پایش کیفیت آب‌های سطحی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول – کلیات	**۱**
۱-۱- مقدمه	۳
۱-۲- هدف	۳
۱-۳- دامنه کاربرد	۴
۱-۴- اهمیت تدوین دستورالعمل پایش کیفیت منابع آب	۴
۱-۵- تعاریف	۴
۱-۵-۱- پایش	۴
۱-۵-۲- آلودگی	۵
۱-۵-۳- آلاینده	۵
۱-۵-۴- کیفیت آب	۵
۱-۵-۵- منابع آلاینده	۶
۱-۵-۶- محیط‌های آبی پذیرنده	۷
۱-۵-۷- خود پالایی	۷
۱-۶- کلیات پایش	۸
۱-۶-۱- ساختار و اجزای پایش	۸
۱-۷- اهداف برنامه‌های پایش	۱۲
فصل دوم - طراحی برنامه پایش	**۱۳**
۲-۱- بررسی اولیه	۱۵
۲-۱-۱- وضعیت مناطق کشور	۱۸
۲-۲- نوع پایش	۱۹
۲-۲-۱- پایش وضعیت پایه یا غربالگری	۱۹
۲-۲-۲- پایش اثر	۱۹
۲-۲-۳- پایش روند	۲۰
۲-۲-۴- پایش سازگاری	۲۰
۲-۳- پارامترهای پایش شونده	۲۱
۲-۳-۱- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی	۲۲
۲-۳-۲- پایش زیستی	۲۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۴- ایستگاه‌های پایش	۲۹
۲-۴-۱- انتخاب تعداد ایستگاه‌های پایش	۲۹
۲-۴-۲- نحوه انتخاب محل ایستگاه‌های پایش	۳۰
۲-۵- تواتر پایش (فواصل زمانی پایش)	۳۳
۲-۶- مشخصات برنامه‌های پایش پیشنهادی	۳۴
۲-۷- بررسی و برآورد منابع مورد نیاز (مالی، آزمایشگاهی، حمل و نقل، نیروی انسانی)	۳۶
فصل سوم - نمونه‌برداری و اندازه‌گیری	**۳۹**
۳-۱- کلیات	۴۱
۳-۲- عملیات میدانی	۴۱
۳-۲-۱- روش و نوع نمونه‌برداری	۴۲
۳-۲-۲- مشخصات ظروف نمونه‌برداری	۴۳
۳-۲-۳- آماده‌سازی ظروف نمونه‌برداری	۴۳
۳-۲-۴- روش‌های برداشت نمونه از آب	۴۴
۳-۲-۵- ثبت مشاهدات میدانی	۴۹
۳-۲-۶- نگهداری و محافظت نمونه‌ها	۴۹
۳-۲-۷- تضمین کیفیت در نمونه‌برداری	۵۱
۳-۲-۸- ذخیره و حمل و نقل نمونه‌ها	۵۴
۳-۳- عملیات آزمایشگاهی	۵۵
۳-۳-۱- دریافت نمونه‌ها توسط آزمایشگاه	۵۵
۳-۳-۲- نحوه انجام آزمایش و سنجش‌ها	۵۵
۳-۴- نحوه ثبت و نگهداری اطلاعات میدانی	۵۶
۳-۴-۱- تهیه کاربرگ‌های ثبت اطلاعات میدانی	۵۶
۳-۴-۲- تهیه کاربرگ‌های ثبت نتایج اندازه‌گیری کیفیت آب	۶۰
۳-۵- ایمنی در طی فعالیت میدانی	۶۹
۳-۵-۱- اصول کلی مقابله با خطر	۶۹
۳-۵-۲- آماده‌سازی کاربرگ‌های اطلاعاتی و تلفن‌های ضروری	۷۰
۳-۶- دستورالعمل نحوه بهره‌برداری و نگهداری، ایمنی تجهیزات و وسایل نمونه‌برداری و آزمایش	۷۶
۳-۶-۱- نحوه بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات و دستگاه‌های نمونه‌برداری و آزمایش	۷۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۶-۲- نحوه واسنجی تجهیزات و دستگاه‌های سنجش پارامترها	۷۶
۳-۶-۳- نیروی تخصصی و امکانات مورد نیاز	۷۷
فصل چهارم - تجزیه و تحلیل داده‌ها و گزارش دهی	**۷۹**
۴-۱- کلیات	۸۱
۴-۲- بررسی داده‌ها	۸۱
۴-۲-۱- بررسی وضعیت کیفیت و اعتبار داده‌ها	۸۵
۴-۳- تحلیل داده‌ها	۸۹
۴-۳-۱- روش‌های آماری پارامتریک و غیرپارامتریک	۹۰
۴-۳-۲- توزیع نرمال	۹۳
۴-۳-۳- توزیع غیر نرمال	۹۷
۴-۳-۴- ارائه اطلاعات	۹۹
۴-۴- مقایسه نتایج حاصل از پایش با معیارها و استانداردهای معتبر کیفیت آب	۱۰۱
۴-۵- تعیین وضعیت شاخص آلودگی منبع آب سطحی مورد نظر	۱۰۲
۴-۶- روندیابی تغییرات پارامترهای کیفی براساس زمان	۱۰۳
۴-۷- روندیابی پارامترها براساس ایستگاه	۱۰۳
۴-۸- چگونگی ارائه نتایج و نحوه به‌کارگیری آن	۱۰۴
۴-۸-۱- گزارش‌های تخصصی	۱۰۴
۴-۸-۲- گزارش‌های عمومی	۱۰۴
۴-۸-۳- شرایط عادی	۱۰۵
۴-۸-۴- شرایط اضطراری	۱۰۵
۴-۹- ارائه پیشنهادها و راهکارها با توجه به حساسیت‌های مختلف محلی، منطقه‌ای یا ملی	۱۰۵
فصل پنجم - نحوه ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعات کیفی	**۱۰۷**
۵-۱- بانک‌های اطلاعات کیفی، محلی، منطقه‌ای و ملی	۱۰۹
۵-۲- نحوه گزارش‌گیری از اطلاعات به تفکیک سطوح محلی، منطقه‌ای و ملی	۱۰۹
۵-۳- بررسی و نحوه گردش اطلاعات و تدوین چارچوب تشکیلاتی تبادل اطلاعات بین معاونت‌های مختلف آب وزارت نیـرو با مجموعه محیط زیست کشور	۱۰۹
۵-۴- نحوه به روز نگهداشتن اطلاعات	۱۱۰
۵-۵- معرفی بانک‌های اطلاعاتی مناسب	۱۱۱

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۶- بررسی و ارائه روش نگهداری داده‌ها	۱۱۱
۵-۷- نحوه ایمن‌سازی سامانه اطلاعات کیفی به تفکیک سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی	۱۱۲
۵-۸- نیروی تخصصی مورد نیاز	۱۱۲
فصل ششم - نحوه بازنگری برنامه پایش و اصلاح شبکه پایش	**۱۱۳**
۶-۱- تدوین چارچوب بازنگری برنامه‌های پایش	۱۱۵
۶-۲- پایش و ارزشیابی شبکه‌های پایش در سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی	۱۱۶
پیوست ۱- سابقه پایش آب‌های سطحی در سایر کشورها	۱۱۹
پیوست ۲ – اهمیت، لزوم و دلایل و استفاده‌کنندگان دستورالعمل پایش	۱۲۹
پیوست ۳ – ویژگی‌ها و شاخص‌های حساسیت منطقه‌ای	۱۳۵
پیوست ۴ – پارامترهای کیفیت آب	۱۴۵
پیوست ۵ – انواع ایستگاه‌های پایش و ایستگاه‌های خودکار	۱۴۹
پیوست ۶- مثال‌هایی از طرح پایش جهت انتخاب ایستگاه‌های پایش	۱۵۷
پیوست ۷- اندازه‌گیری میزان جریان آب	۱۶۳
پیوست ۸- پایش زیستی	۱۷۱
پیوست ۹ – تعاریف مربوط به عملیات نمونه‌برداری و انواع نمونه‌برداری از آب‌های سطحی	۱۷۹
پیوست ۱۰- تعداد نمونه‌های مورد نیاز	۱۸۷
پیوست ۱۱- تجهیزات نمونه‌برداری	۱۹۱
پیوست ۱۲- راهنمای تکمیل کاربرگ‌های ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی	۱۹۵
پیوست ۱۳- مثال‌هایی از نمودارها و جداول مربوط به تجزیه و تحلیل داده‌ها	۱۹۹
منابع و مراجع	**۲۰۳**

فهرست اشکال و نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۱– ۱– طبقه‌بندی منابع آلاینده	۶
شکل ۱–۱– منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای رودخانه‌ها	۷
نمودار ۱–۲– اجزای یک برنامه پایش و روابط بین آنها	۸
شکل ۴–۱– توزیع نرمال و غیرنرمال داده‌ها	۹۳
شکل ۴–۲– نمونه‌ای از یک باکس پلات	۱۰۰
شکل پ. ۵–۱– نمای کلی از ایستگاه‌های پایش خودکار	۱۵۲
شکل پ. ۶–۱– وضعیت شماتیک یک حوضه آبریز و ایستگاه‌های پایش	۱۵۹
نمودار پ.۱۳–۱– روند تغییرات میزان اکسیژن محلول در یک ایستگاه و مقایسه آن با استاندارد (حداقل)	۲۰۱
نمودار پ. ۱۳–۲– روند تغییرات میزان اکسیژن محلول در ۵ ایستگاه در یک حوضه	۲۰۱

فهرست جداول و کاربرگ‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱- ۱- طبقه‌بندی پارامترهای کیفیت آب	۵
جدول ۲-۱- ویژگی‌های اصلی حوضه‌های آبریز مورد نیاز در مطالعات پایش کیفیت آب	۱۶
جدول ۲-۲- داده‌های مورد نیاز برای جمع‌آوری از منطقه در مورد انواع کاربری یا توسعه‌ها	۱۸
جدول ۲-۳- منابع آلاینده و یا کاربری اراضی و عوامل مورد نیاز برای پایش	۲۳
جدول ۲-۴- ارتباط شاخص‌های زیستی و درجه‌بندی کیفیت آب	۲۸
جدول ۲-۵- طبقه‌بندی شاخص تراکم ایستگاه‌ها	۳۰
جدول ۲-۶- فواصل تقریبی اختلاط کامل در رودخانه و نهرها	۳۲
جدول ۲-۷- ویژگی‌های طبقات تواتر پایش	۳۳
جدول ۲-۸- مشخصات و ویژگی‌های پایش پایه	۳۴
جدول ۲- ۹ - مشخصات و ویژگی‌های پایش سازگاری	۳۵
جدول ۲-۱۰- مشخصات و ویژگی‌های پایش اثر	۳۵
جدول ۲-۱۱- مشخصات و ویژگی‌های پایش روندیابی	۳۶
جدول ۳-۱- حجم نمونه، نوع تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری نمونه‌ها	۴۷
جدول ۳-۲- عوامل تاثیرگذار بر کیفیت عملیات میدانی پایش آب	۵۲
کاربرگ ۳-۱– مشخصات ایستگاه نمونه‌برداری	۵۹
کاربرگ ۳-۲– اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی میدانی	۶۱
کاربرگ ۳-۳- پایش زیستی	۶۲
کاربرگ ۳-۴– اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی آزمایشگاهی	۶۳
کاربرگ ۳-۵- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور	۶۴
کاربرگ ۳-۶- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور	۶۵
کاربرگ ۳-۷- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور	۶۶
کاربرگ ۳-۸-اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور	۶۷
کاربرگ ۳-۹- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور	۶۸
کاربرگ ۳-۱۰- فهرست تجهیزات ایمنی	۷۲
کاربرگ ۳-۱۱- تلفن‌های اضطراری	۷۳
جدول ۴-۱- نمونه‌ای از محاسبات انجام شده آماری	۹۲

فهرست جداول و کاربرگ‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۲- نتایج و اطلاعات آماری پایش کیفیت آب ۱۰۱

جدول پ. ۳-۱- ویژگی‌های کلی حوضه‌های آبریز اصلی کشور ۱۳۷

جدول پ. ۳-۲- شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور ۱۳۸

جدول پ. ۳-۳ - طبقه‌بندی معیارها و عوامل استفاده شده در تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش در حوضه‌های کشور ایران ۱۳۹

جدول پ. ۳-۴- ویژگی‌ها، شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور و تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش ۱۴۰

جدول پ. ۴-۱- راهنمای انتخاب متغیرهای (شاخص‌های) کیفیت آب با توجه به نوع کاربری ۱۴۸

کاربرگ پ. ۷-۱- اندازه‌گیری آبدهی ۱۶۷

جدول پ. ۱۰-۱- تعداد نمونه پیشنهادی جهت تهیه نمونه ترکیبی در آب‌های جاری ۱۸۹

جدول پ-۱۳-۱- نتایج اندازه‌گیری میزان اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مختلف در ۱۲ ماه ۲۰۲

فصل ۱

کلیات

۱-۱- مقدمه

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور می‌باشد. آب‌های سطحی جاری یا رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تامین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. بسیاری از برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشورها بر اساس پتانسیل بالقوه منابع آب سطحی می‌باشد. آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آنها می‌باشد. بدیهی است که برای آگاهی از کیفیت منابع آب و تولید اطلاعات مورد نیاز باید پایش انجام شود. چرا که داشتن اطلاعات جامع، صحیح و قابل اطمینان با دوره‌های زمانی مناسب می‌تواند عامل مهمی در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها باشد.

در بسیاری از کشورها پایش کیفیت منابع آب یکی از برنامه‌های اصلی سازمان‌های مرتبط با آب است. بیش‌تر این کشورها دستورالعمل‌هایی برای پایش تهیه یا با استفاده از دستورالعمل‌های منتشر شده توسط سایر کشورها یا سازمان های بین المللی این کار را انجام می‌دهند. مروری بر سابقه و وضعیت پایش در دیگر کشورها در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

پایش کیفیت منابع آب مسایل مختلفی از قبیل عوامل مورد سنجش، مکان اندازه‌گیری، دوره زمانی و تواتر اندازه‌گیری، چگونگی اندازه‌گیری، روش ثبت و نگهداری داده ها و اطلاعات و غیره را در بر می‌گیرد. طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور برای یکسان و استاندارد کردن پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری، اقدام به تهیه دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری کرده است.

این دستورالعمل مسایل مختلفی را که به هنگام طراحی و اجرای یک برنامه پایش باید لحاظ شوند، شامل هدف گذاری، چگونگی طراحی برنامه پایش، ملاحظات و نیازمندی ها به هنگام اجرای برنامه، روش های تجزیه و تحلیل داده ها و تولید اطلاعات، روش های ثبت و ذخیره سازی داده ها و اطلاعات، و در پایان بازنگری و اصلاح برنامه پایش را در بر می گیرد.

هر چند این دستورالعمل شامل توصیه ها و راهکارهایی در زمینه ارزشیابی شبکه های پایش آب های سطحی جاری می باشد، با این وجود با توجه به اهمیت و گستردگی این موضوع، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور در نظر دارد دستورالعمل جداگانه و جامعی در این زمینه با عنوان «دستورالعمل ارزشیابی برنامه های پایش کیفیت منابع آب سطحی، زیر زمینی و مخازن سدها» تهیه کند.

در تهیه این دستورالعمل تلاش شده دستورالعمل‌های مختلف پایش کیفیت آب براساس کلیه اطلاعات به‌دست آمده، تجارب و استانداردهای کشورهای مختلف و وضعیت آب‌های کشور بررسی گردند و درنهایت با توجه به تمام موارد فوق جدول‌ها و نمودارهایی ارائه شده است.

۱-۲- هدف

این دستورالعمل با هدف برنامه ریزی، طراحی و انجام برنامه های پایش کیفیت منابع آب سطحی جاری بر اساس روش های فنی و قابل اعتماد برمبنای مراجع علمی معتبر و هم‌چنین یکسان نمودن رویه ها در زمینه پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری کشور تدوین گردیده است .

۱-۳- دامنه کاربرد

گستره این دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری کشور بوده و به عنوان معیار و ضابطه‌ای برای این‌گونه طرح‌ها کاربرد دارد.

مهم‌ترین کاربرد این دستورالعمل، برای ارگان ها و سازمان‌هایی است که مسوولیت برنامه ریزی ، کنترل و نظارت بر کیفیت منابع سطحی کشور را عهده دار می باشند. در رتبه دوم مشاوران ، پیمانکاران ، دانشگاه ها ، و یا سازمان‌های غیر دولتی که به نحوی پایش و اندازه گیری کیفیت آب های سطحی جاری را انجام می دهند ، می توانند از این دستورالعمل استفاده نمایند. هم‌چنین سازمان‌ها یا نهادهایی که به نحوی مسوولیت نظارت بر فعالیت های مورد نظر این دستورالعمل یا تخصیص اعتبار برای آن را بر عهده دارند ، می توانند از این دستورالعمل استفاده کنند.

علاوه بر سه گروه فوق این دستورالعمل برای کلیه اساتید ، دانشجویان ، کارشناسان گرایش های مختلف منابع آب و محیط زیست، صنایع، زمین شناسی و معادن ، کشاورزی و کلیه سازمان های غیر دولتی که با توجه به ماهیت فعالیت خود علاقه مند پایش و سنجش مستمر یا موردی کیفیت منابع آب سطحی جاری می باشند، می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۱-۴- اهمیت تدوین دستورالعمل پایش کیفیت منابع آب

برنامه‌های پایش کیفیت منابع آب می‌توانند کیفیت مناسب منابع آب برای کاربری‌های مختلف را تضمین کنند. به عبارت دیگر، همان‌گونه که برای کاربری‌های مختلف آب مانند شرب، نیازمند منبع آب با کیفیت خاصی می‌باشد و بدون کیفیت مورد نظر تخصیص از منبع آب برای شرب امکان‌پذیر نمی‌باشد، بدون پایش، اطلاع مستمر از کیفیت منبع آب، روند تغییرات آن، برنامه‌ریزی برای تخصیص بهینه برای کاربری‌های گوناگون و طراحی و اجرای برنامه‌های مدیریتی امکان‌پذیر نمی‌باشد. به‌طور کلی پایش کیفیت آب، یک سامانه حیاتی پشتیبان برای تصمیم‌گیری در برنامه‌های مدیریت آب به حساب می‌آید.

۱-۵- تعاریف

سازمان‌های بین‌المللی مرتبط با مباحث آب و محیط زیست تعاریف مختلفی از مفهوم پایش کیفیت آب ارائه داده‌اند. در این بخش به برخی از آنها اشاره شده است.

