمونه نگهداری شود.

مزاحمت‌ها:

نیتريت عامل مزاحم است، اما این مزاحمت با حضور اسید سولفانلیک در معرف شیمیایی کاهش می‌یابد. کلر باقیمانده در پسابهای نهایی کلردار باید همانگونه که شرح داده شد با ارسنیت سدیم حذف گردد. کلرایدها تا غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از NaCl مزاحمتی ایجاد نمی‌کنند.

لوازم مورد نیاز:

۱- اسپکتروفوتومتر برای استفاده در طول موج ۴۱۰ نانومتر

۲- فیلتر فوتومتر برای استفاده در طول موج ۴۰۰ تا ۴۲۵ نانومتر و

۳- بشرها

۴- مزورها

۵- بالن ژوژه‌های حجمی مناسب

۶- یک پی پت ایمنی بر حسب نیاز

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

۱- محلول پایه نیترات:

مقدار ۰/۷۲۱۸ گرم نیترات پتاسیم بدون آب (KNO_3) را در آب مقطر حل کنید. سپس با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید. این محلول دارای ۱۰۰ میلی‌لیتر از نیتروژن نیترات است.

۲- محلول استاندارد نیترات:

صد میلی‌لیتر از محلول پایه نیترات ناشی از مرحله ۱ را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید. این محلول دارای ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن نیترات می‌باشد.

۳- محلول ارسنیت سدیم:

پنج گرم از NaAsO_2 را حل کنید و با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.

۴- معرف شیمیایی بروسین - سولفانلیک:

احتیاط: این معرف شیمیایی سمی می‌باشد.



یک گرم سولفات بروسین و ۰/۱ گرم اسید سولفانلیک را در ۷۰ میلی لیتر آب مقطر داغ حل کنید. ۳ میلی لیتر اسید هیدروکلریدریک غلیظ (HCL) را اضافه کنید و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.
۵- اسید سولفوریک:

به دقت ۵۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ (H_2SO_4) را به ۷۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه کنید. تا دمای اتاق آنرا سرد نمایید و برای پیشگیری از جذب رطوبت هوا آن را سربسته نگه دارید.

روش کار:

۱- استاندارد کردن وسایل:

صفر (شاهد)، ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی لیتر از محلول استاندارد (مرحله ۲) را با آب مقطر تا ۱۰۰ میلی لیتر رقیق کنید. همانگونه که شرح داده شد، هریک از محلولها را تحت روشهایی که در مراحل ۳ تا ۷ می آید تصفیه کنید. محلولها بیان کننده صفر، ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵، ۳/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن نیتراتی در نمونه آزمایش شده می باشند. برای تهیه منحنی استاندارد از فوتومتر انتخابی و دستورات مربوط به آن استفاده کنید. این کار با رسم غلظت نیتروژن در برابر میزان جذب انتقالی انجام می گیرد، که برای هر مقدار از محلول توسط فوتومتر نشان داده می شود.

۲- اگر پس آب کلر زنی می شود، نمونهها را قبل از استعمال کلر تهیه نمایید. اگر این کار غی ممکن است یا قطره (۵/٪ میلی لیتر) از محلول ارسنیت سدیم را به ۵۰ میلی لیتر از نمونه برای هر ۰/۱ میلی گرم از کلر باقیمانده اضافه نمایید و سپس یک قطره اضافی بریزید. از این مرحله می توان با انتخاب یک نقطه مناسب نمونه برداری قبل از کلر زنی، صرف نظر کرد.

۳- دو میلی لیتر از نمونه صاف شده را با پی پت به هر یک از دو بشر ۵۰ میلی لیتری انتقال دهید.

۴- یک میلی لیتر آب مقطر به اولین بشر اضافه کنید که به عنوان شاهد صفر نیز می باشد و ۱ میلی لیتر از معرف بروسین - سولفانلیک را با استفاده از یک پی پت ایمنی به بشر دوم اضافه نمایید.

۵- ده میلی لیتر اسید سولفوریک را به هر بشر اضافه کنید. دو بشر دیگر را انتخاب کنید و شاهد و نمونه را از یک بشر به ۶ بشر دیگر انتقال دهید تا اختلاط کامل صورت بگیرد.

۶- به نمونه، حداقل ۳ دقیقه جهت ته نشینی و حداکثر ۱۰ دقیقه جهت تشکیل رنگ فرصت دهید.

۷- شدت رنگ بروسین - نیترات را توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر (یا ۴۰۰ تا ۴۲۵ نانومتر در فیلتر فوتومتر) تعیین نمایید.

محاسبات:

از منحنی استاندارد به طور مستقیم، نیتروژن نیتراتی (NO_3-N) را بر حسب میلی گرم در لیتر قرائت کنید. اگر نمونه رقیق شده بود همراه با قرائت منحنی استاندارد، از ضریب رقیق سازی بشرها استفاده نمایید.

توجه:

منحنی های استاندارد تهیه شده با اغلب فوتومترها، قابل کاربرد برای روش فوق نیستند. اپراتور باید منحنی استاندارد مربوطه را همانند مرحله ۱ روش آزمایش آماده سازد.



۲-۱-۲- نیتروژن کل کجدال

اصول کلی:

نیتروژن کل کجدال عبارت از اندازه‌گیری نیتروژن آلی و نیتروژن آمونیاکی در فاضلاب است. رشد بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها به نیتروژن آمونیاکی نیاز دارد که به وسیله میکروارگانیسم‌ها با ترکیب سلول مبدل می‌شود. نیتروژن آلی شامل مواد طبیعی مثل پروتئین‌ها و پپتیدها، اسیدهای نوکلئیک و اوره و بسیاری از مواد آلی مصنوعی است و ممکن است از کمتر از ۱ میلی‌گرم در لیتر تا بیش از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تغییر نماید. نیتروژن آمونیاکی در بخش قبل بحث شده است.

مزاحمت:

این روش برای تعیین برخی از اشکال نیتروژن مثل آزاید، آکساین، آزو و هیدرازون با شکست مواجه می‌شود.

ملاحظات ایمنی:

تجزیه نیتروژن کل کجدال شامل استفاده از اسیدها و بازهای قوی در دمای بالا است. این مواد می‌توانند موجب سوختگی شدید شیمیایی اشخاص شوند و جهت فلزات و دیگر مواد، خورنده هستند. بنابراین کار با این مواد باید با احتیاط توأم باشد و از اقدامات مناسب حفاظتی باید تبعیت شود. این اقدامات شامل پوشیدن لباس مناسب حفاظتی مثل عینک‌های ایمنی، پیشبندهای لاستیکی، دستکش‌های لاستیکی یا غیر آزیستی محافظ در برابر گرما می‌باشد و دارای مواد مناسب قابل دسترس برای تمیز کردن هرگونه ریختن‌هایی (Spillage) که ممکن است رخ بدهد باشد. علاوه بر آن هضم (Digestion) موجب ایجاد بخارهای SO_2 می‌شود که هم تحریک آمیز است و هم سمی است. وسایل هضم باید با روش‌های دفع بخارهای SO_2 مجهز شوند. شخص آزمایش کننده باید کاملاً با هر مرحله از روش کار برای هر کدام از مراحل آماده سازی معرف‌ها و آنالیز قبل از انجام آنالیز آشنا باشد. مراقبت‌های زیادی باید در کلیه مراحل به عمل آید، جایی که با محلول‌های داغ سر و کار دارند یا جایی که محلول شامل غلظت بالایی از یک باز به محلولی با غلظت بالای اسید اضافه می‌شود یا برعکس.

توجه: روش و حجم‌های مشخص شده، برای اندازه‌گیری‌های بزرگ کجدال (ماکرو کجدال) است. وسایل در دسترس است و مقادیر معرف و نمونه می‌تواند برای انجام آنالیز بر روی اشل جزئی اصلاح شود.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- وسایل هضم کجدال مجهز به سیستم دفع بخار (Fume) (در ظرفیت‌های از ۱ تا ۱۲ نمونه قابل تهیه است).
- ۲- وسایل تقطیر کجدال با وسایل هضم مناسب
- ۳- پرل شیشه‌ای یا سنگهای جوش مقاوم در برابر اسید
- ۴- وسایل مربوط به تیتراسیون

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- آب مقطر بدون آمونیاک:



یک دهم میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ را به ۱ لیتر آب مقطر اضافه کنید و مجدداً تقطیر نمایید.

۲- اسید سولفوریک ۶ نرمال:

در حین بهم زدن ۱۶۷ میلی لیتر از اسید سولفوریک غلیظ را به آهستگی به ۸۰۰ میلی لیتر آب مقطر بدون آمونیاک اضافه کنید، تا دمای اتاق سرد کنید و با آب مقطر بدون آمونیاک تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید.

احتیاط: افزودن اسید سولفوریک غلیظ به آب مقدار زیادی گرما تولید می کند.

۳- معرف شیمیایی هضم:

مقدار ۱۳۴ گرم K_2SO_4 را در ۶۵۰ میلی لیتر آب مقطر بدون آمونیاک حل کنید و در حین بهم زدن، ۲۰۰ میلی لیتر از اسید سولفوریک غلیظ را به آن اضافه نمایید.

احتیاط: افزودن اسید سولفوریک غلیظ به آب مقدار زیادی گرما تولید می کند. در حالی که بهم زدن انجام می گیرد، محلول تهیه شده با حل کردن ۲ گرم از HgO قرمز (اکسید جیوه) در ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک ۶ نرمال را به آن بیافزایید. معرف شیمیایی هضم را به منظور جلوگیری از بلوری شدن بالای ۱۴ درجه سلسیوس نگهداری کنید.

۴- محلول معرف فنل فتالین:

مقدار ۸۰ میلی گرم فنل فتالین را در ۱۰۰ میلی لیتر متانول حل کنید.

۵- معرف شیمیایی هیدروکسید سدیم - تیوسولفات سدیم:

مقدار ۵۰ گرم $NaOH$ و ۲۵ گرم $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ را در حال بهم زدن در ۷۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کنید، سپس آنرا سرد کنید و تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید.

احتیاط: افزودن مقادیر زیاد $NaOH$ به آب مقادیر زیادی گرما تولید می کند که شاید موجب جوشیدن محلول شود.

۶- محلول معرف مخلوط شده (Mixed indicator solution):

مقدار ۲۰۰ میلی گرم معرف متیل رد را در ۱۰۰ میلی لیتر از اتیل الکل ۹۵ درصد یا الکل ایزوپروپیل حل کنید. ۱۰۰ میلی گرم متیلن بلو را در ۵۰ میلی لیتر از اتیل الکل ۹۵ درصد یا الکل ایزوپروپیل حل کنید. محلول ها را با هم مخلوط کنید.

۷- محلول اسید بوریک شاهد:

مقدار ۲۰ گرم H_3BO_3 را در آب مقطر بدون آمونیاک حل کنید، ۱۰ میلی لیتر از محلول معرف مخلوط را اضافه کنید و با آب مقطر بدون آمونیاک تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.

۸- محلول اسید سولفوریک، ۰/۰۲ نرمال:

با افزودن ۲۷/۸ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ۸۰۰ میلی لیتر آب مقطر بدون آمونیاک و رقیق سازی تا حجم ۱ لیتر، اسید سولفوریک ۱ نرمال را آماده سازید.

احتیاط: با افزودن اسید سولفوریک غلیظ به آب گرما تولید می شود. اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال را به وسیله رقیق

سازی ۲۰ میلی لیتر از اسید سولفوریک ۱ نرمال تا حجم ۱ لیتر با آب مقطر بدون آمونیاک تهیه نمایید.

روش کار:



توجه: نیتروژن آلی می‌تواند از اختلاف بین نیتروژن کج‌دال (روش زیرین را ملاحظه کنید) و نیتروژن آمونیاکی (بخش نیتروژن آمونیاکی را ملاحظه کنید) به دست آید.