۱-۵-۱- پایش

- براساس تعریف ارائه شده توسط سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]: پایش کیفیت آب عبارت است از فرایند برنامه‌ریزی شده نمونه‌برداری، اندازه‌گیری و ثبت یا علامت‌گذاری ویژگی‌های مختلف آب که اغلب با هدف ارزیابی تناسب و تطابق با هدف یا اهداف کاربری تعریف شده برای آب می‌باشد.

1- International standard organization

۱-۵-۲- آلودگی

تغییر مواد محلول یا معلق یا درجه حرارت و دیگر خواص فیزیکی ، شیمیایی و زیستی آب در حدی که آن را برای مصرفی که برای آن مقرر است مضر یا غیر مفید سازد [آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب، مصوبه شماره ۱۸۲۴۱/ت ۷۱ ه مورخ ۱۳۷۳/۳/۱۶ هیات وزیران].

۱-۵-۳- آلاینده

هر نوع مواد یا عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی که باعث آلودگی آب گردیده یا به آلودگی آن بیافزاید [آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب، مصوبه شماره ۱۸۲۴۱/ت ۷۱ ه مورخ ۱۳۷۳/۳/۱۶ هیات وزیران].

۱-۵-۴- کیفیت آب

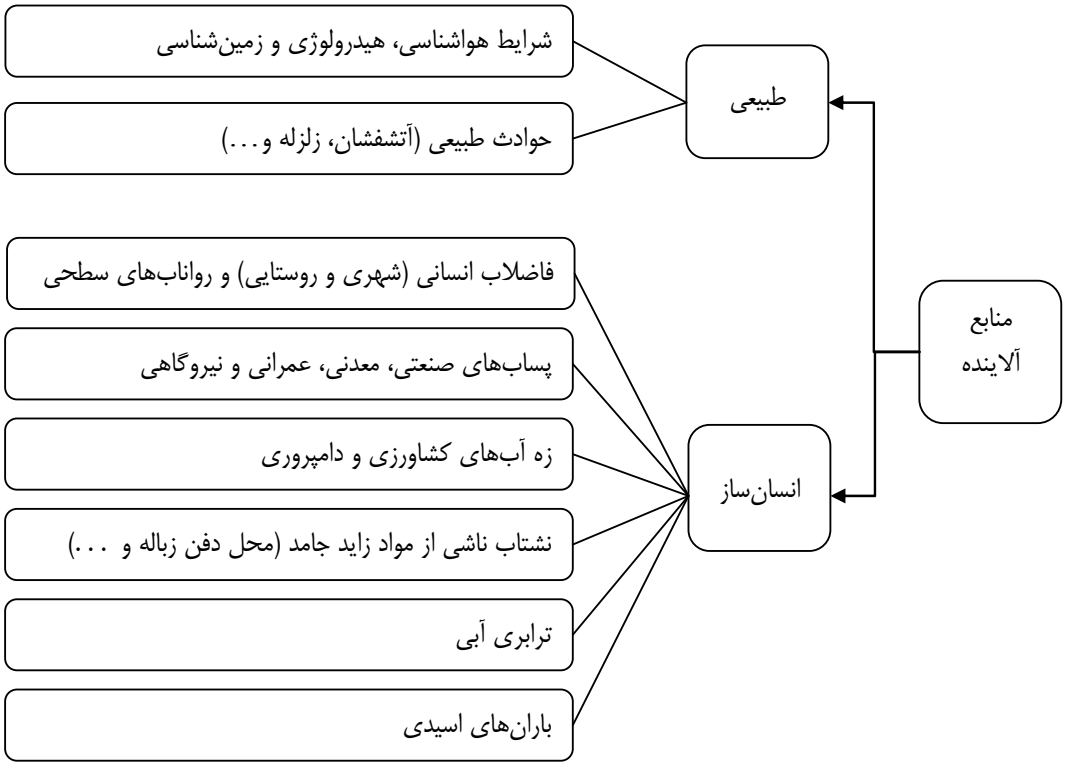
عبارتی است که برای توصیف ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی آب با توجه به تناسب آب با کاربری‌های سودمند آن استفاده می‌شود. مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب که درخصوص کیفیت آب موثر می‌باشد در جدول ۱-۱ اشاره شده است.

جدول ۱- ۱- طبقه‌بندی پارامترهای کیفیت آب

عوامل فیزیکی – شیمیایی	عوامل زیستی
- درجه حرارت - رنگ - بو - کدورت - ذرات معلق، - قابلیت هدایت الکتریکی - رادیو اکتیویته - pH، - مواد محلول (کاتیون‌ها و آنیون‌ها) - سختی، - کلر باقیمانده - فلزات سنگین: آرسنیک، کادمیوم، کرم، مس، نیکل، . . . - مواد آلی خطی و حلقوی (TOC) - ترکیبات نیتروژن - ترکیبات فسفر - اکسیژن محلول - خواست اکسیژن بیوشیمیایی (BOD) - خواست اکسیژن شیمیایی (COD)	- کل کلی‌فرم‌ها - کلی‌فرم‌های مدفوعی - اشرشیاکلی - انتروکوکسی - کلروفیل a - پریفیتون ها - زئو پلانکتون‌ها - فیتو پلانکتون‌ها - تخم انگل

۱-۵-۵- منابع آلاینده

آلاینده‌های آب می‌توانند منابع مختلفی داشته باشند. به‌طور کلی منابع آلاینده به دو گروه طبیعی[۱] و انسان‌ساز [۲] تقسیم می‌شوند. (نمودار ۱-۱)



نمودار ۱- ۱- طبقه‌بندی منابع آلاینده

۱-۵-۵-۱- منبع آلاینده نقطه‌ای

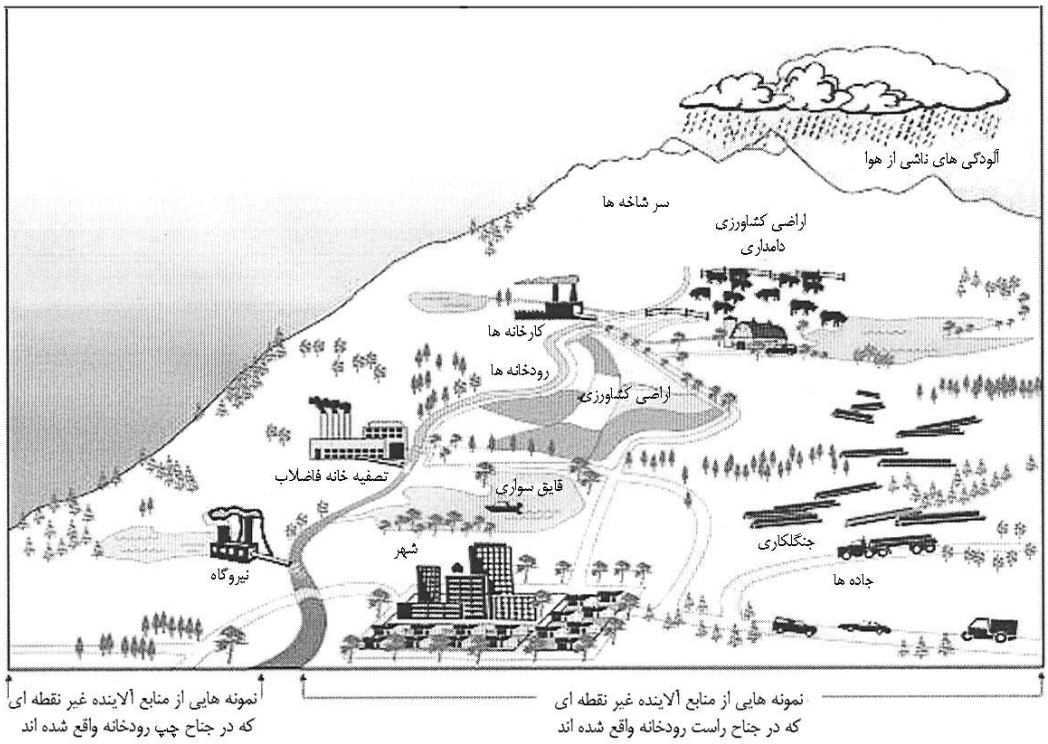
منبع آلاینده‌ای که از یک محل مشخص و قابل شناسایی وارد محیط پذیرنده می‌شود، مانند فاضلاب خروجی صنایع، نیروگاه‌ها یا تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری.

۱-۵-۵-۲- منبع آلاینده غیرنقطه‌ای

منبع آلاینده‌ای که محل ورود مشخص و قابل شناسایی به محیط پذیرنده ندارد. به‌طور معمول این منابع شامل زه‌آب‌ها و رواناب‌ها می‌باشند که از زمین‌های کشاورزی یا اراضی پاکتراشی شده، معادن، کارگاه‌های ساختمانی، جاده‌ها و مناطق شهری ناشی می‌شوند. آلودگی هوا که بر روی منابع آب فرو می‌نشیند نیز یک منبع آلاینده غیرنقطه‌ای است. اغلب به دلیل دشواری شناسایی یا تعیین محل ورود این منابع کنترل آنها آسان نمی‌باشد.

۱- منابع آلاینده طبیعی: منابعی است که به صورت طبیعی و بدون دخالت انسان در طبیعت وجود داشته و به صورت مستمر (مانند چشمه‌های سولفاته) یا در اثر حوادث (مانند آتشفشان) موجب آلودگی آب می‌شود.

۲- منابع آلاینده انسان‌ساز: منابعی است که در نتیجه فعالیت‌های مختلف انسانی، به صورت مستقیم (اولیه) یا غیرمستقیم (ثانویه) باعث آلودگی آب می‌شوند.



شکل ۱-۱- منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای رودخانه‌ها

۱-۵-۶- محیط‌های آبی پذیرنده

محیط‌های آبی پذیرنده شامل کلیه آب‌های سطحی و زیرزمینی از جمله قنوات، چاه‌ها و سفره آب‌های زیرزمینی و چشمه‌ها و نیز دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، نهرها، تالاب‌ها، آبگیرها و برکه‌ها که فاضلاب و مواد زاید جامد به آنها تخلیه شده و یا در آنها نفوذ می‌کند، می‌باشد [آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب، مصوبه شماره ۱۸۲۴۱/ت ۷۱ ه مورخ ۱۳۷۳/۳/۱۶ هیات وزیران].

۱-۵-۷- خود پالایی[۱]

خودپالایی، توانایی یک توده آبی در زدودن آلاینده‌ها از خود است. به بیان دیگر، حذف یا کاهش مواد آلی، مواد مغذی گیاهان و سایر آلاینده‌ها از دریاچه‌ها یا رودخانه‌ها به واسطه فعالیت جوامع زیستی ساکن در آن خودپالایی نامیده می‌شود.

۱- برای کسب اطلاعات بیش‌تر به «راهنمای مطالعات ظرفیت خودپالایی رودخانه‌ها، نشریه شماره ۴۸۱»، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور مراجعه شود.

۱-۶- کلیات پایش

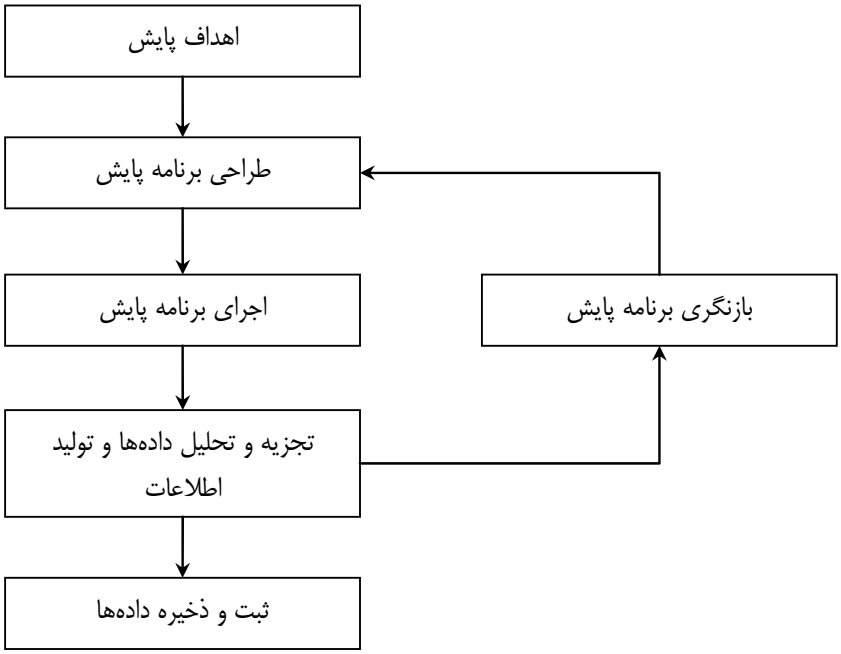
۱-۶-۱- ساختار و اجزای پایش

در هر برنامه پایش کیفیت منابع آب، پیش از شروع نمونه‌برداری و آنالیز لازم است موارد زیر شفاف شوند:

- هدف برنامه پایش
- داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز
- داده‌ها و اطلاعات موجود
- تعیین کمبودها و نواقص داده‌ها و اطلاعات

پیش از شروع یک برنامه پایش باید هدف برنامه و محدودیت‌های احتمالی به صورت شفاف مشخص شوند.

هر برنامه پایش از چند جز اصلی تشکیل شده است که با یکدیگر ارتباط دارند (نمودار ۱-۲).



نمودار ۱-۲- اجزای یک برنامه پایش و روابط بین آنها

۱-۶-۱-۱- اهداف پایش

تعیین هدف پایش مهم‌ترین گام در برنامه پایش است و سایر اجزای پایش در راستای تحقق آن طراحی و اجرا می‌شوند. هدف پایش در واقع دلیل انجام پایش است. برخی از مهم‌ترین اهداف پایش عبارتند از:

- تعیین شرایط پایه کیفیت منبع آب یا به عبارت دیگر تعیین مقدار متغیرها در آب در شرایط موجود (پایش پایه یا غربالگری).
- ارزیابی اثر پروژه‌های انسان‌ساز یا رخدادهای طبیعی بر کیفیت آب (پایش اثر)
- تعیین تغییرات دراز مدت کیفیت آب ناشی فعالیت‌های انسان‌ساز یا طبیعی و ویژگی‌های آن (پایش روند)

- اطمینان از انطباق کیفیت آب با نیازمندی‌ها و الزامات کاربری‌های مختلف (پایش سازگاری)
- ردیابی زودهنگام آلودگی‌های غیرعادی موجود در آب و عکس‌العمل در برابر شرایط فوق‌العاده
- آگاهی از میزان موثر بودن برنامه‌های مدیریت منابع آب و یا بهترین اقدام مدیریتی (BMP)[1]

بدیهی است انتخاب هریک از اهداف بالا، استراتژی و برنامه‌ریزی پایش را تحت تاثیر قرار خواهد داد بنابراین اهداف کلی باید با قدری تامل، همه‌جانبه‌گر و همراه با پیش‌بینی نیازهای حال و آینده انتخاب شود.

۱-۶-۱-۲- طراحی برنامه پایش

الف- پیشینه پایش و داده‌های تاریخی

- جمع‌آوری و بررسی پیشینه مطالعاتی و داده‌های تاریخی و اطلاعات تولیدی (با تاکید بر هدف(ها) آنها)
- ارزیابی پایش‌های انجام شده قبلی (با تاکید بر هدف(ها) آنها)

ب- طراحی شبکه پایش

طراحی برنامه پایش شامل گام‌های اساسی زیر می‌باشد:

- انتخاب نوع پایش با توجه به هدف(ها)
- شناسایی محدوده مطالعاتی و ویژگی‌های آن
- تعیین پارامترهای پایش، موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری، زمان نمونه‌برداری و تواتر نمونه‌برداری
- تعیین روش‌های نمونه‌برداری، نگهداری و حمل و آنالیز نمونه‌ها
- روش‌های تضمین کیفیت و کنترل کیفیت
- برآورد و ارزیابی منابع مورد نیاز (تجهیزات و امکانات آماده‌سازی و نگهداری، نمونه‌برداری، آزمایشگاه، حمل و نقل، نیروی انسانی، ایمنی، مستندسازی، آموزش و منابع مالی و بودجه‌بندی)
- تعیین روش‌های پردازش داده‌ها و تولید اطلاعات
- ثبت و ذخیره‌سازی داده‌ها
- تعیین روش بازنگری برنامه پایش

۱-۶-۱-۳- اجرای برنامه پایش

الف- پیمایش و سنجش‌های میدانی

1- Best management practice

پیمایش محدوده مطالعاتی از اولین گام‌های اجرای برنامه پایش و به‌طور معمول شامل پیمایش محدوده مطالعاتی (شامل مشاهده حاشیه رودخانه، منابع آلاینده عمده و فعالیت‌های تاثیرگذار) است. به هنگام پیمایش موقعیت اولیه ایستگاه‌های پایش، مسایل ایمنی، نحوه و مدت زمان لازم برای دسترسی به ایستگاه‌های انتخابی، مشکلات ظاهری آب و محدوده مطالعاتی، و هر مورد دیگری که گروه پیمایش مهم تشخیص می‌دهد، باید ثبت شود. توصیه می‌شود که گروه، مشاهدات خود را با استفاده از عکس و فیلم برای بررسی‌های بعدی ثبت کند. هم‌چنین توصیه می‌شود گروه طراحی یا حداقل مدیر برنامه پایش به همراه یک کارشناس آشنا با محدوده مطالعاتی گروه پیمایش را همراهی کنند.

هم‌چنین ممکن است به منظور به دست آوردن شناخت اولیه وضعیت کیفیت آب هم‌زمان با پیمایش یک برنامه نمونه‌برداری و سنجش اولیه به ویژه برای عواملی که در محل اندازه‌گیری می‌شوند، انجام گردد. در این صورت باید روش‌های نمونه‌برداری، اندازه‌گیری‌های میدانی و ایمنی پیش از اجرای پیمایش تعیین شوند.