۱- یک نمونه ۲۵۰ میلی‌لیتری را به ارلن مایر ۸۰۰ میلی‌لیتری کج‌دال انتقال دهید تا حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر آن را رقیق سازید و تا pH مساوی ۷ آنرا خنثی کنید. یک شاهد ۲۵۰ میلی‌لیتر نیز باید تهیه شود.

۲- به دقت با بهم زدن ۵۰ میلی‌لیتر معرف شیمیایی هضم را به هر ارلن مایر اضافه کنید. احتیاط: با افزودن معرف شیمیایی هضم به نمونه گرما تولید خواهد شد.

۳- بعد از اختلاط ارلن‌ها را روی وسایل هضم قرار دهید. از وجود سیستم دفع بخارها مطمئن شوید و سپس وسایل هضم را روشن سازید. مطابق معمول جوشیدن مخلوط را ادامه دهید تا محلول شفاف شود (بی رنگ یا به رنگ کهربایی کم رنگ شود). برای ۳۰ دقیقه دیگر بجوشانید، سپس وسایل هضم را خاموش کنید.

۴- فرصت دهید ارلن‌ها سرد شوند (اجازه ندهید تا محتوی آن منجمد شوند) و با افزودن آب مقطر بدون آمونیاک به ارلن مایر تا حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر رقیق کنید. ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول فنل فتالین را به هر یک از ارلن‌ها اضافه کنید و بهم بزنید.

۵- ارلن مایر را کج کنید و به آهستگی ۵۰ میلی‌لیتر معرف شیمیایی هیدروکسید سدیم تیوسولفات سدیم را به قسمت پایین دیواره ارلن هضم بریزید.

احتیاط: محلول‌ها را بهم بزنید، مقادیر زیادی گرما تولید خواهد شد و آمونیاک موجب ارتعاش محلول می‌گردد.

۶- با رعایت شرایط ایمنی ارلن مایر کج‌دال را به وسایل تقطیر وصل کنید. ۵۰ میلی‌لیتر محلول اسید بوریک شاهد را به ارلن مربوطه اضافه کنید و مطمئن شوید که نوک پی پت زیر سطح اسیدبوریک است.

۷- محتوی ارلن کج‌دال متصل شده را با تکان دادن بهم بزنید.

احتیاط: مقادیر زیادی گرما با اختلاط معرف شیمیایی هیدروکسید سدیم قلیایی تیوسولفات سدیم و مخلوط اسیدی هضم تولید خواهد شد.

۸- وسایل تقطیر را روشن کنید و زیر سطح اسید سولفوریک شاهد، ۲۰۰ میلی‌لیتر مایع تقطیر شده را جمع آوری کنید. در طول جمع آوری چند میلی‌لیتر آخر مایع تقطیر، لوله جمع آوری را به بالای سطح محلول شاهد اسید بوریک بیاورید. این کار موجب می‌شود به هنگامی که وسایل تقطیر خاموش می‌شود از برگشت محلول مکیده شده به داخل ارلن هضم جلوگیری شود.

۹- وسایل تقطیر را خاموش کنید. ارلن مربوطه را خارج کنید و نیتروژن کج‌دال در نمونه تقطیر شده را با ماده تیترا کننده استاندارد ۰/۰۲ نرمال اسید سولفوریک تیترا کنید. حجم ماده تیترا کننده را به عنوان A یادداشت نمایید.

۱۰- آب مقطر شاهد را با ماده تیترا کننده استاندارد ۰/۰۲ نرمال اسید سولفوریک تیترا نمایید. حجم ماده تیترا کننده را به عنوان B یادداشت نمایید.

محاسبات:

$$\text{نیتروژن کل کج‌دال، میلی‌گرم در لیتر} = \frac{(A - B)(0.02)(14)(1000)}{\text{میلی‌لیتر نمونه}}$$

که در آن:



A = میلی لیتر ماده تیترا کننده مورد نیاز برای نمونه؛ B = میلی لیتر ماده تیترا کننده مورد نیاز برای شاهد؛ ۱۴ = وزن اکی والان نیتروژن، ۱۰۰۰ میلی گرم در گرم؛ ۰/۰۲ = نرمالیه اسید سولفوریک؛ و ۱۰۰۰ = میلی گرم در گرم. مراجع: (۱۲، ۸).

۲-۱-۲۳- نیتروژن آمونیاکی

اصول کلی:

نیتروژن برای کنترل تصفیه خانه فاضلاب مهم است. چنانچه فاضلاب‌های صنعتی خاص حضور داشته باشند معمولاً نیتروژن آمونیاکی در فاضلاب ممکن است از ۱۰ تا ۴۰ میلی گرم در لیتر یا بیشتر متنوع باشد. میزان آمونیاک در حین عبور فاضلاب از ته نشینی اولیه ممکن است به دلیل مقداری آمونیفیکاسیون پروتئین‌ها و اوره در فاضلاب محلول یا ته نشین شده، اندکی افزایش یابد. در صافی‌های چکنده با بار زیاد کمی تغییر وجود دارد در حالی که در صافی‌های استاندارد، بسته به تکمیل اکسیداسیون، آمونیاک در مقادیر مختلفی به نیترات اکسیده می‌شود. در تصفیه خانه لجن فعال ممکن است تبدیل آمونیاک به نیترات‌ها صورت بگیرد. این عمل را نیتریفیکاسیون می‌نامند.

مزاحمت:

رنگ، کدورت و منیزیم، منابع ابتدایی مزاحمت هستند. آمونیاک موجود در هوا و ناشی از تدخین دخانیات در فضای ساکن (اتاق مسکونی)، عوارض بالایی را در بر خواهد داشت.