ب- نمونه‌برداری، سنجش‌های میدانی، نگهداری و حمل نمونه‌ها

نمونه‌برداری و سنجش‌های میدانی بخشی از فعالیت‌های اجرایی پایش هستند که شامل گام‌های زیر می‌باشند:

- نمونه‌برداری برای آنالیزهای آزمایشگاهی و میدانی (در صورت لزوم)
- آماده‌سازی و نگهداری نمونه‌ها
- حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه
- اندازه‌گیری‌های میدانی
- تضمین و کنترل کیفیت اندازه‌گیری‌های میدانی
- تضمین و کنترل کیفیت نمونه‌برداری

ج- اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

یکی دیگر از فعالیت‌های اجرایی پایش آنالیزهای آزمایشگاهی است که پس از نمونه‌برداری و حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه آغاز می‌شود و شامل موارد زیر است:

- دریافت و ثبت نمونه‌ها
- اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی
- تضمین و کنترل کیفیت اندازه‌گیری‌ها
- ثبت و گزارش نتایج اندازه‌گیری‌ها

د- کنترل کیفیت داده‌ها

در کلیه فعالیت‌های نمونه‌برداری، آماده‌سازی، حمل و اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی اطمینان از روش‌های انتخابی و داده‌های تولید ضروری است. در این بخش دو موضوع اصلی کنترل می‌شود:

- ایجاد اطلاعات قابل قبول و واقعی

- کنترل کیفیت داخلی و خارجی

۱-۶-۱-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

باید توجه داشت که خروجی نهایی برنامه پایش تولید اطلاعات و نه داده می‌باشد. برای تبدیل داده‌ها به اطلاعات باید با توجه به هدف پایش، داده‌ها پردازش شوند. پردازش داده‌ها یکی از بخش‌های اصلی برنامه پایش و شامل گام‌های زیر می‌باشد:

- کنترل داده‌ها
- تعیین روش‌های مناسب آماری و پردازش داده‌ها (با توجه به هدف پایش)
- تعیین روش مناسب ارائه اطلاعات
- گزارش‌دهی

۱-۶-۱-۵- ذخیره‌سازی و نگهداری اطلاعات

در برنامه پایش باید روش مدیریت داده‌ها، ثبت و ذخیره‌سازی و ارائه گزارش‌ها مشخص شود. در این زمینه باید موارد زیر بررسی شوند.

- تعیین ساختار و ویژگی‌های بانک داده‌ها
- ایجاد بانک داده‌ها
- ذخیره‌سازی داده‌ها
- تعیین نحوه ارائه و تبادل داده‌ها
- ایمن‌سازی بانک داده‌ها

۱-۶-۱-۶- بازنگری برنامه پایش

برنامه پایش باید پویا باشد و قابلیت اصلاح به هنگام اجرا را داشته باشد تا بتوان از دستیابی به هدف(ها) برنامه اطمینان یافت. اصلاح برنامه می‌تواند به دلیل وجود نقص در طراحی برنامه، بروز محدودیت‌های پیش‌بینی نشده یا ایجاد نیازمندی‌های جدید انجام شود. گام‌هایی که به هنگام بازنگری برنامه پایش باید برداشته شوند عبارتند از:

- تدوین چارچوب بازنگری برنامه‌های پایش (تعیین شاخص‌های ارزیابی با توجه به هدف پایش، تعیین نقاط کنترل برنامه پایش، دوره‌های زمانی بازنگری، نوع و سطح بازنگری و . . .)
- ارزیابی برنامه پایش
- انجام اصلاح‌های مورد نیاز در برنامه پایش
- ارزیابی کارایی اصلاح‌های انجام شده

۱-۷- اهداف برنامه‌های پایش

هدف اصلی برنامه‌های پایش کیفیت آب‌های سطحی درحالت کلی جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از کیفیت موجود منابع آب سطحی به منظور کاربرد در برنامه‌ریزی و تخصیص منابع آب برای مصارف گوناگون و هم‌چنین تدوین برنامه‌های کلان مدیریت حوضه‌های آبریز و نیز برنامه‌های مدیریت زیست محیطی و کنترل آلودگی‌ها می‌باشد. بنابراین برنامه‌های پایش باید در نهایت بتوانند به تحقق اهداف عالی این قبیل برنامه‌ها کمک کنند.

موارد مختلفی از انواع اهداف، پاسخ ها و اطلاعات در برنامه‌های پایش کیفیت آب دنبال می‌شوند. این موارد مختلف کیفیت آب را از جنبه‌های مختلفی براساس نوع متغیرهای مورد نظر جایگاه کنونی، تغییرات مکانی و زمانی موارد استفاده و تاثیرات آلاینده‌ها مورد بررسی قرار می‌دهند. این تفاوت‌ها منجر به پیگیری رویه‌های مختلفی برای طراحی و تحقق برنامه‌های پایش، انتخاب متغیرهای مورد اندازه‌گیری و سایر اطلاعات مورد نیاز برای تغییرات مورد نیاز ارائه می‌شوند. در پیوست شماره ۲ در خصوص اهمیت، لزوم و دلایل تدوین و استفاده کنندگان این دستورالعمل، توضیحاتی ارائه شده است.

با توجه به کلیات اشاره شده فوق، مجموعه اهداف برنامه‌های پایش کیفیت آب‌های سطحی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد.

- سنجش ویژگی‌های کیفیت منابع آب سطحی در مناطق مختلف
- اطلاع از روند تغییرات کیفیت منابع آب سطحی
- تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع مختلف آب برای مصارف گوناگون براساس کیفیت موجود و مورد نیاز
- استفاده از نتایج پایش در برنامه‌های جامع مدیریت منابع آب حوضه آبریز (مانند تدوین طرح جامع منابع آب کشور)
- تدوین برنامه‌های مدیریت محیط زیستی و کیفیت منابع آب
- تدوین و تصویب قوانین و ضوابط زیست محیطی تخلیه پساب‌ها و فاضلاب‌ها به منابع آب سطحی
- شناسایی منابع آلوده کننده آب‌های سطحی (منابع انسانی و غیرانسانی) به منظور ارائه راهکارهای مناسب کنترل کیفیت آب‌های سطحی
- تعیین محل‌های مناسب اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی در کوتاه مدت و بلند مدت به منظور استفاده بهینه از منابع آب‌های سطحی
- آگاهی از میزان موثر بودن برنامه‌های مدیریت منابع آب و یا بهترین اقدام مدیریتی
- عکس‌العمل در برابر شرایط فوق‌العاده
- واسنجی مدل‌های کیفی

فصل ۲

طراحی برنامه پایش

۲-۱- بررسی اولیه

بررسی اولیه یا بررسی حوضه، اولین اقدام برای بخش طرح‌ریزی پایش می‌باشد. پس از مشخص شدن هدف پایش و به عبارتی دیگر، نوع پایش مورد نظر، باید بررسی اولیه در خصوص وضعیت حوضه/ محدوده مطالعاتی و تعیین مشخصات و عوامل مرتبط با امر پایش در حوضه انجام گیرد. موضوع‌های زیر باید مورد بررسی قرار گیرد.

الف- تعیین محدوده مطالعاتی/ حوضه آبریز

محدوده مورد پایش براساس هدف، نوع پایش و نکته نظرات سازمان درخواست کننده و نظارت کننده باید بر روی نقشه‌هایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و در صورت امکان ۱:۲۵۰۰۰ مشخص شود. توصیف وضعیت حوضه/ محدوده مطالعاتی می‌تواند شامل مرز وضعیت حوضه/ محدوده مطالعاتی، وسعت وضعیت حوضه/ محدوده مطالعاتی بر حسب کیلومترمربع، موقعیت شکل زمین و شناسایی تمامی پهنه‌های آبی در سامانه آبی مورد بررسی باشد.

ب- اطلاعات هواشناسی و هیدرولوژیکی

اطلاعات مورد نیاز برای مشخص شدن شرایط هواشناسی و هیدرولوژیکی در جدول (۲-۱) مشخص شده است. این اطلاعات با استفاده از اطلاعات موجود منطقه و بررسی‌های کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده و موضوع‌های مورد نیاز از اطلاعات موجود به صورت خلاصه استخراج می‌شود و به عنوان اطلاعات اولیه برای شناسایی حوضه یا محدوده مطالعاتی در طراحی برنامه پایش استفاده و نگهداری می‌شود. هم‌چنین برای کنترل کیفی اطلاعات جمع‌آوری شده می‌توان از دستورالعمل‌های عنوان شده به عنوان روش‌های قابل استناد استفاده کرد.

ج- شناسایی و بررسی نقاط برداشت آب و منابع آلاینده از نقطه نظر کمی و کیفی

بررسی میدانی، ابتدا با شناسایی کاربری‌های مختلف در منطقه که می‌توانند برداشت آب داشته باشند، شامل سکونتگاه‌های روستایی و شهری، اراضی کشاورزی، واحدهای صنعتی، واحدهای آبزی پروری، اماکن توریستی و گردشگری و غیره آغاز می‌شود. سپس نقاط برداشت، نحوه برداشت (مستقیم، غیرمستقیم)، تجهیزات و سازه‌های موجود برای برداشت و میزان برداشت ماهانه یا سالیانه شناسایی و بر روی نقشه حوضه آبریز منطقه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰۰ مشخص می‌شود. در مرحله دوم اطلاعات مورد نیاز در خصوص هرکدام از کاربری‌های موجود براساس جدول شماره (۲-۲) جمع‌آوری می‌شود.

جدول ۲-۱- ویژگی‌های اصلی حوضه‌های آبریز مورد نیاز در مطالعات پایش کیفیت آب

شاخص اصلی	پارامتر	منابع اطلاعاتی و سازمان‌های دریافت‌کننده اطلاعات	نحوه انجام بررسی یا دستورالعمل مربوط
فیزیوگرافی	– نام حوضه‌های فرعی و رودخانه‌های آنها – حداکثر، حداقل ارتفاع حوضه – شیب متوسط و سطح حوضه – زمان تمرکز – شاخه‌های فرعی و اصلی – مخازن آبی و دریاچه‌های موجود	– مطالعات هیدورلوژی منطقه، مطالعات مربوط به حوصه مانند آبخیزداری، سدهای در حال مطالعه و یا ساخت، طرح‌های جامع محیط زیست استان. – مطالعات حوضه‌های آبریز کشور (جاماب) – شرکت آب منطقه‌ای استان، جهاد کشاورزی استان، اداره کل محیط زیست استان	روش انجام مطالعات فیزیوگرافی، براساس دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه‌های آبخیز طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی – وزارت نیرو (نشریه شماره ۱۶۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی معاونت امور فنی) انجام می‌شود.
رواناب	– آبدهی – سیلاب	– مطالعات هیدورلوژی منطقه، مطالعات مربوط به حوصه مانند آبخیزداری، سدهای در حال مطالعه و یا ساخت، طرح‌های جامع محیط زیست استان – مطالعات حوضه‌های آبریز کشور (جاماب) – شرکت آب منطقه‌ای استان، جهاد کشاورزی استان، اداره کل محیط زیست استان.	بخش دوم دستورالعمل آماربرداری منابع آب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی – وزارت نیرو (نشریه شماره ۲۳۹ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.) آبدهی براساس پیوست شماره ۷
رسوب	– بار معلق – بار بستر	– مطالعات هیدورلوژی منطقه، مطالعات مربوط به حوصه مانند آبخیزداری، سدهای در حال مطالعه و یا ساخت، طرح‌های جامع محیط زیست استان. – مطالعات حوضه‌های آبریز کشور (جاماب) – شرکت آب منطقه‌ای استان، جهاد کشاورزی استان.	برای تعیین و نمونه‌برداری میزان رسوب از دستورالعمل‌های طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی وزارت نیرو: راهنمای تعیین بار کل رسوب رودخانه‌ها به روش انیشتین و کلبی (نشریه شماره ۲۷۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور) راهنمای تعیین بار بستر به روش مایر پیتر و مولر (نشریه شماره ۲۲۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور). راهنمای تعیین غلظت نمونه‌های رسوبات معلق رودخانه (نشریه شماره ۲۰۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)
اقلیم	– بارندگی – دما – رطوبت – روزهای یخبندان – تبخیر – باد – روزهای آفتابی	– مطالعات هواشناسی مربوط به استان و حوضه – مطالعات حوضه‌های آبریز کشور (جاماب) – اداره کل هواشناسی استان، شرکت آب منطقه‌ای، سالنامه‌های هواشناسی	اطلاعات هواشناسی مورد نیاز را می‌توان از طریق بخش اول دستورالعمل آماربرداری منابع آب مربوط به اندازه‌گیری پدیده‌های هواشناسی (نشریه شماره۲۳۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) بررسی کرد.
زمین شناسی و خاک شناسی	– جنس سنگ بستر – جنس لایه‌های زمین شناسی سطحی – وجود یا عدم وجود لایه‌های نمکی – ضخامت خاک – جنس خاک – بافت خاک – فرسایش پذیری سنگ بستر	– نقشه‌ها و مطالعات سازمان زمین شناسی کشور – مطالعات حوضه‌های آبریز کشور (جاماب) – بازدید میدانی از منطقه – مطالعات خاک‌شناسی منطقه (اداره کل منابع طبیعی و جهادکشاورزی استان)	

ادامه جدول ۲-۱- ویژگی‌های اصلی حوضه‌های آبریز مورد نیاز در مطالعات پایش کیفیت آب

شاخص اصلی	پارامتر	منابع اطلاعاتی و سازمان‌های دریافت کننده اطلاعات	نحوه انجام بررسی یا دستورالعمل مربوط
پوشش گیاهی	- نوع پوشش گیاهی (جنگل، بوته‌زار، علفزار، مرتع - تراکم پوشش گیاهی - روند وضعیت تخریب پوشش گیاهی	- مطالعات پوشش گیاهی و نقشه‌های پوشش گیاهی (اداره کل منابع طبیعی استان و سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، اداره کل محیط زیست، مرکز تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور)	
سازه‌های آبی و طرح‌های توسعه منابع آب	- موقعیت و مشخصات سدها، بندها، شبکه‌های آبیاری و زهکشی موجود در حال ساخت و مطالعه	- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰۰ منطقه - اداره کل آب استان یا سازمان مدیریت منابع آب - اداره کل جهاد کشاورزی	
کاربری اراضی	- اراضی کشاورزی - اراضی مرتعی و اراضی جنگلی - سکونت‌گاه‌ها، شهرها و روستاها - واحدهای صنعتی و معدنی، سایر تاسیسات - اراضی بایر	- نقشه‌های کاربری اراضی (اداره کل منابع طبیعی، سازمان مسکن و شهرسازی، استانداری، سازمان نقشه‌برداری) - نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰ منطقه (سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان جغرافیایی ارتش)	
مشخصات جمعیتی	- سکونت‌گاه‌های شهری - سکونت‌گاه‌های روستایی - تقسیمات سیاسی و جغرافیایی	- مرکز آمار ایران (نقشه آبادی های ایران) - معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت استانداری	
مشخصات واحدهای صنعتی و معدنی	- نوع صنعت یا معدن - موقعیت صنعت یا معدن - مشخصات شهرک‌های صنعتی - میزان آب مصرفی - میزان فاضلاب و نحوه دفع یا تصفیه آن	- اداره کل صنایع و معادن استان - شرکت شهرک‌های صنعتی استان - اداره کل حفاظت محیط زیست استان - نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰ منطقه (سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان جغرافیایی ارتش) - بازدید میدانی و تکمیل پرسشنامه	
مشخصات اراضی کشاورزی و دامپروری و آبزی پروری	- مساحت زمین‌های کشاورزی - میزان، زمان و نحوه کوددهی - سامانه آبیاری مورد استفاده - موقعیت و وضعیت شبکه آبیاری و زهکشی - موقعیت استخرهای پرورش ماهی و دامداری‌ها	- اداره کل جهاد کشاورزی استان - اداره کل شیلات استان	
آب و فاضلاب	- میزان آب مصرفی برای شهر یا روستا - میزان فاضلاب و شبکه جمع‌آوری فاضلاب - نحوه دفع یا تصفیه فاضلاب - موقعیت تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب - وضعیت پروژه‌های شبکه و تصفیه خانه آب و فاضلاب (ساخت یا مطالعه) - محل تخلیه فاضلاب شهری یا روستایی به رودخانه	- شرکت آب و فاضلاب استان - شرکت آب و فاضلاب شهرها - شرکت آب و فاضلاب روستایی	
طرح‌های توسعه منطقه	- طرح‌های توسعه شهری، صنعتی و معدنی، کشاورزی و گردشگری و غیره	- استانداری استان و فرمانداری - سازمان مسکن و شهرسازی، اداره کل صنایع و معادن، اداره کل کشاورزی، اداره میراث فرهنگی و گردشگری	

جدول ۲-۲- داده‌های مورد نیاز برای جمع‌آوری از منطقه در مورد انواع کاربری یا توسعه‌ها

نوع کاربری / نوع داده	سکونت‌گاه روستایی و شهری	واحدهای صنعتی و معدنی	اراضی کشاورزی	واحدهای دامپروری	واحدهای آبزی پروری	واحدهای گردشگری و توریستی
جمعیت	جمعیت ساکن	تعداد کارکنان	تعداد کارکنان	تعداد کارکنان	تعداد کارکنان	متوسط جمعیت مسافر ماهانه
تعداد	تعداد سکونت‌گاه‌ها	تعداد واحدها	مساحت اراضی دیم و آبی	تعداد واحدها	تعداد واحدها	تعداد واحدها
میزان مصرف مواد شیمیایی	پاک‌کننده‌ها، شوینده‌ها ماهانه، سالانه	مواد شیمیایی مصرفی فرایندی و جانبی (ماهانه، سالانه)	میزان سموم و کود (ماهانه، سالانه)	میزان نهاده‌های شیمیایی (ماهانه، سالانه)	میزان نهاده‌های شیمیایی (ماهانه، سالانه)	پاک‌کننده‌ها، شوینده‌ها (ماهانه، سالانه)
وجود یا عدم وجود سامانه فاضلاب	*	*		*	*	*
کارایی و راندمان تصفیه‌خانه	*	*		*	*	*
نتایج اندازه‌گیری کمی و کیفی خروجی	*	*		*	*	*
وضعیت ظاهری محل تخلیه فاضلاب یا پساب به رودخانه	*	*	*	*	*	*
برآورد میزان جریان فاضلاب خروجی	*	*	*	*	*	*

* داده‌های جمع‌آوری شده از کاربری‌های مختلف طبقه‌بندی و در یک بانک داده‌های حوضه ذخیره می‌شود.

۲-۱-۱- وضعیت مناطق کشور

به منظور طرح‌ریزی و اجرای صحیح برنامه پایش، لازم است ویژگی‌های اصلی حوضه آبریزی که برنامه پایش در آن اجرا خواهد شد، شناخته شود. کشور ایران شرایط توپوگرافی، اقلیمی و هیدرولوژیکی متنوعی دارد که براساس شرایط آنها کشور به شش حوضه آبریز اصلی تقسیم شده است.

براساس تقسیم‌بندی تماب با توجه به وضعیت استان‌ها و حوضه‌های آبریز، کشور ایران به هشت منطقه تقسیم شده است. ویژگی‌ها و مشخصات منطقه‌های هشت گانه در پیوست شماره ۳ آمده است. همان‌گونه که در جداول یاد شده مشخص شده است، مناطق اصلی کشور به لحاظ تراکم جمعیت، واحدهای صنعتی و اراضی زراعی تفاوت‌های چشمگیری با هم دارند. هم‌چنین در این مناطق پتانسیل‌های تهدید آلودگی، ارزش حیاتی منابع آب و در نتیجه شاخص‌های حساسیت منابع آب متفاوت می‌باشند. بنابراین اهمیت هرکدام از منابع آلاینده و هم‌چنین انواع مصارف در حوضه‌های آبریز مختلف، متفاوت بوده و در نتیجه تواتر پایش‌های مربوط و تراکم ایستگاه‌های پایش در حوضه‌های مختلف (برای یک نوع مشخص یا هدف خاص پایش) متفاوت خواهد بود. به منظور کمک به کارشناسان و راهبران برنامه‌های پایش، شاخص‌ها و اهمیت‌های نسبی این عوامل ارائه گردیده است. با استفاده از این جدول، تواتر پارامترها و تراکم ایستگاه‌های پایش در حوضه‌های مختلف به صورت نسبی در مقایسه با یکدیگر مشخص و به صورت راهنمای کلی ارائه شده است.[۱]

۱- براساس اطلاعات موجود در گزارش‌های طرح های جامع منابع آب کشور و اطلاعات دریافت شده از واحد مدیریت کیفی آب شرکت مدیریت منابع آب و هم‌چنین نظر کارشناسی و شناخت تهیه کنندگان از وضعیت حوضه‌های مختلف آبریز تهیه شده است.

۲-۲- نوع پایش

طراحی برنامه‌های پایش باید براساس اهداف مشخص شده باشد به‌گونه‌ای که تا حد امکان فعالیت‌های انجام گرفته تامین کننده اهداف از پیش تعیین شده باشند. این برنامه‌ها به‌طور معمول با تهیه یک طرح مطالعاتی همراه بوده که مستلزم بیان دقیق اهداف برنامه پایش و تعیین ناحیه‌ای است که باید مطالعه در آن انجام گیرد. به‌طورکلی دو نوع برنامه پایش کیفیت آب وجود دارد:

- نوع اول که فقط یک هدف دارد و برای بررسی یک موضوع یا مشکل طراحی می‌شوند.
- نوع دوم: دارای اهداف چندگانه می‌باشد و با در نظر گرفتن هدف‌های مختلف پایش طراحی شده و کلیه نمونه‌برداری‌ها و آزمایش‌ها براساس اهداف مختلف می‌باشد.

در بین برنامه‌های پایش کیفیت آب نوع اول بسیار نادر بوده و به عبارت دیگر برنامه‌ها و پروژه‌ها به‌طور معمول اهداف مختلف را مورد نظر قرار می‌دهند. اجرای برنامه‌های پایش با اهداف چندگانه اغلب مستلزم مطالعات و ارزیابی‌های اولیه برای انتخاب محل‌های نمونه‌برداری، استفاده از منابع آبی، شناسایی منابع آلاینده، فعالیت‌های کنترل آلودگی و نوع سامانه‌های آبی می‌باشد. داده‌های جمع‌آوری شده در این ارتباط را می‌توان بین موسسه های دارای اهداف مشخص و مشابه توزیع کرد. به هر صورت انواع پایش آب به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شود که هر کدام دارای اهداف خاص و شرایط اجرایی مشخص می‌باشد.

۲-۲-۱- پایش وضعیت پایه[1] یا غربالگری[2]

هدف اصلی این نوع پایش شناسایی شرایط پایه در سامانه جریان آب است به عبارتی میزان سطوح اولیه متغیرها در آب‌ها مشخص می‌شود. این نوع پایش به منظور شناخت کلی از شرایط کیفی آب در یک محدوده جغرافیایی معین صورت می‌گیرد، به همین خاطر این نوع پایش بیش از آن‌که یک فرایند کامل پایش باشد، یک فهرست‌برداری از وضع موجود می‌باشد، زیرا تغییرات را در طول زمان نشان نمی‌دهد. این نوع پایش اغلب در حوضه‌هایی انجام می‌شود که اطلاعاتی در خصوص آن وجود نداشته و تاکنون اندازه‌گیری در آن انجام نشده است. این حوضه‌ها اغلب در مکان‌های توسعه نیافته و دور از دسترس می‌باشد. این نوع پایش به‌طور معمول به عنوان اولین مرحله اجرایی برنامه پایش انجام می‌شود.

۲-۲-۲- پایش اثر[3]

امروزه تعیین روند تغییرات در کیفیت محیط‌های آبی و بررسی روند تاثیرپذیری از محیط زیست در اثر رهاسازی مواد آلاینده ناشی از فعالیت‌های انسانی و فرایندهای تصفیه فاضلاب از دیگر اهداف مورد نظر در این برنامه به شمار می‌روند. این نوع برنامه‌های پایش اغلب به عنوان پایش اثر شناخته می‌شوند.

1- Baseline monitoring
2- Survey inventory
3- Impact monitoring

این نوع پایش، تاثیر پروژه‌های انسانی یا وقایع طبیعی را بر روی کیفیت آب مورد سنجش قرار می‌دهد. پروژه‌های انسانی شامل فعالیت‌های صنعتی، معدنی، سدسازی، کشاورزی، توسعه شهری، فعالیت‌های گردشگری و تفرجی را شامل می‌شود و وقایع طبیعی مانند سیل، خشکسالی، رانش زمین، زلزله و فعالیت‌های آتشفشانی می‌باشد.

علاوه بر این برنامه‌های پایش برای تخمین میزان جریان مواد مغذی و مواد آلاینده تخلیه شده توسط رودخانه‌ها یا آب‌های زیرزمینی به دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها نیز به‌کار می‌روند. پایش اثر به دو صورت اصلی شامل کوتاه مدت و بلند مدت انجام می‌شود.

پایش اثر کوتاه مدت اغلب در مواقعی انجام می‌شود که حادثه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی یا طبیعی اتفاق افتد و تغییراتی در کیفیت آب ایجاد شود و یا احتمال آن وجود داشته باشد لذا باید وضعیت منابع آب از نظر تعدادی از عوامل کیفی مورد نیاز در یک دوره کوتاه مدت (حداکثر یک ساله) اندازه‌گیری و بررسی شود. نتایج پایش اثر کوتاه مدت می‌تواند منجر به برنامه‌ریزی برای انجام پایش درازمدت نیز شود.

پایش اثر دراز مدت، اغلب برای شرایطی عادی انجام می‌گیرد و با توجه به نوع منابع آلاینده یا با توجه به فعالیت‌های انسانی (واحدهای موجود یا طرح‌های عمرانی) موجود در حوضه و یا شرایط طبیعی منطقه، اندازه‌گیری تعدادی از عوامل کیفی مورد نیاز در دوره‌های منظم در درازمدت انجام می‌شود.

درصورتی‌که هدف اجرای پایش اثر در یک حوضه، بررسی آثار طرح‌های توسعه در حوضه باشد، لازم است قبل از اجرای طرح‌های توسعه، برنامه پایش انجام شود تا مبنای اطلاعاتی در خصوص وضعیت کیفی آب، برای بررسی و ارزیابی نتایج پایش در زمان اجرای پروژه و پس از آن ایجاد شود.

۲-۲-۳- پایش روند[1]

پایش روند برای تشخیص دقیق تغییرات احتمالی کیفیت آب که ممکن است در نتیجه یک مشکل بالقوه در طول زمانی دراز مدت رخ دهد، انجام می‌شود. اندازه‌گیری‌ها به‌طور مستمر با فاصله زمانی مشخص انجام می‌شود تا محدوده تغییرات یک عامل خاص در دراز مدت مشخص شود.

پایش روند، کاری است که یک دوره طولانی (۱۰ ساله یا بیش‌تر) را در بر می‌گیرد. برای اطمینان از تشخیص صحیح روندها، لازم است برنامه پایش کم‌ترین تغییرپذیری را در طول زمان داشته باشد و عناصر یا اجزا برنامه مانند محل ایستگاه‌ها، دوره تناوب نمونه‌برداری، زمان نمونه‌برداری، روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز و پردازش آنها باید ثابت باشد. [2]

۲-۲-۴- پایش سازگاری[3]

- یک نوع از پایش که هدف آن اطمینان از تطابق نیازمندی‌های ضروری قانون کیفیت آب، کنترل درازمدت کیفیت آب، کنترل کیفیت آب‌های پذیرنده که از طریق آزمایش خروجی‌های فاضلاب انجام می‌شود و یا رعایت قوانین و استانداردها در مرحله ساخت یا بهره‌برداری یک پروژه عمرانی باشد را پایش سازگاری گویند (USFWS). پایش سازگاری شامل ۶ مرحله زیر می‌باشد:

1- Trend monitoring
2- Cavang and other 1998
3- Compliance monitoring

- مراقبت یا نظارت[1]: شامل فعالیت‌های اولیه بازرسی به منظور کسب اطلاعات کلی پیش از ورود تجهیزات پایش به منطقه می‌باشد. نمونه‌این فعالیت‌ها مشاهدات میدانی پیش از انجام نمونه‌برداری است.
- بازرسی[2]: شامل مرور اطلاعات، مشاهدات، نمونه‌برداری، مصاحبه و غیره در محل نمونه‌برداری بوده که بر روی یک یا چندین برنامه و یا موقعیت جغرافیایی متمرکز باشد.
- بررسی‌ها[3]: این بخش کامل‌تر از مرحله بازرسی بوده و در مواردی که احتمال بروز خطرات جدی وجود داشته باشد، انجام می‌شود.
- بازنگری اطلاعات[4]: این موضوع شامل بررسی کلیه اطلاعات موجود جمع‌آوری شده از منطقه می‌باشد. این اطلاعات می‌تواند از مجموع مراحل قبلی یا هرکدام از آنها به دست آمده باشد.
- جمع‌آوری اطلاعات مورد نظر[5]: این بخش شامل کسب اطلاعات دقیق تر درباره موضوع مورد نظر یا شرایط محیطی می‌باشد.
- اصلاح پایش سازگاری[6]: شامل اصلاح مراحل قبلی بوده که می‌تواند شامل نمونه‌برداری، آزمایش نمونه‌ها، مشاهدات و تضمین کیفیت نمونه‌ها باشد.

۲-۳- پارامترهای پایش شونده

مهم‌ترین عامل در تعیین انتخاب پارامترها، تعیین هدف برنامه پایش می‌باشد به عبارتی با تعیین اهداف برنامه پایش می‌توان پارامترهای مورد اندازه‌گیری را نیز تعیین کرد.

به‌طور کلی سه محیط آب، ذرات (مواد معلق و رسوب) و موجودات زنده را می‌توان برای پایش کیفیت آب در نظر گرفت ولی فعالیت‌های پایش عمدتا بر روی نمونه‌های آب انجام می‌شود. کیفیت آب و ذرات (مواد معلق و رسوب) به‌طور معمول به وسیله آنالیزهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی تعیین می‌شوند.

پایش زیستی شامل مطالعه موجودات زنده و نوع پاسخ آنها در مقابل تغییرات محیطی است که به منظور تعیین شرایط زیست محیطی یک زیست‌بوم مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از انواع روش‌های پایش زیستی، ارزیابی زیستی بوده که مستلزم جمع‌آوری، آماده‌سازی (عمل‌آوری) و آنالیز جانوران آبزی به منظور تعیین سلامت جوامع زیستی در یک رودخانه است. در بسیاری از رودخانه‌ها سه جامعه زیستی عمده شامل گونه‌های ماهی، جلبک و بی‌مهرگان بزرگ[7] می‌باشند.

کیفیت آب را اغلب می‌توان به‌وسیله یک متغیر و یا مجموعه‌ای بیش از صد متغیر مختلف مورد بررسی قرار داد. با این وجود در بیش‌تر موارد کیفیت آب توسط تعداد محدودی متغیر شیمیایی، فیزیکی و زیستی به خوبی توصیف می‌شود. متغیرهای منتخب در

1- Surveillance
2-Inspection
3- Investigations
4- Record reviews
5- Targeted information gathering
6- Remediation compliance monitoring
7- Macro invertebrates

برنامه‌های پایش بستگی به اهداف برنامه پایش و مصارف موجود و پیش‌بینی شده آب دارند. مصارف آشامیدنی و خانگی، آبیاری اراضی کشاورزی، مصارف صنعتی و تفریحی هر یک کیفیت آب خاص خود را می‌طلبد.

ساده‌ترین ترکیب متغیرهای مورد اندازه‌گیری در بحث‌های پایش می‌تواند شامل دما، هدایت الکتریکی، pH، اکسیژن محلول و کل جامدات معلق باشد. با این وجود برنامه‌های پایش پیچیده‌تر می‌توانند تا ۱۰۰ متغیر از جمله فلزات و آلاینده‌های آلی آن‌را دربرگیرند. علاوه بر این، بررسی موجودات زنده (پلانکتون‌ها، گونه‌های کفزی، ماهی‌ها و دیگر موجودات زنده) و مواد معلق (ذرات معلق و رسوبات) می‌تواند حاوی اطلاعات ارزشمندی باشند. در بسیاری از برنامه‌های پایش وجود یا احتمال وجود آلودگی مهم‌ترین دلیل تصمیم‌گیری در زمینه اندازه‌گیری برخی از متغیرها می‌باشد. یکی دیگر از دلایل احتمالی می‌تواند بررسی کیفیت آب برای یک استفاده مشخص باشد. در این ارتباط برخی از متغیرهای آلودگی می‌توانند برای یک برنامه مشخص و برخی دیگر برای برنامه پایش دیگری مناسب باشند. به‌طور کلی، تصمیم‌گیری در این مرحله براساس عامل‌های زیر صورت می‌گیرد:

- نوع مشکل کیفیت آب و منابع آلاینده‌ای که احتمال مواجه با آن وجود دارد، درجدول شماره (۲- ۳) پارامترهایی را که باید در صورت وجود منابع آلاینده یا کاربری‌های مختلف اندازه‌گیری کرد، ارائه شده است. علاوه بر اطلاعات مشخص شده در جدول (۲-۳) در خصوص واحدهای صنعتی و نوع آلاینده‌های آن می‌توان از منابع اطلاعاتی مانند سایت‌های اطلاعاتی آژانس محیط زیست آمریکا[1] و بانک جهانی[2] استفاده کرد.
- هزینه و میزان امکانات موجود
- میزان دقت و صحت تجهیزات موجود
- قابلیت و تخصص کارمندان

۲-۳-۱- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

در برنامه‌های پایش کیفیت آب پارامترهایی مانند بده، اکسیژن محلول و اکسیژن مورد نیاز زیستی/ شیمیایی، دما، pH، کدورت، فسفر و نیترات و جامدات کل قابل اشاره می‌باشند. از بین این‌ها به‌طور معمول پنج پارامتر اول از اهمیت بیش‌تری برخوردار بوده و در بسیاری از برنامه‌های پایش کیفیت آب گنجانده می‌شوند. در پیوست شماره (۴)، اطلاعاتی در خصوص پارامترهای مختلف و آثار هر پارامتر بر محیط آبی بیان شده است.

در صورت وجود منابع آلاینده صنعتی، معدنی، کشاورزی، شهری و یا پروژه‌های عمرانی نیاز به پایش‌های سایر پارامترها می‌باشد. براساس نوع پایش و اطلاعات ارائه شده در جدول (۲-۳) و منابع اطلاعاتی مذکور و هم‌چنین منابع مالی و امکانات موجود منطقه، عوامل مورد نیاز را انتخاب کرد و در برنامه پایش گنجانده شود.

درصورتی‌که نوع پایش، پایش سازگاری باشد باید عوامل خاصی را با توجه به نوع مصرف آب انتخاب کرد. عوامل انتخابی برای پایش مصارف مختلف دارای درجه اهمیت متفاوت می‌باشند.

1-EPA office of compliance sector notebook project-www. epa. gov/oeca/sector
2-Pollution prevention and a batement handbook -WORLD BANK GROUP-(www. worldbank. org)

جدول ۲-۳- منابع آلاینده و یا کاربری اراضی و عوامل مورد نیاز برای پایش [۱۴]

منبع آلاینده یا نوع کاربری	توضیحات	عوامل مورد نیاز برای پایش
اراضی زراعی	- کشاورزی و آبیاری می‌توانند موجب ورود بیش از اندازه برخی از عناصر و ترکیبات خاص به زیست‌بوم‌های آبی شوند (در این ارتباط ترکیبات نیتراته و فسفاته از کودهای آلی، حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها منشا می‌گیرند). علاوه بر این غلظت بالای برخی از عناصر می‌تواند منجر به بروز مشکلات برای مصرف آب در کشاورزی شود (از جمله تغییر نفوذپذیری خاک، تاثیرات نامطلوب بر روی گونه‌های گیاهی و بروز مسمویت بر روی دام‌ها). علاوه بر این فعالیت‌های کشاورزی نیز خود می‌تواند بر روی فرسایش خاک تاثیر داشته باشند.	کدورت، فسفات، نیترات، دما، جامدات کل و معلق و محلول، بر، سلنیم، سدیم، کلسیم، منیزیم و کلی‌فرم‌های مدفوعی (بسته کاربردهای کشاورزی) می‌باشند. برای آب آبیاری اندازه‌گیری نسبت جذب سدیم **(SAR)** به صورت زیر محاسبه می‌شود: $SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$
	کودهای شیمیایی و علف‌کش‌های مورد استفاده در کشاورزی اغلب منجر به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند. لذا برنامه‌های پایش باید اطلاعات موجود در ارتباط با نوع و کمیت کودهای شیمیایی مورد استفاده در نواحی مورد مطالعه، ویژگی‌های آنها و الگوی استفاده از آنها را مورد نظر قرار دهند.	در این ارتباط لازم است در بررسی حوضه نوع سموم و آفت‌کش‌های مورد استفاده در اراضی زراعی تعیین و ترکیبات شیمیایی آن تعیین شود و سپس نوع پارامترهای مورد نیاز انتخاب گردند به هر صورت برخی از این پارامترها شامل دلدرین، آلدرین، مجموع ترکیبات DDT، آترازین، لیندان، آلدیکارب، سموم ارگانوفسفات و دی‌کلروفنوکسی استیک اسید[1] (2,4-D) می‌باشند
	بررسی پدیده پرغذایی ناشی از تخلیه مواد مغذی به آب‌های سطحی چه از طریق منابع نقطه‌ای (کانون دار) و چه از طریق اراضی کشاورزی که به صورت غیرنقطه‌ای می‌باشند. متغیرهایی که از اهمیت برخوردار می‌باشند	نیترات، نیترید، آمونیاک، فسفر کل (فیلتر شده و فیلتر نشده)، سیلیس واکنش زا، شفافیت و کلروفیل **a**
آزمایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و شیرابه مناطق دفع پسماندها	بیمارستان‌ها و آزمایشگاه‌ها به علت استفاده از مواد شیمیایی یا انجام آزمایش‌هایی که به میکروب‌ها و مواد عفونی آلوده می‌باشند به عنوان یکی از منابع آلاینده به‌ویژه از نظر میکروبی محسوب می‌شوند.	اکسیژن محلول، اکسیژن موردنیاز زیستی و شیمیایی، کدورت، هدایت الکتریکی، فسفر کل، فسفات، نیترات، نیتروژن محلول آلی، باکتری‌های مدفوعی، دما، جامدات کل و pH، کربن آلی کل، فلزات سنگین مانند جیوه، انواع انگل‌ها، آمیب‌ها و میکروب‌های بیماریزا