لوازم مورد نیاز:

- ۱- وسایل رنگ سنجی، یکی از وسایل زیر ممکن است مورد استفاده قرار بگیرد: اسپکتروفوتومتر برای استفاده در طول موج ۴۲۵ نانومتر، فیلتر فوتومتر برای استفاده در طول موج ۴۰۰ تا ۴۲۵ نانومتر و تهیه منحنی استاندارد برای آمونیاک و یا لوله‌های نسلر مناسب
- ۲- بشر
- ۳- مزور
- ۴- بالن ژوژه حجمی
- ۵- بطری‌های مناسب مورد نیاز

معرف‌های شیمیایی مورد نیاز:

- ۱- سولفات روی:

صد گرم از سولفات روی ($ZnSO_4$) را وزن کنید و در آب بدون آمونیاک حل کرده و به حجم یک لیتر برسانید. (کلیه معرف‌های لازم برای این آزمایش باید با آب بدون آمونیاک آماده شود). مقادیر جزئی آمونیاک در آب مقطر را با افزودن ۰/۱ میلی لیتر اسید سولفوریک (H_2SO_4) قوی به یک لیتر آب مقطر و تقطیر مجدد آن حذف نمایید. راه دیگر آن است که آب مقطر را با مقادیر کافی محلول برم یا کلر به منظور تولید یک باقیمانده آزادالوژن از ۲ تا ۵ میلی گرم در لیتر و تقطیر مجدد بعد از ساکن ماندن حداقل ۱ ساعته آن تصفیه کنید. ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر اولیه را دور بریزید.

آب مقطر را جهت قابلیت آن به عنوان یک شاهد خوب امتحان کنید. خیلی مشکل است تا آب بدون آمونیاک را در آزمایشگاه ذخیره کنید بدون آنکه با بخارهای آمونیاکی آلوده شود. با وجود این، اگر ذخیره آن لازم است از یک ظرف شیشه‌ای در پوش دار استفاده نمایید که حدود ۱۰ گرم رزین تبادل یون (ترجیحاً رزین تبادل کننده کاتیونی اسیدی قوی) به ۱ لیتر از آب بدون آمونیاک اضافه می‌شود. اجازه دهید تا رزین ته نشین شود و آب بدون آمونیاک مورد استفاده را به آهستگی خالی نمایید. اگر میزان بالایی از محلول شاهد مورد نیاز است، رزین را مجدداً جایگزین سازید یا آب تازه بدون آمونیاک تهیه کنید.

۲- هیدروکسید سدیم:

دویست و پنجاه گرم از NaOH را در آب بدون آمونیاک حل کرده و به حجم یک لیتر برسانید.

۳- محلول نمک Rochelle (تارتارات سدیم پتاسیم):

پانصد گرم از $(\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ را در یک لیتر آب حل کرده، ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول را بجوشانید و مجدداً با

آب مقطر به حجم نهایی ۱ لیتر برسانید.

۴- محلول استاندارد کلرید آمونیوم:

مقدار ۳/۸۱۸ گرم از NH_4Cl را در آب مقطر بدون آمونیاک حل کرده و تا حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رقیق کنید.

۵- ده میلی‌گرم در لیتر نیتروژن استاندارد:

ده میلی‌لیتر از محلول استاندارد کلرید آمونیوم را با آب مقطر بدون آمونیاک تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.

۶- معرف شیمیایی مربوط به نسلر:

صد گرم از یداید جیوه بدون آب (HgI_2) و ۷۰ گرم از یداید پتاسیم بدون آب (KI) را در مقدار کمی از آب بدون آمونیاک حل کرده و مخلوط را در حال بهم زدن به آهستگی به یک محلول سرد که از مقدار ۱۶۰ گرم هیدروکسید سدیم (NaOH) در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب بدون آمونیاک درست شده است اضافه نمایید، سپس آنرا با آب بدون آمونیاک تا حجم ۱ لیتر رقیق سازید و دور از نور خورشید در یک بطری پیرکس با در بطری لاستیکی ذخیره نمایید و با علامتی آن را متمایز کنید.

روش کار:

۱- اگر نمونه‌ها اسیدی هستند توسط محلول رقیق هیدروکسید سدیم تا $\text{pH} = 7$ خنثی کنید.

۲- صد میلی‌لیتر از نمونه را با افزودن ۱ میلی‌لیتر از محلول سولفات روی صاف کنید و کاملاً بهم بزنید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید سدیم به آن اضافه کرده و مجدداً بهم بزنید. به منظور انعقاد خوب، چند دقیقه‌ای به آن فرصت دهید. سپس صاف کنید، ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده اولیه را دور بریزید.

۳- پنجاه میلی‌لیتر یا کمتر نمونه را به لوله نسلر انتقال دهید و با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق کنید. حجمی را انتخاب کنید که کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر نمونه رقیق شده نیتروژن آمونیاکی ایجاد نماید.

۴- یک یا دو قطره از محلول نمک Rochelle به آن اضافه کنید.

۵- یک میلی‌لیتر از معرف شیمیایی مربوط به نسلر را اضافه کنید و با واژگون کردن لوله، آنرا به هم بزنید. از یک در بطری استفاده کنید.



۶- بعد از ۱۰ دقیقه، شدت رنگ را در یک اسپکتروفوتومتر یا فیلتر فوتومتر یا در مقایسه با یک سری از استانداردها در لوله‌های نسلر یا شیشه‌های مقایسه کننده رنگ (شیشه‌های رنگ سنج) اندازه‌گیری نمایید.

استاندارد کردن:

اندازه‌گیری به روش نورسنجی (فوتومتریک): یک سری از استانداردها را با رقیق کردن حجم‌های زیرین از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن استاندارد تا ۵۰ میلی‌لیتر، توسط آب مقطر بدون آمونیاک تهیه نمایید:

صفر (شاهد)، ۰.۲، ۰.۵، ۱.۵، ۲.۰، ۳.۰، ۴.۰، ۵.۰ میلی‌لیتر. این رقت‌ها به طور نسبی، ۵۰ میلی‌لیتر نمونه دارای نیتروژن با غلظت‌های ۰.۴، ۱.۰، ۲.۰، ۳.۰، ۴.۰، ۵.۰ میلی‌گرم در لیتر در بر دارند. همانند مراحل ۴ و ۵ و ۶ رنگ را اندازه‌گیری کنید و منحنی استاندارد جذب را در برابر غلظت (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) رسم نمایید. منحنی جدیدی برای هر سری تازه از معرف نسلر رسم کنید.