1- 2,4-Dichloro phenoxy acetic acid

ادامه جدول ۲-۳- منابع آلاینده و یا کاربری اراضی و پارامترهای مورد نیاز برای پایش

منبع آلاینده یا نوع کاربری	توضیحات	پارامترهای مورد نیاز برای پایش
خروجی فاضلاب صنعتی	فاضلاب‌های صنعتی بر حسب فرایند صنعتی مورد استفاده ممکن است حاوی ترکیبات شیمیایی سمی، آلی یا معدنی و یا هر دو باشند. لذا قبل از تصمیم‌گیری در مورد متغیرهایی که لازم است مورد اندازه‌گیری قرار گیرند آگاهی از فرایندهای صنعتی ضروری است	پارامترهای عمومی: دما، هدایت الکتریکی، جامدات کل، **pH**، اکسیژن مورد نیاز زیستی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، پارامترهای اختصاصی: تری کلرومتان، هیدروکربن‌های آروماتیک، کل هیدروکربن ها، فنل‌ها، **PCB**، بنزن، سیانید، آرسنیک، کادمیم، کرم، مس، سرب، آهن، منگنز، جیوه، نیکل، سلنیوم و روی.
پساب‌های معادن	فاضلاب یا شیرابه ناشی از فعالیت‌های معدن‌کاری اغلب به شدت منجر به آلودگی آب‌های سطحی یا زیرزمینی می‌شوند. در این زمینه فلزات یا مواد معدنی که مورد کاوش قرار می‌گیرند اغلب شاخصی را برای آنالیزهایی که باید صورت گیرد، فراهم می آورند. علاوه بر این سایر مواد معدنی نیز ممکن است در مقادیر زیاد در این پساب‌ها وجود داشته باشند. نکته قابل ذکر این است که فعالیت‌های پایش باید هر دو فرم محلول و معلق فلزات را مورد ارزیابی قرار دهند. اسیدی شدن دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی بیش‌تر در نتیجه انتقال مواد آلاینده هوا که از فواصل طولانی منتقل می‌شوند، صورت می‌گیرد. ضمن این‌که آب زهکشی شده از معادن زغال سنگ نیز به شدت اسیدی بوده و منجر به اسیدی شدن منابع آب می‌شوند.	عوامل عمومی: دما، هدایت الکتریکی، جامدات معلق و محلول، **pH**. عوامل خصوصی: با توجه به نوع معدن و محصولات اصلی و جنبی و نوع مواد شیمیایی موجود در کانسارهای مورد استفاده یا مورد استفاده در فرایندهای معدن، باید نوع پارامترها برای پایش انتخاب شوند. مانند آلومینیوم، کادمیم، مس، آهن، منگنز، روی، نیکل، طلا، سیانور و غیره

ادامه جدول ۲-۳- منابع آلاینده و یا کاربری اراضی و پارامترهای مورد نیاز برای پایش

منبع آلاینده یا نوع کاربری	توضیحات	پارامترهای مورد نیاز برای پایش
تصفیه فاضلاب انسانی از نوع سپتیک یا پکیج‌ها (روستاها، اماکن توریستی، رستوران‌ها، شهرک‌ها یا غیره)	فاضلاب‌های انسانی شامل مواد آلی و میکروب‌ها می‌باشند که با ورود به منابع آب باعث کاهش اکسیژن آب و افزایش میزان ترکیبات ازته در آب می‌شود. هم‌چنین این فاضلاب‌ها حاوی میکروب‌ها و کلی‌فرم‌ها می‌باشد که آلودگی میکروبی محیط آبی را به همراه خواهد داشت.	باکتری‌های مدفوعی (مانند اشرشیاکلی و انتروکوکسی)، نیترات، فسفات، اکسیژن محلول، اکسیژن موردنیاز زیستی، هدایت الکتریکی و دما ثبت شوند.
واحدهای تصفیه فاضلاب شهری و خروجی کشتارگاه ها و کارخانجات مواد غذایی	پساب‌های آلی که در فاضلاب‌های شهری، پساب دفع شده از کشتارگاه‌ها (خون و ضایعات حیوانی)، کارخانجات عمل‌آوری مواد غذایی و سایر صنایع وابسته به کشاورزی موجود می‌باشند دارای مواد شیمیایی و بیوشیمیایی و میکروبی هستند که باعث کاهش کیفیت آب می‌شوند این پساب‌ها به سرعت میزان اکسیژن آب را کاهش داده و محیط مناسبی برای رشد	اکسیژن محلول، اکسیژن موردنیاز زیستی و شیمیایی، کدورت، هدایت الکتریکی، فسفر کل، فسفات، نیترات، نیتروژن محلول آلی، باکتری‌های مدفوعی، دما، جامدات کل و pH، کربن آلی کل.
ساخت و ساز (فعالیت‌های عمرانی)	فعالیت‌های عمرانی همراه با استفاده از مواد و مصالح ساختمانی یا خاکبرداری و خاکریزی می‌باشد، پساب‌های حاصله از سایت‌های این فعالیت‌ها یا رواناب‌های حاصله (در زمان بارندگی) حاوی مواد محلول و معلق است و باعث افزایش کدورت منابع آب سطحی می‌شوند، البته احتمال وجود ترکیبات نفتی (گازوئیل، روغن و. . .) در این پساب‌ها وجود دارد.	pH، کدورت، دما، مواد محلول و معلق، روغن
رواناب‌های شهری و هرز آب‌های شهری	رواناب‌ها و هرز آب‌ها شهری، حاوی مواد محلول و معلق است و باعث افزایش کدورت منابع آب سطحی می‌شوند، البته احتمال وجود ترکیبات نفتی (گازوئیل، روعن و. . .) در این پساب‌ها وجود دارد	pH، کدورت، دما، مواد محلول و معلق، روغن
چراگاه‌ها	در چراگاه‌ها و مراتع به علت وجود مدفوع حیوانات، در صورت وجود رواناب‌ها می‌تواند باعث افزایش باکتری‌های مدفوعی و نیتراتشود.	pH، باکتری‌های مدفوعی، کدورت، فسفات، نیترات، دما

۲-۳-۲- پایش زیستی

انتخاب نوع برنامه پایش زیستی یا شیمیایی و تعادل بین این دو روش بستگی به هدف برنامه پایش دارد. از آن‌جا کـه موجـودات زنده به هر نوع تاثیرات نامطلوب بر روی زیست‌بوم آبی واکنش نشان می‌دهند، لذا روش پایش زیستی از قابلیت تشخیص زود هنگام و سریع هر نوع تاثیر نامطلوب بر روی زیست‌بوم آبی دارا می‌باشد. داده‌های زیستی به‌طور مستقیم به شرایط اکولوژیک سامانه آبی یا به عبارت دیگر سلامت اکولوژیک سامانه آبی وابسته می‌باشند. درحالی‌که چنین چیزی در مورد داده‌های شیمیایی صـادق نیـست. بـا این وجود داده‌های زیستی نسبت به داده‌های شیمیایی دقیق و روشن نمی‌باشند.

اجرای برنامه‌های پایـش زیستی می‌تواند وجـود هرگونه استرس در زیست‌بوم آبـی را مشخص کند، به عبارتی بـا انجـام پـایش زیستی می‌توان تاریخچه وضعیت آلودگی یک محیط آبی سطحی جاری را تا حدی تعیین کرد. بنابراین در برنامه‌های پـایش زیـست محیطی در مقیـاس وسیع، کاربرد این روش پایش می‌تواند بسیار مفید باشد. از سوی دیگر اجـرای برنامـه‌هـای پـایش شـیمیایی در ارتباط با پایش سازگاری و در جاهایی که نوع مواد آلاینده و نوع مشکلات مرتبط با کیفیت آب به دقـت مـشخص شـده، مـی‌توانـد اطلاعات ارزشمندی را تولید کند. شاخص‌های زیستی برای پایش کیفیت آب شامل موارد زیر می‌باشند:

- مجموع کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های کشنده[1](گرمازا یا گرماپا)
- بی‌مهرگان آبزی

شاخص‌های زیستی مختلفی وجود دارند که مهم‌ترین آنها بی‌مهرگان آبزی است، بی‌مهرگان آبزی بزرگ شامل موجوداتی هستند که با چشم غیرمسلح قابل رویت بوده و فاقد ستون فقرات هستند. این موجودات تقریبا در تمامی انـواع آب‌هـای جـاری، از آب‌هـای خروشان نواحی کوهستانی گرفته تا آب‌هایی با جریان کند و رودخانه‌هایی با بستر گلی زندگی می‌کنند. نمونه‌هایی از بی‌مهرگان آبزی بزرگ شامل حشرات در مراحل لارو یا شفیره، خرچنگ آب شیرین، صدف خوراکی، حلزون‌ها و کرم‌ها می‌باشند.

موجودات زنده شناساگر یا ارگانیزم‌های شاخص[2] عبارتند از موجوداتی که به کمک آنها می‌توان به شرایط موجود در محیط زیست مانند آلودگی آب پی برد. در جدول ۲-۴، آلودگی آب با توجه به ارگانیزم‌های شاخص به ۴ درجه یعنی از گروه I (آب تمیـز) تـا گـروه IV (آب‌های به شدت آلوده) تقسیم شده است. در این جدول ۱۶ نوع از موجودات زنده (یا گروهی از موجودات زنده) آمده است که به ترتیب شاخص آلودگی‌های از درجه پایین تا درجه بالا می‌باشند زیرا هرگروه از این موجودات قادر به زندگی در یک طیفی از آلـودگی هستند. این موجودات زنده با توجه به موارد زیر انتخاب گردیده‌اند:

- شناسایی و تشخیص آنها آسان است.
- در میان سایر شناساگرها از ارزش بیش‌تری برخوردار می‌باشند.

در بین این موجودات زنده موجوداتی[3] یافت می‌شوند که می‌توان آنها را به عنوان یک گونه پذیرفت درحالی‌که موجوداتی[4] نیـز در جدول به چشم می‌خورند که در حد گروه‌های بزرگ یعنی جنس، خانواده و راسته طبقه‌بندی می‌شوند.

1- Fecal Coliform
2- Indicator organism
3- Geothelphusa dehaanii, Physa acuta
4- Plecoptera یا Epeorus

در جدول ۲-۴ خط مورب ///////// نشان دهنده موجودات زنده شناساگری می‌باشد که به عنوان یک شاخص خوب عمل می‌کنند ولی موجوداتی که با علامت ********** قرار می‌گیرند، متعلق به دو یا چند طبقه از آلودگی آب بوده و بنابراین نمی‌توان آنها را به عنوان یک شاخص خاص در نظرگرفت و قابل نمره‌دهی نمی‌باشند.

توجه: رابطه بین کلاس کیفیت I تا IV آب و درجه‌های زیستی آب (یعنی تقسیم‌بندی ساپروبین) که متخصصین اغلب از آن استفاده می‌کنند به قرار زیر می‌باشد:

(I) آب تمیز: سامانه الیگوساپروبیک[1]

(II) آبی که به مقدار جزیی آلوده می‌باشد: سامانه بتامتاساپروبیک[2]

(III) آب نسبتا آلوده: سامانه آلفا مزوساپروبیک[3]

(IV) آب به شدت آلوده: سامانه پلی ساپروبیک[4]

1 –Oilgosaprobic system
2- β mesosaprobic system
3- α mesosaproblic system
4- Polysaprobic system

جدول ۲-۴- ارتباط شاخص‌های زیستی و درجه‌بندی کیفیت آب [۱۹]

ردیف	شماره درجه کیفیت / ارگانیزم‌های شاخص	I آب تمیز	II آب کمی آلوده	III آب نسبتا آلوده	IV آب به شدت آلوده
۱	پلناریا (توربلاریا)[۱]	//////////////			
۲	خرچنگ رودخانه[۲]	//////////////			
۳	حشرات سیاه[۳]	//////////////			
۴	حشرات سنگ[۴]	//////////////			
۵	حشرات caddis[۵]	//////////////			
۶	حشرات May۶	//////////////			
۷	حشرات Dobsen۷	//////////////			
۸	حشرات Caddis (به جز شماره ۵)	********	********		
۹	حشرات May (به جز شماره‌های ۶ و ۱۱)	********	********		
۱۰	حشرات واترپنی۸		//////////////		
۱۱	حشرات May			//////////////	
۱۲	زالو[۹]			//////////////	
۱۳	سوپینگ[۱۰]			//////////////	
۱۴	حلزون[۱۱]			********	********
۱۵	ریزحشره[۱۲]				//////////////
۱۶	توبیفکس[۱۳]				//////////////

عامل آب‌های ممیز (I)

عامل آب کمی آلوده (II)

عامل آب نسبتا آلوده (III)

عامل آب به‌شدت آلوده (IV)

- کلروفیل a (شاخص بیوشیمیایی)
- ماهیان قزل‌آلا شاخص زیستی کلی بوده و نمی‌توان آنرا تجزیه و تحلیل کرد. ولی با توجه به حساسیت ماهی قزل‌آلا به آلودگی، در صورت وجود ماهیان قزل‌آلا سالم و طبیعی در آب سطحی می‌توان نشانه پاکی آب از نظر میکروبی و شیمیایی به‌طور کلی دانست.

اطلاعات تکمیلی در خصوص پایش زیستی در پیوست شماره ۸ ارائه شده است.

1- Plonaria (Turbellaria)
2- Geothrellarsa dehaanii
3- Sinalidae
4- Plecoptera
5- Rhyacophilidea and glossosomakdac
6- Heptagenadae
7- Corydohea
8- Water penny (miaeopsegphus)
9- Hirainea
10- Asettus-sowfing
11- Phystdae-ponch
12- Hirommus yoshfintintatsed
13- Tabificidae-tubifex

۲-۴- ایستگاه‌های پایش

از نظر نحوه عملیات اجرایی، دو نوع ایستگاه پایش شامل ایستگاه‌های معمولی (غیرخودکار- انـدازه‌گیـری دسـتی) و ایـستگاه‌هـا خودکار وجود دارد. در هر برنامه پایش باید با توجه به هدف پایش، نوع پایش، تواتر پایش، حساسیت‌هـای مـصارف آب حوضـه، نـوع پارامترها، وضعیت امنیت، منابع مالی و تجهیزاتی، موقعیت حوضه و امکانات موجود در حوضه‌ها و شرایط دسترسی، نـوع ایـستگاه بـا هماهنگی کارفرمایان و درخواست کننده‌گان برنامه پایش انتخاب شوند، البته این امر نیاز به مطالعات فنی و اقتصادی دارد. هم‌چنـین ایستگاه‌های پایش می‌توانند ثابت، متغیر و یا سیار باشند.[۱]

مهم‌ترین عامل برای استفاده از ایستگاه‌های پایش، تواتر اندازه‌گیری پارامترها می‌باشند. اما بـا توجـه بـه وضـعیت کـشور ایـران ایستگاه‌های پایش خودکار دارای محدودیت‌ها و مشکلاتی هستند که مهم‌ترین آنها به شرح زیر می‌باشند:

- امنیت بالا برای نصب تجهیزات: در صورت عدم وجود امنیت در منطقه، احتمال سرقت تجهیزات ایستگاه پایش وجود دارد.
- محدودیت عوامل قابل سنجش و میزان اعتمادپذیری.
- نگهداری و تعمیرات: تجهیزات خودکار نیاز به نگهداری و تعمیرات مستمر دارد که باید توانایی، منابع مـالی و انـسانی و دانش مورد نیاز در آن منطقه وجود داشته باشد.
- دسترسی مناسب: برای استقرار این ایستگاه‌ها، باید دسترسی مناسب وجود داشته باشد.

با توجه به موارد فوق و سایر موارد مانند هزینه‌های بـالا و پـایین بـودن صـحت اطلاعـات، توصـیه مـی‌شـود حتـی‌الامکـان از ایستگاه‌های غیرخودکار برای پایش‌ها مختلف استفاده نشود.

پس از جمع‌آوری اطلاعات و نتایج پایش، در صورت نیاز و عدم محدودیت‌ها و مشکلات بیان شده فوق، از ایـستگاه‌هـای پـایش خودکار در شرایط استثنایی (نیاز به تواتر پایش بالا و حساسیت موضوع) استفاده شود.

۲-۴-۱- انتخاب تعداد ایستگاه‌های پایش

پس از مشخص شدن هدف و نوع پایش و عوامل مورد پایش، تعداد ایستگاه‌های پایش باید با توجه به عوامل زیر با هماهنگی با سازمان درخواست کننده پایش تعیین شود.

- تعداد و موقعیت شاخه‌های فرعی و اصلی و مساحت زیر حوضه‌ها
- تعداد و موقعیت منابع آلاینده (شامل اراضی کشاورزی (کانال‌هـای زهکـشی)، سـکونت‌گـاه‌هـای شـهری و روسـتایی، واحدهای صنعتی و معدنی، آبزی پروری و پروژه‌های عمرانی)
- محدودیت‌های مالی و تجهیزاتی
- نیروی انسانی مورد نیاز

برای تعیین تعداد ایستگاه‌ها در حوضه باید از شاخص تراکم ایستگاه‌ها در حوضه مورد مطالعه استفاده کرد. تقسیم‌بنـدی شـاخص تراکم ایستگاه‌ها در جدول شماره (۲-۵) مشخص شده است. انتخاب طبقه شاخص تـراکم ایـستگاه‌هـا بـه محـدودیت‌هـای مـالی و

۱- دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها – ۳۳۰-الف، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی – وزارت نیرو

تجهیزاتی و نیروی انسانی مورد نیاز بستگی دارد. به‌هر صورت انتخاب نوع حالت پایش باید برای هر حوضه توسط سازمان ذیربط درخواست کننده و با کمک مشاور و پیمانکار مربوط نهایی شود.

درصورتی‌که نوع پایش با هدف شناسایی و بررسی اولیه کیفیت آب (پایش پایه یا غربالگری) و شناسایی میزان تاثیرگذاری منابع آلاینده (پایش اثر) یا بررسی تغییرات پارامترها (پایش روند) باشد، می‌توان از فرمول شماره ۱ برای تعیین تراکم ایستگاه‌ها استفاده کرد.

فرمول ۱: شاخص تراکم ایستگاه‌ها = (تعداد شاخه‌های ورودی + تعداد منابع آلاینده + ۱) / تعداد ایستگاه‌ها

در پایش‌های سازگاری نیز مهم‌ترین عامل تعیین ایستگاه‌های پایش، نقاط برداشت اصلی (برداشت آب برای آب شهرها، واحدهای صنعتی بزرگ یا شهرک‌های صنعتی، نیروگاه‌ها، کانال‌های آبیاری، سد ها و بندهای تنظیمی) می‌باشد لذا از فرمول شماره ۲ برای تعیین تراکم ایستگاه‌ها استفاده می‌شود. می‌توان بعد از هر شاخه فرعی و یا منبع آلاینده مذکور یک ایستگاه پایش انتخاب کرد که در صورت چنین حالتی تراکم ایستگاه‌ها حداکثر می‌باشد.

فرمول ۲: شاخص تراکم ایستگاه‌ها = (نقاط برداشت) / تعداد ایستگاه‌ها

جدول ۲-۵- طبقه‌بندی شاخص تراکم ایستگاه‌ها

شاخص تراکم	شرح
کم	شاخص تراکم کم‌تر از ۰/۲۵
متوسط	شاخص تراکم بین ۰/۲۵ تا ۰/۵
زیاد	شاخص تراکم بین ۰/۵ تا ۰/۷۵
خیلی زیاد	شاخص تراکم بین ۰/۷۵ تا ۱

لازم به ذکر است روش فوق یک روش تخمینی است و با توجه به شرایط منطقه و وجود موضوع‌های خاص، می‌تواند تغییر یابد. هم‌چنین می‌توان از روش‌های دیگر منطقی برای تعیین تعداد ایستگاه‌ها استفاده کرد.

۲-۴-۲- نحوه انتخاب محل ایستگاه‌های پایش

انتخاب ایستگاه نمونه‌برداری مستلزم توجه کافی به اهداف برنامه پایش در کنار داشتن اطلاعاتی از وضعیت جغرافیایی سامانه آبی و هم‌چنین مصارف آبی و تخلیه پساب‌ها به درون آن است. به‌هر صورت محل ایستگاه باید با در نظر گرفتن عوامل زیر انتخاب شود:

- حتی‌المقدور از ایستگاه‌های آب‌سنجی موجود یا ایستگاه‌های انتخابی در مطالعات قبلی درصورت متناسب بودن با نوع پایش استفاده شود.
- بررسی ظاهری وضعیت و رنگ آب، به صورتی که رنگ آب رودخانه یکنواخت شده باشد، مهم‌ترین موضوعی است که باید مد نظر قرار گیرد.
- دسترسی آسان به ایستگاه در فصول مختلف (وجود جاده دسترسی مناسب)
- ایستگاه‌های پایش باید بعد از شاخه‌های فرعی و ورودی منابع آلاینده نقطه‌ای باشد به نحوی که تاثیر این شاخه‌ها و منابع آلاینده را بتوان بررسی کرد. (پایش اثر یا روند)
- ایستگاه‌های پایش باید با در نظر گرفتن منابع آلاینده غیرنقطه‌ای مانند اراضی کشاورزی به نحوی انتخاب شود که تاثیر این منابع بر کیفیت آب رودخانه در پایین دست مشخص شود.

- نزدیکی به سکونت‌گاه‌ها.
- فاصله مناسب تا محل‌های آنالیز به نحوی که بتوان در زمان قابل قبول، از نظر دستورالعمل‌های آزمایشگاهی، نمونه را به آزمایشگاه انتقال داد.
- محل ایستگاه یا مسیر دسترسی به ایستگاه ایمن باشد که از نظر امنیتی خطری را برای تیم پایش کننده به همراه نداشته باشد.
- حتی‌المقدور ایستگاه باید بستر ثابت و یکنواخت داشته باشد و در سرپیچ رودخانه نباشد زیرا در این صورت نمی‌توان اندازه‌گیری میزان جریان آب یا بده را به‌طور صحیح انجام داد.
- سرعت آب مناسب بوده به نحوی که امکان نمونه‌برداری در آب توسط تکنسین نمونه‌برداری باشد و در رودخانه‌های بزرگ امکان استفاده از قایق وجود داشته باشد. (در غیر این‌صورت باید ایستگاه در مجاورت پل باشد و یا پل تلفریک برای آن ساخته شود).
- محل ایستگاه یا مسیر دسترسی به ایستگاه نباید جز اراضی باتلاقی باشد و یا در مواقعی از سال مغروق شده و به زیر آب رود.
- ایستگاه‌های نمونه‌برداری در رودخانه‌ها را باید در محل‌هایی در نظر گرفت که آب شاخه‌های فرعی یا پساب منابع آلاینده ورودی با آب رودخانه به خوبی دچار اختلاط شده باشند. تعیین مسافت دقیق اختلاط کامل آب مستلزم انجام برخی از محاسبات مربوط به دما و سایر متغیرها در نقاط متعدد در امتداد رودخانه است. ولی برای کنترل این موضوع از روش‌های مختلف ساده دیگری استفاده می‌شود که به شرح زیر می‌باشند:
- استفاده از جدول (۲-۶) که مربوط به فاصله اختلاط کامل در رودخانه‌ها است، نیز توصیه می‌شود ولی با توجه به شیب و سرعت و وضعیت ظاهری آب باید تصمیم‌گیری لازم برای تعیین محل ایستگاه انجام شود.
- برای انتخاب ایستگاه بعد از منابع آلاینده و یا شاخه‌های فرعی، در نظر گرفتن ایستگاهی در مسافتی به میزان ۱۰ برابر عرض رودخانه در پایین دست توصیه شده است. ولی همان‌طور که قبلا بیان شد با توجه به شیب و سرعت و وضعیت ظاهری آب باید تصمیم‌گیری لازم برای تعیین محل ایستگاه انجام شود.
- انتخاب ایستگاه پس از آبشار یا تنگه‌های باریک و یا پس از تغییرات برای رودخانه (پیچ) که موجب مختلط شدن آب می‌شود، توصیه می‌شود.

تعیین صحیح محل‌های نمونه‌برداری برعهده گروه نمونه‌برداری است. به هنگام اولین نوبت مشاهده محل نمونه‌برداری، باید توصیف مکتوب، دقیق و صحیحی از منطقه، شامل عوارض اختصاصی و برجسته محل و هم‌چنین نام‌گذاری ساده و به دور از پیچیدگی، انجام شود.

عکس‌برداری مناسب بهترین راه اطمینان از شناسایی محل است. یک نقشه با جزییات برای نشانه‌گذاری محل‌های نمونه‌برداری به همراه کتابچه یا دفتر ثبت گزارش باید همراه گروه نمونه‌برداری باشد.

درصورتی‌که براساس نیاز و با توجه به امکانات و بودجه از تجهیزات پایش خودکار استفاده شود، لازم است ملاحظات جانبی در مورد موقعیت ایستگاه و محل نصب آن اعمال شود. این ملاحظات به‌خصوص به نوع پایش انتخابی وابسته است که مثلا جریان را

مستقیما از داخل حس‌گرها عبور دهد، نمونه‌ها را از طریق پمپاژ برداشت نماید و یا به صورت ثبات عمل نماید. ایجاد تجهیزات حفاظتی و پوشش‌های مناسب برای جلوگیری از تخریب دستگاه‌ها در اثر عوامل طبیعی و انسانی از جمله ابتدایی‌ترین نیازهای ایستگاه‌های پایش خودکار به نسبت ایستگاه‌های نمونه‌برداری دستی می‌باشند. وجود رسوبات زیاد در جریان، امکان خرابکاری‌های انسانی، باد و بارندگی‌های شدید و ... را می‌توان از جمله خطرات این ایستگاه‌ها دانست.

هزینه‌های نصب و رفع محدودیت‌های مکانی در محل پیشنهادی نیز از جمله مواردی است که در پیشنهاد استفاده از پایشگرهای خودکار برای جریان‌های سطحی باید مورد توجه قرار گیرد. شرایط هیدرولیکی ایستگاه اندازه‌گیری نیز (با توجه به اندازه‌گیری عوامل کمی) لازم است موارد ذیل را پوشش دهد:

۱- یکسان بودن شرایط جریان در محدوده حدود ۱۰۰ متر بالا و پایین دست ایستگاه

۲- منحصر بودن جریان در تمام ترازها به یک آبراهه. (هیچ بخشی از جریان به صورت سطحی یا زیرسطحی ایستگاه را دور نمی‌زند)

۳- عدم وجود عوامل فرسایش و رسوبگذاری و امکان رشد گیاهان در بستر

۴- دایمی بودن سواحل و پاک بودن آنها از گیاهان و کفایت مقطع جریان برای عبور سیلاب‌ها

۵- رعایت فاصله کافی با محل‌های تخلیه جریان، تلاقی شاخه‌های جریان یا تاثیر جزر و مد در پایین دست

۶- امکان ثبت و نمونه‌برداری از جریان حداقل در دوره‌های کم آبی

۷- درمورد مناطق سردسیر، ملاحظات اضافی در دوره‌های یخبندان

جدول ۲-۶- فواصل تقریبی اختلاط کامل در رودخانه و نهرها [۱۷]

عرض متوسط (متر)	عمق متوسط (متر)	فاصله اختلاط کامل (کیلومتر)
۵	۱	۰/۰۸ تا ۰/۷
	۲	۰/۰۵ تا ۰/۳
	۳	۰/۰۳ تا ۰/۲
۱۰	۱	۰/۳ تا ۲/۷
	۲	۰/۲ تا ۱/۴
	۳	۰/۱ تا ۰/۹
	۴	۰/۰۸ تا ۰/۷
	۵	۰/۰۷ تا ۰/۵
۲۰	۱	۱/۳ تا ۱۱
	۳	۰/۴ تا ۴
	۵	۰/۳ تا ۲
	۷	۰/۲ تا ۱/۵
۵۰	۱	۸ تا ۷۰
	۳	۳تا ۲۰
	۵	۲تا ۱۴
	۱۰	۰/۸ تا ۷
	۲۰	۰/۴ تا ۳

۲-۵- تواتر پایش (فواصل زمانی پایش)

به‌طور کلی شروع یک برنامه پایش باید همراه با یک ارزیابی اولیه بوده و سپس در مرحله بعد اقدام به تعیین یک برنامه زمان‌بندی دقیق (که در آینده در صورت لزوم اصلاح شود) گردد. دوره نمونه‌برداری یا تواتر پایش به عوامل مختلف زیر بستگی دارد که باید براساس آن تعیین شده و مورد تایید درخواست کننده مطالعات پایش قرار گیرد.

- فاصله زمانی بین نمونه‌برداری‌ها بستگی به هدف برنامه، نوع پایش، عوامل مورد پایش دارد.
- دوره نمونه‌برداری در ایستگاه‌هایی که کیفیت آب به شدت متغیر است باید بیش‌تر از ایستگاه‌هایی باشد که آب تقریبا از کیفیت ثابتی برخوردار است.
- تواتر پایش باید با توجه به منابع مالی، فنی و نیروی انسانی برنامه و هم‌چنین محدودیت‌های مرتبط انتخاب شود.
- محدودیت زمان برنامه پایش؛ به عبارتی هر چقدر دوره اجرای برنامه پایش طولانی‌تر باشد تواتر پایش کم‌تر می‌شود و هر چقدر دوره پایش کم‌تر باشد تواتر پایش می‌تواند افزایش یابد.
- دوره نمونه‌برداری اغلب باید در حدی باشد که امکان محاسبات آماری مانند میانگین متغیرهای مورد اندازه‌گیری در برنامه پایش فراهم شود. این فراوانی باید در حدی باشد که سطح اعتماد به محاسبات آماری (میانگین، میانه و یا انحراف معیار) اندازه‌گیری شده بالا باشد.
- در ایستگاه‌های روندیابی یا پایش اثر، حداقل ۱۲ نمونه در سال برای حوضه‌های بزرگ که تقریبا حوضه آنها یکصد هزار کیلومتر مربع وسعت داشته باشند و حداکثر ۲۴ نمونه در سال برای حوضه‌های کوچک با مساحت تقریبی ده هزار کیلومتر مربع مورد نیاز است.
- در ایستگاه‌های پایش سازگاری درصورتی‌که کیفیت منبع آب آشامیدنی کنترل می‌شود از حالت روزانه تا هفتگی می‌تواند متغیر باشد. در خصوص مصارف صنعتی و کشاورزی از هفتگی تا ماهیانه می‌تواند متغیر باشد.

- به‌طور کلی نوع کاربری آب در فواصل زمانی نمونه‌برداری موثر است، هرچه میزان حساسیت کاربری آب نسبت به کیفیت آن بیش‌تر باشد باید فواصل زمانی نمونه‌برداری کاهش یابد.
- با توجه به عوامل و اطلاعات فوق می‌توان تواتر پایش را تعیین کرد به‌هرصورت با توجه به بررسی‌های انجام شده تواتر پارامترهای پایش را می‌توان به ۳ طبقه (کم، متوسط و زیاد) تقسیم‌بندی کرد که در جدول شماره (۲-۷) مشخصات هر طبقه از تواتر ارائه شده است.

جدول ۲-۷- ویژگی‌های طبقات تواتر پایش

تواتر پایش	شرح
کم	بیش از ماهیانه (۴۵ روز، ۲ ماهه، سه ماهه یا بیش‌تر)
متوسط	بین هفتگی تا ماهیانه
زیاد	از حالت مداوم یا online تا هفتگی

۲-۶- مشخصات برنامه‌های پایش پیشنهادی

برنامه‌های پایش پیشنهادی طراحی شده برای استفاده کاربران این دستورالعمل، در جداول شماره (۲-۸) تا (۲-۱۱) ارائه شده است. در این جداول نوع پایش، هدف پایش، نوع پارامترهای مورد پایش، تعداد ایستگاه‌ها، تواتر نمونه‌برداری و طول دوره نمونه‌برداری در سه سطح مختلف محدودیت‌های مالی و اجرایی مشخص شده است.

محدودیت‌های مالی و اجرایی از عوامل مهم تاثیرگذار بر برنامه پایش می‌باشد و این محدودیت‌ها در هر زمان و حوضه با توجه به توانایی‌های مالی سازمان‌های متولی کیفیت آب‌های جاری مانند شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت آب و فاضلاب کشور و اداره کل حفاظت محیط زیست، شرکت‌های آب و فاضلاب استانی، شرکت‌های آب منطقه‌ای استانی و ... متفاوت می‌باشد. لذا برنامه‌های پایش در سطح محدودیت، زیاد، متوسط و کم طراحی شده است.

بدیهی است بهترین حالت برای پایش، حالت با محدودیت کم می‌باشد اما این موضوع دلیل آن نیست که برنامه پایش حالت با محدودیت زیاد نتواند اهداف پایش را تامین کند. به‌هر صورت انتخاب نوع حالت پایش باید برای هر حوضه توسط سازمان ذیربط و با کمک مشاور و پیمانکار مربوط نهایی شود. به منظور آشنایی بیش‌تر کاربران دستورالعمل پایش با نحوه انتخاب ایستگاه‌های پایش مثال‌هایی با استفاده از شکل در پیوست شماره ۶ ارائه شده است.

جدول ۲-۸- مشخصات و ویژگی‌های پایش پایه

نوع پایش	هدف	سطح محدودیت‌های مالی و اجرایی	پارامترها	تعداد ایستگاه‌ها	تواتر نمونه‌برداری	دوره نمونه‌برداری
پایه	هدف شناسایی شرایط پایه در سامانه جریان آب است به عبارتی میزان سطوح اولیه متغیرها در آب‌ها مشخص می‌شود. پایش پایه برای رودخانه‌هایی استفاده می‌شود که هیچ‌گونه اطلاعات قبلی در آن وجود نداشته یا قابل استناد نمی‌باشند و ایستگاه آب‌سنجی در آن وجود ندارد، اغلب این رودخانه‌ها ناشناخته و دسترسی به آنها مشکل می‌باشد.	زیاد	بده، اکسیژن محلول (Do)، اکسیژن خواهی زیستی (BoD5)، دما و کدورت، pH و EC	تراکم کم	کم (۶ ماهه با در نظر گرفتن فصل کم آبی و پرآبی)	یکسال
		متوسط	پارامترهای حالت اول به‌علاوه کاتیون‌ها و آنیون‌ها، (پارامترهایی که در ایستگاه‌های آب سنجی ایران اندازه‌گیری می‌شوند)	تراکم کم یا متوسط	کم (فصلی با در نظر گرفتن فصل کم آبی و پرآبی)	یکسال
		کم	پارامترهای حالت دوم به‌علاوه کدورت، نیترات، فسفات، کل مواد جامد و باکتری‌ها	متوسط	کم (فصلی با در نظر گرفتن فصل کم آبی و پرآبی)	یکسال

جدول ۲- ۹ - مشخصات و ویژگی‌های پایش سازگاری

نوع پایش	هدف	سطح محدودیت‌های مالی و اجرایی	پارامترها	تعداد ایستگاه‌ها	تواتر نمونه‌برداری	دوره نمونه‌برداری
سازگاری	یک نوع از پایش که هدف آن اطمینان از تطابق نیازمندی‌های ضروری و قانونی برای مناسب بودن آب با مصارف آن می‌باشد را پایش سازگاری گویند	زیاد	با توجه به نوع مصارف آب و استانداردهای مربوط، نوع پارامترها انتخاب می‌شوند. معیار اصلی انتخاب پارامترها استانداردهای نوع مصرف آب می‌باشند اما می‌توان آنها را نیز اولویت بندی کرد و با توجه به سطح محدودیت آنها را انتخاب کرد. (براساس جداول ارائه شده در انتهای پیوست شماره ۴ انتخاب شوند)	کم (براساس نقاط مصرف و برداشت آب باید تعداد ایستگاه‌ها را انتخاب کرد.)	متوسط	به صورت مستمر تا زمان مصرف از منبع آب جاری
		متوسط		متوسط (براساس نقاط مصرف و برداشت آب باید تعداد ایستگاه‌ها را انتخاب کرد.)	متوسط تا زیاد	به صورت مستمر تا زمان مصرف از منبع آب جاری
		کم		زیاد (براساس نقاط مصرف و برداشت آب باید تعداد ایستگاه‌ها را انتخاب کرد.)	زیاد	به صورت مستمر تا زمان مصرف از منبع آب جاری

جدول ۲-۱۰- مشخصات و ویژگی‌های پایش اثر

نوع پایش	هدف	سطح محدودیت‌های مالی و اجرایی	پارامترها	تعداد ایستگاه‌ها	تواتر نمونه‌برداری	دوره نمونه‌برداری
پایش اثر	تاثیر پروژه‌های انسانی یا وقایع طبیعی را بر روی کیفیت آب مورد سنجش قرار می‌دهد. پروژه‌های انسانی شامل فعالیت‌های صنعتی، معدنی، سدسازی، کشاورزی، توسعه شهری، فعالیت‌های گردشگری و تفرجی را شامل می‌شود.	زیاد	پارامترها با توجه به نوع پروژه و فعالیت‌های انسانی تاثیرگذار تعیین می‌شود لیکن حداقل پارامترها به شرح زیر می‌باشد. بده، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی زیستی، دما و کدورت، pH و EC	متوسط	متوسط	در طول دوران فعالیت یا اجرای پروژه‌های
		متوسط	پارامترها با توجه به نوع پروژه و فعالیت‌های انسانی تاثیرگذار تعیین می‌شود. علاوه بر پارامترهای بند قبلی، پارامترهای مهم ارائه شده در جدول (۱-۴) برای هر نوع از فعالیت‌ها انتخاب شود.	متوسط	متوسط یا زیاد	در طول دوران فعالیت یا اجرای پروژه‌های
		کم	پارامترها با توجه به نوع پروژه و فعالیت‌های انسانی تاثیرگذار تعیین می‌شود. علاوه بر پارمترهای بند قبلی، پارامترهای ارائه شده در جدول (۲-۳) برای هر نوع از فعالیت‌ها انتخاب شود.	زیاد	زیاد	در طول دوران فعالیت یا اجرای پروژه‌های

جدول ۲-۱۱- مشخصات و ویژگی‌های پایش روندیابی

نوع پایش	هدف	سطح محدودیت‌های مالی و اجرایی	پارامترها	تعداد ایستگاه‌ها	تواتر نمونه‌برداری	دوره نمونه‌برداری
روندیابی	برای تشخیص دقیق تغییراتی که ممکن است در نتیجه یک مشکل بالقوه در طول زمانی درازمدت رخ دهد، انجام می‌شود.	زیاد	بده، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی زیستی، دما و کدورت، pH و EC	کم	متوسط	حداقل ۱۰ ساله
		متوسط	پارامترهای حالت اول به‌علاوه کاتیون‌ها و آنیون‌ها (پارامترهایی که در ایستگاه‌های آب‌سنجی ایران اندازه‌گیری می‌شوند)	متوسط	متوسط	حداقل ۱۰ ساله
		کم	پارامترهای حالت دوم به‌علاوه کدورت، نیترات، فسفات، کل مواد جامد و باکتری‌ها، فلزات سنگین در صورت نیاز	زیاد	متوسط	حداقل ۱۰ ساله

۲-۷- بررسی و برآورد منابع مورد نیاز (مالی، آزمایشگاهی، حمل و نقل، نیروی انسانی)

طرح‌ریزی برنامه پایش نیازمند شناسایی کمی و کیفی منابع مورد نیاز برای انجام پایش است. لذا در طرح‌ریزی برنامه پایش باید موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

الف- منابع مالی موجود و هزینه برنامه پایش

هزینه‌های پایش شامل هزینه‌های عملیات میدانی و عملیات آزمایشگاهی و هزینه‌های کارشناسی است که باید در نظر گرفته شود و با منابع موجود مالی مقایسه شود. منابع مالی موجود می‌تواند بر تعداد ایستگاه‌ها، تواتر پایش و تعداد پارامترها تاثیرگذارد.