مقایسه چشمی:

یک سری استانداردها برای اندازه‌گیری به روش نورسنجی آماده سازید. همزمان با نمونه‌ها رنگ این استانداردها را با مقایسه چشمی به دست آورید.

محاسبات:

اندازه‌گیری به روش نورسنجی:

$$\frac{50 \times \text{غلظت به دست آمده از منحنی استاندارد}}{\text{میلی‌لیتر نمونه}} = \text{نیتروزن آهن‌شکل بر حسب میلی‌گرم در لیتر} \quad \text{NHS} - N$$

مقایسه چشمی:

$$\frac{50 \times \text{غلظت به دست آمده از منحنی استاندارد}}{\text{میلی‌لیتر نمونه}} = \text{نیتروزن آهن‌شکل بر حسب میلی‌گرم در لیتر} \quad \text{NHS} - N$$

مراجع: (۸، ۱۲).

۲-۲- آزمایشات میکروبی

۲-۲-۱- روش صافی غشایی برای مجموع کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی

اصول کلی:

روش‌ها و فنون مورد نیاز برای آزمایش تعیین مجموع کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی اساساً مشابه است. استثنائاتی در انتخاب محیط کشت، انکوباتور، دمای انکوباسیون، میزان ماکزیمم کلنی‌های رشد یافته بر روی صافی، زمان مجاز قبل از قرائت کلونی‌ها و اختلاف در رنگ کلنی‌های آزمایش وجود دارد. جزئیات بیشتری در مورد کلیفرم‌های مدفوعی در طی این متن ارائه می‌شود.

لوازم مورد نیاز:

موقعی که وسایل و مواد مورد نیاز برای روش صافی غشایی انتخاب می‌شود آزمایش کننده گزینه‌های مختلفی را در



پیش رو دارد. از انجائیکه اغلب آزمایشگاهها مخصوصا آزمایشگاههای کوچکتر با محدودیت‌های بودجه روبه رو هستند باید مقداری هماهنگی وجود داشته باشد. لذا فهرست زیر، گزینه‌های مختلفی را ارائه می‌نماید، که می‌توان مناسب‌ترین آنها را بر حسب نیازهای خاص انتخاب نمود.

جائی که تسهیلات مناسب یا پرسنل کافی نداشته باشد وسایل یا مواد مصرفی لیست شده می‌تواند راه حل ممکن باشد. با وجود این بایستی تیم‌های انتخابی مثل محیط کشت آماده و ظروف کشت جهت تضمین کیفیت مطلوب و رضایت بخش بر طبق توصیه "روش‌های استاندارد" از طریق سازنده آنها تائید شود.

وسایل غیر مصرفی (Nondisposable):

- ۱- انکوباتورها (با کنترل دمای ۳۵ و ۴۴/۵ درجه سلسیوس).
- برای مجموع کلیفرم‌ها از اتافک هوا، دمای یکسان و ثابت 0.5 ± 35 درجه سلسیوس استفاده نمایید، برای کلیفرم مدفوعی از بن ماری یا محفظه آلومینیومی استفاده کنید که دما را در 0.2 ± 44.5 درجه سلسیوس کنترل می‌کند.
- ۲- استریل کننده‌ها، از موارد زیر انتخاب کنید:
- اتوکلاو (یا دیگر استریل کننده‌های با بخار تحت فشار)، استریل کننده کوره‌ای یا استریل کننده ماورا بنفش (UV)
- ۳- ترازو (با دقت ۰/۱ گرم)،
- ۴- pH متر،
- ۵- پمپ خلا، ۱۱۵ ولت، ۶۰ هرتز،
- ۶- بشرهای آزمایشگاهی ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتری، ۱ یا ۲ لیتری،
- ۷- مزور ۱۰۰ میلی‌لیتری،
- ۸- ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری با در بطری پیچی،
- ۹- صفحه گرم کننده الکتریکی (هات پلیت) و بهم زدن مغناطیسی با کنترل‌های متغیر،
- ۱۰- بطری‌های نمونه، ۱۲۰ میلی‌لیتر (۴ اونس)، شیشه بروسیلیکات یا پلی پروپیلن قابل اتوکلاو،
- ۱۱- پی‌پت‌های ۱۰ میلی‌لیتری و ۱ میلی‌لیتری، شیشه‌ای مقاوم به گرما، مدرج شده (موهر یا سرولوژیکی)،
- ۱۲- بطری‌های رقیق سازی، با خط نشانه ۹۹ میلی‌لیتر،
- ۱۳- گیره‌ها، فولاد ضد زنگ، با نوک غیر دندان‌های،
- ۱۴- ارلن‌های خلا، ۱ لیتری (۲ لیتری)،
- ۱۵- لوله خلا، چسب لاستیکی یا سلیکون لاستیکی، ۱/۵ متر طول، ۵ میلی‌لیتر $\frac{3}{16}$ اینچ قطر داخلی،
- ۱۶- نگهدارنده صافی غشایی، ۴۷ میلی‌لیتر (شیشه‌ای، پلاستیکی قابل اتوکلاو، استریل یکبار مصرف، یا استیل ضد زنگ)،
- ۱۷- چراغ بونزن یا چراغ الکلی،
- ۱۸- میکروسکوپ با عدسی درشت نما با بزرگنمایی ۱۰ برابر و ۲۰ برابر همراه با چراغ فلورسنت



وسایل و مواد مصرفی:

- ۱- صافی‌های غشایی، از قبل استریل شده، مشبک با قطر ۴۷ میلی‌متر، بسته بندی شده همراه با صفحات جاذب یا بدون آن و مطابق با آخرین "روش‌های استاندارد"
- ۲- پتری دیش پلاستیکی از قبل استریل شده، ۴۷ میلی‌متر (همراه با صفحه یا بدون آن)،
- ۳- آبگوشت M – Endo، شیشه ۱۰۰ گرمی $\frac{1}{4}$ پوند برای مجموع کلیفرم‌ها،
- ۴- آبگوشت M – Fc، آمپول‌های ۲ میلی‌لیتری،
- ۵- اسید روزالیک، بطری ۲۵ گرمی،
- ۶- فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم (KH_2PO_4)، (درجه معرف (Reagent Grade)،
- ۷- تیوسولفات سدیم، درجه معرف
- ۸- دانه‌های بلور هیدروکسید سدیم، درجه معرف
- ۹- متانول (تکنیکال) و اتانول (ذرات خالص ۹۵٪ طبیعی (Non – denatured))،
- ۱۰- پی‌پت‌های استریل، قابل دسترس (Prefabricated)، که با ۱ میلی‌لیتر و ۱۰ میلی‌لیتر مدرج شده اند،
- ۱۱- وسایل صافی استریل، از قبل آماده شده، به اندازه روزنه ۰/۲۲ میکرومتر یا ۰/۴۵ میکرومتر (یک گزینه برای صاف کردن استریل محلول تامپون).

توجه: آب خالص آزمایشگاهی باید برای آماده سازی آب رقیق سازی تامپون فسفات و آب شستشو به کار برود. آب مقطر (به دست آمده از دستگاه تقطیر که به طریق تولید بخار انجام می‌شود) یا آب صاف شده به روش یون زدایی (De ionized water – (از واحدی که دارای ستون کربن است) برای استفاده مناسب است. برای کیفیت توصیه شده جهت آب خالص آزمایشگاهی به جداول منتشره در "روش‌های استاندارد" رجوع کنید. آنالیز کننده باید آگاه باشد که دستگاه تقطیر و برخی از انواع سیستم‌های یون زداینده آب می‌توانند کلر، کلرآمین‌ها و آمین‌های سمی دیگ بخار را از خود عبور دهند. این عوامل و یا فلزات سنگین می‌توانند برای ارگانسیم‌های آزمایش سمی باشند و جواب منفی ناصحیح در بر داشته باشند.

آماده سازی محلول‌های مربوط به محیط کشت و تامپون و خنثی سازی:

برای آزمایشگاه‌هایی که کمتر از ۱۵۰ آزمایش در روز انجام می‌دهند، آمپول‌های تضمینی ۲ میلی‌لیتری (یا آمپول‌های ۵۰ میلی‌لیتری) از آبگوشت M – Endo تهیه شود، یا آبگوشت M – Fc که ارزان‌تر هستند و برای استفاده مناسب‌ترند. جایی که آماده سازی محیط کشت و مواد مورد نیاز است موارد زیر مفید خواهد بود:

آبگوشت M – Endo (مجموع کلیفرم‌ها):

- ۱- مقدار ۴/۸ گرم از محیط کشت M – Endo بدون آب را داخل ظرف (دیش) توزین شده بریزید و وزن کنید.
- ۲- دو میلی‌لیتر از اتیلن الکل ۹۵ درصد طبیعی را به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب خالص آزمایشگاهی در یک مزور اضافه کنید.
- ۳- به طور تقریبی ۲۰ میلی‌لیتر از محلول را از مزور به ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری با در بطری پیچشی سرازیر کنید.
- ۴- مقادیر مربوط به پتری دیش توزین شده را به داخل ارلن مایر اضافه کنید و بهم بزنید تا محیط مجدداً آبدار شود.
- ۵- مقادیر باقیمانده مزور را به ارلن مایر اضافه کنید و کاملاً آنرا مخلوط نمایید.

- ۶- ارلن مایر را همراه با پوشش نرم در بن ماری یا در یک بشر موقت و حمام آب صفحه داغ الکتریکی قرار دهید.
- ۷- محیط کشت را برای ۳ تا ۵ دقیقه حرارت داده، به نقطه جوش برسانید اما اجازه ندهید بجوشد.
- ۸- سپس آنرا خارج کرده و تا ۴۵ درجه سلسیوس سرد کنید. pH محیط را کنترل کنید اگر لازم است pH را بین ۷/۱ و pH مساوی ۷/۳ با NaOH یا HCL یک نرمال تنظیم کنید. pH محیط خشک احیا شده به ندرت به تنظیم نیاز دارد.
- ۹- مقدار ۱/۸ تا ۲ میلی لیتر از محیط کشت را به داخل ظروف پتری ۴۷ میلی متری محتوی صفحه جاذب پخش کنید.
- ۱۰- محیط کشت باقیمانده ممکن است در ۲ تا ۱۰ درجه سلسیوس برای حداکثر ۹۶ ساعت سرد شود. (بعد از تهیه در یک ظرف درپوش دار ذخیره می شود). با وجود این بهتر است به طور روزانه محیط تازه تهیه شود. برای نتایج مناسب باید این محیط کشت را در برابر محیط کشت های معروف آزمایش کرد.
- آبگوشت M – Fc (کلیفرم مدفوعی):**

- ۱- صد میلی لیتر از آب خالص آزمایشگاهی را ۳/۷ گرم از محیط خشک M – Fc در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری با در بطری پیچشی بیافزاید.
- ۲- در یک ارلن دیگر، ۱۰۰ میلی لیتر از محلول هیدروکسید سدیم ۰/۲ نرمال (۰/۸ گرم از NaOH در ۱۰۰ میلی لیتر) را به ۱ گرم از اسید روزالیک برای تولید محصول ۱٪ اسید روزالیک اضافه نمایید (میزان محلول پایه اسید روزالیک ممکن است در ۲ تا ۱۰ درجه سلسیوس در محیط تاریک ذخیره شود و بعد از ۲ هفته دور انداخته شود و یا اگر رنگ آن از قرمز تیره به قهوه ای خاکی تغییر نماید فوراً دور ریخته می شود).
- ۳- یک میلی لیتر از محلول ۱٪ اسید روزالیک را به آبگوشت خشک M – Fc انتقال دهید.
- ۴- محیط را در یک ارلن با پوشش نرم تا نقطه جوش حرارت دهید، سپس فوراً آن را خارج سازید و زیر ۴۵ درجه سلسیوس آن را سرد کنید. اتوکلاو نکنید pH نهایی باید ۰/۲ ± ۷/۴ باشد.
- ۵- (همانند آبگوشت M – Endo) در دمای اتاق آن را تقسیم نمایید. بخش استفاده نشده آن را در دمای ۲ تا ۱۰ درجه سلسیوس نگه دارید و بعد از ۹۶ ساعت دور بریزید.
- تامپون فسفات:**

تامپون فسفات برای رقیق سازی و شستن نمونه ها بکار می رود. این محلول باید استریل شود چون هریک از ارگانسیم های حاضر در تامپون ممکن است با رشد زیاد در غشا، تولید مواد سمی یا رقابت بر سر مواد غذایی در شمارش کلیفرم ها مزاحمت ایجاد می نماید.