ب- تجهیزات آزمایشگاهی

ابتدا باید در منطقه (استان و یا استان‌ها مجاور نزدیک به حوضه مورد مطالعه) آزمایشگاه‌های توانا و معتمد شناسایی شود. آزمایشگاه‌ها باید فاصله مناسب را تا حوضه مورد مطالعه و ایستگاه‌ها داشته باشد تا امکان حمل نمونه‌ها برداشت شده از رودخانه به آزمایشگاه در زمان قابل قبول وجود داشته باشد. لازم است مدت زمان حمل با در نظر گرفتن سرعت مجاز وسیله حمل نمونه، وضعیت راه ارتباطی و هم‌چنین تاخیرات احتمالی ناشی مشکلات پیش‌بینی نشده، باشد.

تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی و امکان آنالیز عوامل مختلف در هر آزمایشگاه باید مشخص شود. وضعیت نیروی انسانی آزمایشگاه و تخصص و تجارب هر کدام مشخص شود. هم‌چنین سوابق و تجارب کاری آن آزمایشگاه به‌ویژه کارهای مشابه مورد بررسی قرار گیرد.

روش‌های کنترل کیفی و تضمین کیفیت آزمایشگاه و وجود استانداردهای مدیریتی برای آزمایشگاه موضوع مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

پس از ارزشیابی آزمایشگاه‌ها، یک یا دو آزمایشگاه برای آزمایش‌های پایش کیفیت آب انتخاب شوند. لازم است نتایج بررسی‌های فوق حفظ و به روز شود تا در برنامه‌های پایش کیفیت آب در آینده مورد استفاده قرار گیرد.

وضعیت آزمایشگاه‌های موجود در منطقه و توانایی آنها در طراحی برنامه پایش به‌ویژه نوع پارامترها و هم‌چنین تواتر آنها موثر می‌باشند. برای تعیین آزمایشگاه‌های مناسب باید اقدامات زیر انجام شود:

- شناسایی کلیه آزمایشگاه‌های موجود در منطقه
- استعلام از آزمایشگاه‌ها و دریافت اطلاعات در خصوص موضوع‌های زیر:
  - نوع تجهیزات و امکانات
  - چارت کارشناسی
  - گواهی‌نامه‌ها، استانداردهای سامانه‌های مدیریتی و تضمین کیفیت
  - سوابق و تجارب و لیست مشتریان
  - دستورالعمل‌های موجود تضمین کیفیت
  - میزان فضای موجود
- بررسی و بازدید از آزمایشگاه‌ها
- استعلام از سازمان‌هایی مانند سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان حفاظت محیط زیست (مانند آزمایشگاه معتمد یا مرجع)
- انتخاب آزمایشگاه مربوط

ج- حمل و نقل

وجود و وضعیت امکانات حمل و نقل موجود از نظر نوع، تعداد، تجهیز بودن به امکانات لازم، قدرت مناسب، داشتن فضای کافی و لوازم ایمنی از عواملی است که در برنامه‌های پایش اهمیت لازم دارد. با توجه به وضعیت منطقه مورد مطالعه و هم‌چنین موقعیت ایستگاه‌ها و حجم آبدهی رودخانه، باید امکانات حمل و نقل مناسب انتخاب شده و هزینه‌های آن در طراحی برنامه پایش مورد توجه قرار گیرد. در این راستا باید سریع‌ترین، مطمئن‌ترین، ایمن‌ترین راه ارتباطی بین ایستگاه‌ها و آزمایشگاه‌ها انتخاب شده و پس از بررسی میدانی آن وسایط حمل و نقل مورد نیاز شناسایی شوند.

د- کنترل کیفی

یکی از نیازمندی‌های برنامه پایش موضوع کنترل کیفی عملیات آماده‌سازی، نمونه‌برداری، نگهداری، حمل و نقل، عملیات آزمایشگاهی می‌باشد. انجام کنترل کیفی مراحل مختلف پایش، نیازمند منابع مالی، تجهیزات و نیروی انسانی می‌باشد که باید در نظر گرفته شود.

هـ- نیروی انسانی

برای انجام پایش کیفیت آب‌های سطحی به یک تیم کارشناسی و عملیاتی نیاز می‌باشد. در تیم کارشناسی و عملیاتی باید تخصص‌های (حداقل) موجود باشد:

- هیدرولوژی
- محیط زیست
- شیمی با تخصص و تجربه آنالیز آب و فاضلاب
- علوم آزمایشگاهی با تجربه مربوط
- کارشناس آمار
- کارشناس کامپیوتر با تخصص برنامه نویسی، بانک اطلاعاتی و GIS

فصل ۳

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری

۳-۱- کلیات

از آن‌جا 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 نظرگرفتن 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.

۳-۲- عملیات میدانی

- **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. موثرترین 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
- کیسه‌هایا 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 آسیب های احتمالی
- دوربین های عکاسی و فیلمبرداری مورد نیاز

- کاربرگ‌های درخواست آزمایشگاه

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

۳-۲-۱- روش و نوع نمونه‌برداری

روش نمونه‌برداری مورد استفاده باید روش نمونه‌برداری نظامند[1] 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 تاثیرات کیفیت آب در طول زمان، تنها زمانی امکان‌پذیر است که نمونه‌ها به‌طور متوالی از یک نقطه برداشت شوند. در انواع پایش‌ها لازم است از روش نمونه‌برداری منظم استفاده کرد. اما در شرایط اضطراری و در پایش‌هایی با دوره کوتاه مدت نیز می‌توان از روش نمونه‌برداری 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[2] یا نمونه‌برداری ساده[3] شناخته می‌شود. نمونه‌های ترکیبی[4] 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.

- هنگامی‌که 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.

هنگامی‌که 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 نمونه‌برداری، با هم ترکیب می‌شوند.

هنگامی‌که سرعت جریان متغیر است، روش نمونه‌برداری باید به صورت نمونه‌برداری 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 منحصرا 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 نمونه‌برداری تلفیقی عمقی و سطحی در یک ایستگاه مشخص استفاده کرد. اطلاعات کامل در خصوص انواع نمونه‌برداری تلفیقی عمقی، تلفیقی سطحی، تلفیقی زمانی و تلفیقی بده در پیوست شماره ۹ ارائه شده است.

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.

1- Sistematic
2- Dip
3- Grab
4-Composite

توضیح ۲: در شرایطی که حجم آبدهی شاخه اصلی و شاخه‌های فرعی در طول شبانه روز تفاوت قابل توجهی نداشته باشد (کم‌تر از ۲۰ درصد) نیازی به نمونه‌برداری تلفیقی بده یا زمانی نیست در غیر این‌صورت 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 نمونه‌برداری 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 که در پیوست شماره ۱۰ به‌طور کامل تشریح شده است.

۳-۲-۲- 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 تضمین کننده تامین حجم مورد نیاز نمونه برای آنالیز است. نکته دیگر این است که ظروف نمونه‌برداری را صرفا 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 (جدول شماره ۳-۱).
- برای نمونه‌های زیستی ظروف شیشه‌ای[1] مناسب‌تر است.
- ظرفیت ظروف نمونه‌برداری برای آزمایش هر پارامتر باید براساس روش استاندارد آزمایش‌ها باشد (جدول شماره ۳-۱).
- ظروف باید مجهز به درپوش محکم باشند.

۳-۲-۳- 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 مجددا 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.

1- Standard methods

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 اتوکلا حداقل سه بار با آب مقطر شست. چنان‌چه آب مقطر در دسترس نباشد می‌توان از آب فاقد کلر استفاده کرد. درصورتی‌که 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 میلی لیتر حجم نمونه حدود ۰/۱ میلی لیتر 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.

ب- آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی

- **روش اول (روش عمومی آماده‌سازی بطری‌های نمونه‌برداری)**

این روش آماده‌سازی ظروف نمونه‌برداری برای پایش پارامترهای هدایت الکتریکی، جامدات کل، کدورت، pH و قلیاییت 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.

۳-۲-۴- روش‌های برداشت نمونه از آب

الف - برداشت نمونه با تجهیزات

برای نمونه‌برداری آب تجهیزات بسیار مختلفی طراحی شده است که بسیاری از آن ها 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[1] 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. توضیحات بیش‌تر در خصوص مشخصات این نمونه‌بردار در پیوست ۱۱ ارائه شده است.

- **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. توضیحات بیش‌تر در خصوص مشخصات این نمونه‌بردار در پیوست شماره ۱۱ ارائه شده است.

ب- روش‌های نمونه‌برداری دستی

به‌طور کلی همواره نمونه‌ها از محلی که آب درحال جریان است برداشته و از نمونه‌برداری از کناره‌های ساحل رودخانه و جاهایی که آب راکد است خودداری شود. در نواحی کم عمق برای جمع‌آوری نمونه با احتیاط به محلی که آب در حال جریان است رفته، و در نواحی عمیق حتما 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 زمانی‌که 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، احتمالا وجود ماهی‌های مرده شناور بر روی آب یا لکه‌های نفت، رشد جلبک و

1- Grab

هر نوع منظره یا بوی غیرمتعارف 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 موثر 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 استرلیزه شده انجام داد.
- از بروز هر نوع آلودگی در ظروف نمونه‌برداری از طریق تماس دست یا سایر مواد غیراسترلیزه 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.

نوع و تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری هر کدام از پارامترها در پیوست شماره ۱۱ ارائه شده است.

توضیح: موضوع صاف‌سازی نمونه‌ها باید براساس روش استاندارد آزمایش‌ها انجام شود. نیاز یا عدم نیاز به صاف‌سازی[1] و روش انجام صاف‌سازی در روش استاندارد آزمایش ارائه شده است.

1- Fiterastion

جدول ۳-۱- حجم نمونه، نوع تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری نمونه‌ها [۲۲]

پارامتر اندازه‌گیری			حجم مورد نیاز (میلی‌متر)	جنس محفظه نمونه‌برداری	روش حفاظت	حداکثر زمان نگهداری
گروه ۱- آزمایش‌های شیمیایی معمول		pH -۱-۱	۲۵	پلاستیک، شیشه	-	باید بلافاصله آزمایش شود
		SAR -۲-۱	با استفاده از کاتیون‌ها و آنیون‌ها محاسبه می‌شود.			
		TDS -۳-۱	۲۴۰	شیشه، درپوش آب‌بند	در صورت آب‌بند کردن درپوش بلافاصله آزمایش شود	در صورت آب‌بند بودن درپوش تا ۶ ماه
		EC -۴-۱	۱۰۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۲۸ روز
		TH -۵-۱	۱۰۰	پلاستیک، شیشه	افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۶ ماه
		TA -۶-۱	۱۰۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۱۴ روز
	۱-۷- کاتیون‌ها	Ca -۱-۷-۱	۵۰۰	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعا فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۶ ماه
		Na -۲-۷-۱	۵۰۰	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعا فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۶ ماه
		Mg-۳-۷-۱	۵۰۰	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعا فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۶ ماه
		K -۴-۷-۱	۵۰۰	پلاستیک، شیشه	برای فلزات محلول سریعا فیلتر شود افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۶ ماه
	۱-۸- آنیون‌ها	Cl -۱-۸-۱	۵۰	پلاستیک، شیشه		۲۸ روز
		SO_4 -۲-۸-۱	۵۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۲۸ روز
		PO_4 -۳-۸-۱	۱۰۰	شیشه	برای فسفات محلول سریعا فیلتر شود سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۴۸ ساعت
		HCO_3 -۴-۸-۱				
گروه ۲- آزمایش‌های فیزیکی		۲-۱- دما	۱۰۰۰	پلاستیک، شیشه		باید بلافاصله آزمایش شود
		۲-۲- کدورت	۱۰۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۴۸ ساعت
		SS -۳-۲				
گروه ۳- آزمایش‌های شیمیایی - زیستی		BOD -۱-۳	۱۰۰۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۴۸ ساعت
		COD -۲-۳	۵۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد افزودن اسید سولفوریک (pH کم‌تر از۲)	۲۸ روز
		DO -۳-۳	۳۰۰	بطری و درپوش شیشه‌ای		
		NO_3 , NO_2 -۴-۳	۴۰۰	پلاستیک، شیشه		
		۳-۵- آمونیاک	۴۰۰	پلاستیک، شیشه	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد افزودن اسید سولفوریک (pH کم‌تر از۲)	۲۸ روز
		۳-۶- کلی‌فرم مدفوعی		پلاستیک، شیشه استریل	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۲۴ ساعت
		۳-۷- نماتد		پلاستیک، شیشه اسریل	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۲۴ ساعت

ادامه جدول ۳-۱- حجم نمونه، نوع، تجهیزات مورد نیاز و نحوه حفاظت و زمان نگهداری نمونه‌ها [۲۲]

پارامتر اندازه‌گیری			حجم مورد نیاز (میلی‌متر)	جنس محفظه نمونه‌برداری	روش حفاظت	حداکثر زمان نگهداری
گروه ۴- فلزات سنگین		۴-۱ تا ۴-۱۲ شامل Al, Fe2, Zn, Pb, Sn, Cd, Co, Cu, Ag ,Ni	محلول ۱۰۰	پلاستیک	فیلتر در محل – افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۶ ماه
			معلق ۳۰۰	شیشه – پلاستیک	فیلتر در محل	
			کل ۱۰۰	شیشه – پلاستیک	افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	
		Cr -۱۳-۴	۲۰۰	شیشه – پلاستیک	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد	۲۴ ساعت
		Mg -۱۴-۴	محلول ۱۰۰	شیشه – پلاستیک	فیلتر- افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	۲۸ روز
			کل ۱۰۰		افزودن اسید نیتریک (pH کم‌تر از۲)	
گروه ۵- معدنی، سمی	۴-۱ تا ۴-۱۲	۵-۱- آزبست	۱۰۰۰	پلاستیک (چگالی پایین) – شیشه	تا دمایی که مانع از رشد جلبیک و باکتری بشود.	۴۸ ساعت
		As -۲-۵	۱۰۰	شیشه – پلاستیک	–	۲۸ روز
		Ba -۳-۵	۱۰۰	شیشه – پلاستیک	–	۲۸ روز
		B -۴-۵	۱۰۰	شیشه – پلاستیک	–	۲۸ روز
		Be -۵-۵	۱۰۰	شیشه – پلاستیک	–	۲۸ روز
		CN -۶-۵	۵۰۰	شیشه – پلاستیک	سرد کردن تا ۴ درجه سانتی‌گراد، افزودن سود (pH بالاتر از ۱۲)، افزودن ۰/۶ گرم اسید اسکوربیک	۱۴ روز
		F -۷-۵	۳۰۰	شیشه – پلاستیک	–	۲۸ روز
گروه ۶- سایر		۶-۱- چربی و روغن	۱۰۰۰	شیشه – پلاستیک		۲۸ روز
		۶-۲- دترجنت				
		۶-۳- رادیواکتیو (اشعه آلفا و بتا)	۵۰۰	شیشه – پلاستیک	افزودن اسید کلریدریک یا نیتریک (pH کم‌تر از ۲)	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 سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.

۳- نمونه‌ها باید حتی‌المقدور و در کم‌ترین زمان پس از برداشت تحلیل شوند. زمان‌های ارایه 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 این‌که 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 ذی‌صلاح می‌توانند زمان کوتاه تری را به عنوان حداکثر مجاز تعیین نمایند.

۴- در مورد اکسیژن محلول در روش پروب[1] نمونه بلافاصله آزمایش می‌شود ولی در روش وینکلر[2] نمونه باید در محل تثبیت شود و حداکثر زمان نگهداری آن ۸ ساعت است.

۵- در صورت اندازه‌گیری مجموع نیترات و نیتریت حجم نمونه مورد نیاز ۱۰۰ میلی لیتر است و نمونه‌ها باید تا ۴ درجه سانتی‌گراد 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. درصورتی‌که نیترات و نیتریت به صورت جداگانه اندازه‌گیری می‌شوند، نمونه باید تا ۴ درجه سانتی‌گراد سرد شود و حداکثر تا ۴۸ ساعت مورد آزمایش قرار گیرد. حجم نمونه مورد نیاز در آزمون نیترات و نیتریت به ترتیب ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتر می‌باشد.