تهیه تامپون:

- ۱- محلول پایه اول: ۳۴ گرم از فسفات دی هیدروژن پتاسیم (KH_2PO_4) را در ۵۰۰ میلی لیتر از آب خالص آزمایشگاهی حل نمایید. pH را با NaOH یک نرمال تا pH مساوی ۷/۲ تنظیم کنید و سپس به منظور تولید ۱ لیتر محلول پایه تامپون با آب خالص آزمایشگاهی تا حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رقیق سازید. تامپون پایه را سرد کنید. اگر تامپون کدر شد آن را دور بریزید.



۲- محلول پایه دوم: ۳۸ گرم از کلرید منیزیم ($MgCl_2$) یا $۸۱/۴$ گرم از $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ را در ۱ لیتر آب خالص آزمایشگاهی حل نمایید.

۳- محلول مورد عمل $۱/۲۵$ میلی لیتر از محلول پایه اول را به ۵ میلی لیتر از محلول پایه دوم اضافه کنید و با آب خالص آزمایشگاهی تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید و کاملاً مخلوط نمایید.

محلول تیو سولفات سدیم (۱۰٪):

- ۱- ده گرم از تیوسولفات سدیم را در یک ظرف توزین وزن کنید.
 - ۲- سپس به داخل یک بشر تمیز کوچک بریزید.
 - ۳- بیست و پنج میلی لیتر از آب خالص آزمایشگاهی را به آن اضافه کرده و بهم بزنید یا تکان دهید تا کاملاً حل بشود.
 - ۴- مقادیر (حل شده) را به داخل بطری تمیز رقیق سازی (یا ارلن مایر ۱۲۵ میلی لیتری با در بطری پیچشی) بریزید.
 - ۵- هفتاد و پنج میلی لیتر از آب خالص آزمایشگاهی به آن اضافه کرده و در بطری را قرار دهید.
 - ۶- بخوبی آن را تکان دهید تا مطمئن شوید که تیوسولفات سدیم کاملاً مخلوط و حل شده است.
- توجه: وقتی به استفاده از آن نیاز دارید، $۰/۱$ میلی لیتر از محلول را به بطری‌های نمونه ۴ اونس بریزید و به عنوان ظروف نمونه برای پساب‌های کلردار استفاده کنید.

استریل کردن لوازم و مواد:

وقتی لوازم و مواد غیر مصرفی استریل مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، نگهدارنده‌های صافی، محیط کشت، تامپون، بطری‌های نمونه، بطری‌های رقیق سازی و پی‌پت‌ها باید قبل از استفاده استریل بشوند. بسته به واحدهای مورد استفاده روش‌های موجود عبارتند از: بخار تحت فشار، حرارت خشک، تابش با اشعه UV و صاف کردن غشایی.

روش اتوکلاو:

برای تامپون شستشو، محلول را در یک ظرف بروسلیکات ۱ لیتری نگهداری کنید یا در داخل بطری‌های ۱۰۰ میلی لیتری بریزید با در بطری یا پوشش نرمی سر آنها را ببندید و در ۱۲۱ درجه سلسیوس و ۱۵ پوند بر اینچ مربع فشار به مدت ۱۵ دقیقه (صد میلی لیتر یا کمتر) یا ۳۰ دقیقه (۵۰۰ میلی لیتر تا حجم ۱ لیتر) اتوکلاو کنید. برای بطری‌های رقیق سازی آن را به مقادیری قسمت کنید که ۹۹ ± ۲ میلی لیتر یا ۹ ± ۲ میلی لیتر فراهم بشود. درپوش نرم آن را بگذارید و در ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع برای ۱۵ دقیقه اتوکلاو کنید.

روش‌های صافی غشایی:

اگر اتوکلاو در دسترس نیست یا راندمان و راحتی کار مهم است ذرات را به وسیله تامپون صاف کردن همراه با نگهدارنده صافی با قطر ۴۷ میلی متر و غشا صافی به اندازه ۴ میکرومتر و پیش صافی ۴۲ میلی متری با الیاف ریز پشم شیشه حذف کنید. محلول صاف شده را به یک ظرف استریل انتقال دهید و سپس بر حسب نیاز (در موقع صاف کردن نمونه) مستقیماً آن را به داخل کیف صافی برای مرحله شستشو بریزید یا به داخل بطری رقیق سازی (بطری‌ها) با استفاده از یک سرنگ ۵۰ میلی لیتری متصل به یک واحد صافی قابل دفع و از قبل استریل شده با منافذی به اندازه $۰/۴۵$ میکرومتر یا $۰/۲۲$ میکرومتر بریزید.



بطری‌های نمونه/رقیق‌سازی:

توصیه‌هایی برای استفاده از شیشه‌های بروسلیکات یا بطری‌های نمونه پلی پروپیلن (با ظرفیت ۱۲۰ میلی‌لیتر) وجود دارد. اگر آب مورد نمونه‌گیری، کلرینه می‌شود، ۱ میلی‌لیتر محلول ۱ درصد تازه تهیه شده تیوسولفات سدیم را به بطری، قبلاً استریل کرده اضافه نمایید. سر و گردنه بطری را با زوروق آلومینیومی یا کاغذ کرافت بپوشانید و در ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو کنید، بطری‌های شیشه‌ای خالی یا پی‌پت‌های شیشه‌ای را یا در ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو کنید یا در حرارت خشک در ۱۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ ساعت (۲ ساعت برای پی‌پت‌های شیشه‌ای بکار می‌رود اگر در ظروف فلزی قرار بگیرند) استفاده کنید.

نگهدارنده صافی:

کلیه نگهدارنده‌های شیشه‌ای غیرمصرفی یا فولادی ضد زنگ را می‌توان با اتوکلاو کردن، استریل کردن با UV یا حرارت خشک استریل نمود.

اتوکلاو با بخار:

کیف و پایه را با کاغذ کرافت یا دیگر کاغذهای اتوکلاو بپوشانید و در ۱۲۱ درجه سلسیوس و ۱۵ پوند بر اینچ مربع (PSI) به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه اتوکلاو کنید. وسایل تا موقع باز شدن استریل باقی می‌مانند.

اشعه ماورا بنفش (UV):

جایی که اتوکلاو یا کوره حرارت خشک در آزمایشگاه موجود نیست استریل سازی با UV به مدت ۲ تا ۳ دقیقه برای نگهدارنده‌های صافی، کاملاً مؤثر یافت شده اند.

حرارت خشک بافور:

این روش تنها برای نگهدارنده‌های شیشه‌ای یا فولادی ضد زنگ توصیه می‌شود، در بطری لاستیکی را جدا کرده با زوروق آلومینیومی بپوشانید و به مدت ۱ ساعت در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس حرارت دهید. وسایل تا موقع باز شدن استریل باقی می‌مانند.

روش‌های متناوب استریل سازی:

برای کاربردهای صحرائی یا جاییکه شرایط اجازه استفاده از روشهای مشروحه قبل را نمی‌دهد یکی از دو روش متناوب زیر ممکن است بکار برود:

۱- جوشاندن:

هر یک از نگهدارنده‌ها یا بطری‌های نمونه شیشه‌ای یا پلی پروپیلن ممکن است درست قبل از استفاده، با فرو بردن در آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه استریل شوند سپس با استفاده از گیره فلزی آنها را خارج کرده و دهانه آنها را بپوشانید و سطح اصلی را با زوروق آلومینیومی براق بپوشانید. بلافاصله بعد از سرد کردن مورد استفاده قرار دهید.

۲- الکل:

اتانول طبیعی ۷۰٪ ترجیح دارد یا اگر قابل دسترسی به آن نیست الکل ایزوپروپیل از ۸۰ درصد تا درصدهای بالاترپ



قابل قبول است. وسایل را در الکل به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه غوطه ور کنید. اجازه دهید تا خشک شود و سپس بلافاصله استفاده نمایید.
مراجع: (۶).

منابع مورد استفاده

- ۱- آمارنامه سال ۱۳۷۵، سازمان آمار کشور.
- ۲- تشریح روش‌ها و بررسی‌های آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های آب و خاک از نظر کشاورزی نشریه شماره ۱۶۸ موسسه تحقیقات خاک و آب کشور
- ۳- دستورالعمل نمونه‌برداری آب نشریه شماره ۲۷۴ - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۴- دستورالعمل تعیین اسیدیته و قلیائیت و تعیین نیترژن آب نشریه شماره ۲۶۶، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۵- دستورالعمل آمار برداری منابع آب نشریه شماره ۳۳۰، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۶- دستورالعمل آزمون میکروبیولوژی آب نشریه شماره ۲۵۹، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۷- دستورالعمل آماربرداری منابع آب، کد فرم (۰۴-۱۸۱-الف) نشریه ۲۳۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- ۸- وی دین آدامز. خانم دکتر صادقی. راهنمای آزمایش آب و فاضلاب، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۹.
- ۹- راهنمای کنترل و تضمین کیفیت نمونه‌برداری از آب‌های سطحی و خروجی فاضلاب، گروه آلاینده‌های محیط زیست پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی.
- ۱۰- مهارآلودگی آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۱.
- ۱۱- مهدوی، م. ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲-A.p.H.A.(۱۹۹۲) standard methods for the Examination of water and wast water. ۱۸th.Edition;

APHA; AWWA.

water. ۱۸th.Edition; APHA; AWWA.

۱۳- Environmental Monitoring Handbook .Frak R. Burden . Mc Graw Hill. ۲۰۰۲.

۱۴- EPA-۸۴۱-B-۹۹-۰۰۷. Protocol For Developing Nutrient Tmdl. Firdt Edition. ۱۹۹۹.

۱۵- EPA-۸۲۲-B۰۰-۰۰۱. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual, Lakes And Reservoirs.

First Edition. April ۲۰۰۰.

۱۶- Eckenfelder, W. W., ۱۹۸۹. Industrial Water Pollution Control. Mc. Graw Hill. International

Editions, New York.



- ۱۷- Mikio, H., Water Quality And Its Control, IAHR, A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands, ۱۹۹۴.
- ۱۸- Martin, L.J., S.C. Mccutcheon, Hydrodynamics And Transport For Water Quality Modeling, Lewis Publishers, ۱۹۹۹.
- ۱۹- National Field Manual For The Collection Of Water Quality Data . USGS. ۲۰۰۵.
- ۲۰- Principles Of Surface Water Quality Modeling And Control. Robert V. Thomann , John A. Muller – Harper & Row Publishers – New York- ۱۹۸۷.
- ۲۱- Shiati, K., “Salinity Management In River Basin; Modeling And Management Of The Salt Affected Jarreh Reservoir (Iran)”, Doctoral Dissertation, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, ۱۹۹۱.
- ۲۲- Virginia Department Of Environmental Quality Millennium ۲۰۰۰ Water Quality Monitoring Strategy (۲۰۰۴ Revision).
- ۲۳- Water Quality Monitoring .(UNEP-WHO) . Jamic B- E&FN Spon .۱۹۹۶.
- ۲۴- Water Quality Standards. Hand Book . Second Edition. EPA. August ۱۹۹۴.