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

1- Probe
2- Winkler

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.

۳-۲-۵- ثبت مشاهدات میدانی

عملیات نمونه‌برداری خوب همیشه شامل ثبت با جزییات 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[1] منتقل شوند. ثبت اطلاعات و مشاهدات میدانی بخشی از ثبت زنجیره اطلاعات[2] 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 جلبک ها، 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 جزییات مربوط را در زمان نمونه‌برداری یادداشت کنند. بعد از پر شدن این دفترچه‌ها از دور انداختن آن ها باید پرهیز کرد. از آن‌جا که این دفترچه‌ها حاوی داده‌ها و اطلاعات خام اولیه می‌باشند، لذا می‌توانند به منظور فعالیت‌های کنترلی آتی موثر 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 قرارگیرد. 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 هماهنگ کننده برنامه مشورت کرده و دلایل آن را به خوبی توجیه کرد. به منظور تسهیل استفاده از اطلاعات باید محتویات داخل دفترچه منعکس‌کننده ترتیب انجام فعالیت‌های صورت گرفته نیز باشند.

۳-۲-۶- نگهداری و محافظت نمونه‌ها

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

1- Database
2- Chain of custody

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 تاثیر داشته باشد. به عنوان مثال واکنش نمونه مواد یا دیواره ظروف بر نمونه می‌تواند تاثیری 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[1].

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 احتمالا 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 زمانی‌که دمای نمونه به ۴۰ – درجه برسد، تمامی فعالیت‌های زیستی به‌طور کامل متوقف می‌شود. به منظور جلوگیری از فعالیت‌های زیستی از برخی مواد شیمیایی مانند کلروفورم 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[2]. در هر حال چنان‌چه نیاز به اضافه کردن چنین ترکیباتی باشد، باید همواره نقش آنها در تشخیص پارامتر های مورد اندازه‌گیری مورد توجه قرار داد.

حتی زمانی‌که به نمونه‌ها مواد نگهدارنده اضافه می‌شود و یا قرنطینه می‌شوند، صرفا 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.

1- Batley,1989,maherawoos,1999
2- Mahcrawoo,1999

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 درصورتی‌که 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 نهایتا 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.

۳-۲-۷- تضمین کیفیت در نمونه‌برداری

تعاریفی در خصوص نمونه‌برداری و انواع نمونه‌ها وجود دارد که در ابتدای پیوست شماره ۹ ارائه شده است 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 (۳-۲) راهکار حذف یا کاهش خطر عواملی که می‌توانند کیفیت عملیات نمونه‌برداری را تحت تاثیر قرار دهد، ارائه شده است.

جدول ۳-۲- عوامل تاثیرگذار بر کیفیت عملیات میدانی پایش آب [۱۴]، [۱۵] و [۱۹]

ردیف	عامل موثر بر کیفیت عملیات نمونه‌برداری	راهکار حذف یا کاهش عوامل تاثیرگذار
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 کاربرگ‌های مشخصات ایستگاه‌ها در هر نوبت
۲	نوع نمونه برداشت شده و ظروف نمونه‌برداری	– 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 کنترل های 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
۷	آلودگی نمونه	– 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 نمونه‌های میکرو بیولوژیکی استفاده می‌شوند را حتما باید قبلا استریل کرد. – افراد مرتبط در انجام نمونه‌برداری باید دست های 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 بک ماده شیمیایی باید به وجود آن پی برد و میزان آنرا اندازه‌گیری کرد[1]. – 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.

1-Lemrs 1988

ادامه جدول ۳-۲- عوامل تاثیرگذار بر کیفیت عملیات میدانی پایش آب [۱۴]، [۱۵] و [۱۹]

ردیف	عامل موثر بر کیفیت عملیات نمونه‌برداری	راهکار حذف یا کاهش عوامل تاثیرگذار
۷	آلودگی نمونه	– اندازه‌گیری‌های میدانی همیشه باید بر روی زیر نمونه‌های[1] جداگانه‌ای انجام شود. بطری‌های نمونه و درپوش‌ها باید طبق روش‌های استاندارد تمیز و توسط آزمایشگاه فرستنده تحت عنوان «عاری از آلودگی»[2] مشخص شوند. بطری‌های نمونه‌ای که در آزمایشگاه تمیز شده‌اند نباید با نمونه آب واقعی[3] 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 مجددا تمیز شده‌اند، برای برخی آنالیزها در غلظت‌های بسیار کم، مناسب نیست. – برای هر آنالیز فقط باید از بطری‌های توصیه شده استفاده شود. – واکنش‌گرها و مواد نگهدارنده باید درجه خلوص تجزیه‌ای[4] داشته و توسط آزمایشگاه فرستنده تایید شوند. برچسب بطری‌های حاوی این مواد باید محتویات و تاریخ انقضای آنها را به وضوح نشان دهد. – برای اجتناب از اشتباه، نمونه‌ها باید با نشانه‌های رنگی مشخص شوند. – داخل بطری‌ها و درپوش‌ها نباید با چیزی جز نمونه آب و مواد نگهدارنده تماس داشته باشد. – درپوش‌ها درست پیش از نمونه‌برداری باز شود و پس از نمونه‌برداری بلافاصله بسته شود. – بطری‌ها در مکانی پاکیزه و دور از خاک، گل، دود و دوده نگهداری شود. بطری‌ها پیش و پس از نمونه‌برداری، همواره باید دربسته و داخل محفظه مناسب (مانند جعبه) نگهداری شوند. پاکیزه بودن وسیله نقلیه (خودرو) نقش مهمی در رفع مشکلات آلودگی نمونه دارد. – محصولات نفتی از عمده‌ترین منابع آلودگی نمونه هستند. واحدهای تهویه نیز از منابع ورود آلودگی به نمونه با مقادیر کم فلزات هستند. – تجهیزات صاف‌سازی باید با استفاده از روش مناسب تمیز شده و در کیسه‌های پلاستیکی عایق و برچسب‌دار نگهداری شوند. – 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 این که انجماد بخشی از دستورالعمل نگهداری و محافظت باشد. نمونه‌ها در کوتاه‌ترین زمان ممکن باید سرد شود. – 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. – تمیز کردن در محل نمونه‌برداری اغلب به اندازه آزمایشگاه موثر نیست. از به‌کارگیری سفیدکننده‌ها[5] و شوینده‌های قوی اجتناب شود. – آب بدون یون را نباید بیش از شش ماه نگهداری کرد و تاریخ پر کردن و انقضا باید روی ظروف ثبت شود. – اقدامات کنترل کیفیت میدانی[6] ارائه شده در بندهای فوق باید بر روی نمونه‌های شاهد نیز انجام شود. – سنجش خلوص نگهدارنده‌های شیمیایی، سنجش آلودگی ظروف نمونه، کاغذ و تجهیزات صاف‌سازی و هر وسیله ای که در جمع‌آوری و انتقال نمونه به کار می‌رود و آشکارسازی خطاهای معین و تصادفی است. – 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.
۸	آلودگی تجهیزات	– 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. – سطوح محفظه‌های انتقال (محفظه خنک کننده) نمونه باید از آلودگی‌ها پاک و با آب بدون یون آبکشی شوند. – وسیله نقلیه تمیز باشد. – وسایلی که در آب مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید پیش از تماس با منبع جدیدی از آب، از گیاهان آبزی پاک شوند. – 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. – تجهیزات مورد استفاده برای نمونه‌برداری منابع آب، نباید برای نمونه‌برداری پساب به‌کار روند. هر نوع نمونه‌برداری باید تجهیزات مخصوص به خود را داشته باشد.

1- sub-sample
2- contamination-free
3- real water sample
4 –analytical grade
5- Bleaches
6- field quality control

۳-۲-۸- ذخیره و حمل و نقل نمونه‌ها

فرایند جمع‌آوری نمونه را باید به‌طور کامل با آزمایشگاه هماهنگ کرد. همان‌طور که قبلا 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 هنگامی‌که 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 قبلا 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 (آنهایی 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 بی‌حرکت 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.

۳-۳- عملیات آزمایشگاهی

۳-۳-۱- دریافت نمونه‌ها توسط 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 سانتی‌گراد 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.

۳-۳-۲- 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[1]
- الگوی روش استاندارد آزمایش‌ها، لازم به ذکر است که این الگو در سالیان مختلف بازنگری و تجدید چاپ می‌شود.[2]
- 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.[3]

۳-۴- نحوه ثبت و نگهداری اطلاعات میدانی

۳-۴-۱- 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[4] 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 قبلا در ایستگاه‌های آب‌سنجی اندازه‌گیری شده است، تکمیل می‌شود. (این فرم در صفحه بعد ارائه شده است.)
- پس ازبررسی حوضه و شناسایی و انتخاب ایستگاه‌ها برای هر ایستگاه، بخش الف کاربرگ ۳-۱ قبل از عملیات نمونه‌برداری در دفتر مرکزی تکمیل می‌شود و به تعداد مناسب کپی گرفته می‌شود.
- در هر بار نمونه‌برداری (برای هرکدام از ایستگاه‌ها)، بخش ((ب)) کاربرگ شماره ۳-۱ تکمیل خواهد شد. در بند توضیحات بخش ((ب)) کاربرگ شماره ۳-۱، پدیده‌ها و تغییراتی که در فاصله زمانی بین نمونه‌برداری قبلی و فعلی در خصوص موضوع‌ها بیان شده در بخش ((الف)) کاربرگ شماره ۳-۱، 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. ضمنا درخصوص تکمیل بند توضیحات بخش ب کاربرگ شماره ۳-۱ 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.

1- U.S.Environmental protection agency
2- APHA Standard methods for the examination of water and wastewater
3- WHO Guidelines for drinking –water quality.world health organization, geneva.
۴- دستورالعمل آماربرداری منابع آب، کد فرم (۰۴-۱۸۱-الف) نشریه ۲۳۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

وزارت نیرو

شرکت سهامی آب منطقه‌ای.....

برگ شناسایی رودخانه

کد فرم (۰۴-۱۸۱-الف)

۱- نام رودخانه:	۱۵- تعداد و نوع ایستگاه هیدرومتری: درجه یک: درجه دو: درجه سه: درجه چهار:
۲- نام حوضه آبریز اصلی:	
۳- کد حوضه ابریز اصلی:	
۴- نام پایانه رودخانه:	۱۶- تاریخ تاسیس اولین ایستگاه هیدرومتری:
۵- سطح حوضه آبریز: کیلومترمربع	۱۷- تاسیسات آبی: تعداد سد مخزنی: تعداد سد انحرافی: تعداد سد تنظیمی: تعداد سردهنه:
۶- طول رودخانه: کیلومتر	
۷- شیب رودخانه: خالص درصد ناخالص درصد	۱۸- تعداد شاخه‌های اصلی:
۸- وضعیت جغرافیایی: داخلی ☐ مرزی مشترک ☐ مرزی ورودی ☐ مرزی خروجی ☐	۱۹- شمای شاخه‌بندی و تاسیسات:
۹- نوع رودخانه: دایمی ☐ فصلی ☐ مسیل ☐	
۱۰- رژیم رودخانه: بارانی ☐ برفی – بارانی ☐ بارانی- برفی ☐	
۱۱- انهار منشب 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: جنگل انبوه ☐ جنگل تنک ☐ مرتع ☐ بدون پوشش گیاهی ☐	
۱۴- نام دشت های مهم:	

۲۰- بده (بده) در ایستگاه‌های مهم:

نام ایستگاه	متوسط بده سالانه و حداکثر لحظه‌ای (مترمکعب بر ثانیه)								
	سال خشک		سال متوسط		سال پرآب		بده حداکثر لحظه ای	تاریخ رخداد
	سال	بده	سال	بده	سال	بده		

۲۱- کیفیت شیمیایی

نام ایستگاه	هدایت الکتریکی EC (µmhos/cm)		بده مترمکعب بر ثانیه		تاریخ نمونه‌برداری	
	حداکثر	حداقل	مانند حداکثر	مانند حداقل	حداکثر	حداقل

۲۲- مواد معلق رسوبی

نام ایستگاه	رسوب (میلی‌گرم بر لیتر)		بده مترمکعب بر ثانیه		تاریخ نمونه‌برداری	
	حداکثر	حداقل	مانند حداکثر	مانند حداقل	حداکثر	حداقل

ملاحظات:

نام واحد اقدام کننده:

نام و نام خانوادگی تهیه کننده:

تاریخ تکمیل برگ شناسایی:

کاربرگ ۳-۱- مشخصات ایستگاه نمونه‌برداری[۱] [۱۹]

الف – ویژگی‌های سایت

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

ب– وضعیت نمونه‌برداری

تاریخ نمونه‌برداری:			
آیا نمونه‌برداری انجام شد؟			
بله		**خیر**	
نوع نمونه‌برداری	– شیمیایی	– خشک بودن رودخانه	
	– زیستی	– عدم امکان دسترسی (عدم ایمنی)	
	– سایر	– سیلاب شدید	
مشکلات دسترسی به ایستگاه	– مغروق شدن		
	– تالابی و باتلاقی		
	– وجود گل		
	– سایر موارد		
توضیحات ضروری:			

۱- بخش الف این کاربرگ پس از بررسی اولیه از حوضه و شناسایی ایستگاه ها، قبل از نمونه برداری در دفتر تکمیل می شود.

۳-۴-۲- 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 ۳-۲ برای ثبت نتایج اندازه‌گیری شیمیایی میدانی تهیه شده که باید در زمان اندازه‌گیری تکمیل شود. موضوع مهم در خصوص کاربرگ ۳-۲، 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. [۸]

لازم به‌ذکر 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. برای استفاده از کاربرگ‌های این بخش باید به راهنمای هر کدام از این کاربرگ‌ها که در پیوست ۱۲ ارائه شده است، توجه کرد.

کاربرگ ۳-۲- اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی میدانی

الف – ویژگی‌های سایت

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

ب – وضعیت نمونه‌برداری

تاریخ:	ساعت:

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

ج – اندازه‌گیری

- دمای هوا و آب

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

- هدایت الکتریکی

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

- اکسیژن محلول

تجهیزات		واسنجی			میزان DO اندازه‌گیری شده	کنترل واسنجی بعد از اندازه‌گیری		
نام تجهیزات اندازه‌گیری	مهلت واسنجی	وضعیت واسنجی استاندارد ۱	وضعیت واسنجی استاندارد ۲	وضعیت واسنجی استاندارد ۳		واسنجی استاندارد ۱	واسنجی استاندارد۲	واسنجی استاندارد۳

- pH

تجهیزات		واسنجی			میزان pH اندازه‌گیری شده	کنترل واسنجی بعد از اندازه‌گیری		
نام تجهیزات اندازه‌گیری	مهلت واسنجی	وضعیت واسنجی استاندارد ۱	وضعیت واسنجی استاندارد ۲	وضعیت واسنجی استاندارد ۳		واسنجی استاندارد ۱	واسنجی استاندارد۲	واسنجی استاندارد۳

کاربرگ ۳-۳- پایش زیستی

الف – ویژگی‌های سایت

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

ب – زمان نمونه‌برداری

تاریخ:	ساعت شروع:	ساعت خاتمه:

ج– وضعیت نمونه‌برداری

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

مساحت نمونه‌برداری شده (متر مربع):

وضعیت هوا:

نوع وضعیت هوا	زمان نمونه‌برداری	۲۴ ساعت قبل	۷ روز گذشته
صاف			
ابری			
ابری– بارانی			
بارانی			
برفی			
طوفانی			
غیره			

– مشاهدات انجام شده:

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

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

کاربرگ ۳-۴- اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی آزمایشگاهی

الف – نام ایستگاه

کد ایستگاه:	نام ایستگاه یا منطقه:

ب – زمان وضعیت نمونه‌برداری

تاریخ:	ساعت:	نام نمونه‌بردار:

ج – وضعیت ظروف نمونه‌برداری

نوع ظرف	کد ظرف	تعداد	نحوه تثبیت	پارامترهای مورد نظر

د – اندازه‌گیری آزمایشگاهی

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

د – نام و امضا اپراتور و مسوول آزمایشگاه

کاربرگ ۳-۵- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور [۸]

سازمان آب منطقه‌ای:.....	استان:.....	رودخانه:.....	حوضه آبریز:.....	ماه:.....	سال:....
اطلاعات پایه					

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

کاربرگ ۳-۶- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور [۸]

سازمان آب منطقه‌ای:.				استان:. . . .			رودخانه:.			حوضه آبریز:. . . .			ماه:.							
سال:. . . .																				
اطلاعات نمونه‌برداری																				
ردیف	نام ایستگاه سنجش	تاریخ آخرین بارش مهم			مشخصات رودخانه (متر)		شیب رودخانه (متر/کیلومتر)	تاریخ و ساعت نمونه‌برداری		وضعیت جریان	بده مترمکعب بر ثانیه	سرعت جریان متر بر ثانیه	وضعیت ظاهری آب	کاربری رودخانه	نام نمونه‌بردار	تاسیسات بالادست ایستگاه	سایر اطلاعات ضروری و حوادث
		روز	ماه	سال	عمق	عرض		روز/ماه/سال	ساعت/دقیقه								
۱																	
۲																	
۳																	
۴																	
۵																	
۶																	
۷																	
۸																	
۹																	
۱۰																	

کاربرگ ۳-۷- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور [۸]

سازمان آب منطقه‌ای:. . . . . استان:. . . . رودخانه:. . . . . . حوضه آبریز:. . . . ماه:. . . . . سال:. . .

ردیف	پارامترهای فیزیکی و شیمیایی																		
	نام ایستگاه سنجش	کلرید میلی‌گرم بر لیتر	فلوئورید میلی‌گرم بر لیتر	فسفرآلی میلی‌گرم فسفر بر لیتر	فسفر کل میلی‌گرم فسفر بر لیتر	کلسیم میلی‌گرم بر لیتر	منیزیم میلی‌گرم بر لیتر	سدیم میلی‌گرم بر لیتر	پتاسیم میلی‌گرم بر لیتر	سختی کل میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر	TDS میلی‌گرم بر لیتر	TSS میلی‌گرم بر لیتر	آهن میلی‌گرم بر لیتر	منگنز میلی‌گرم بر لیتر	سیانور (CN) میلی‌گرم بر لیتر	دترجنت میلی‌گرم بر لیتر	فنل میلی‌گرم بر لیتر	روغن و گریس میلی‌گرم بر لیتر	کلر باقیمانده میلی‌گرم بر لیتر
۱																			
۲																			
۳																			
۴																			
۵																			
۶																			
۷																			
۸																			
۹																			
۱۰																			

کاربرگ ۳-۸-اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور [۸]

سازمان آب منطقه‌ای:.....	استان:.....	رودخانه:.....	حوضه آبریز:.....	ماه:.....	سال:...

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی																				
ردیف	نام ایستگاه سنجش	دمای آب سانتی‌گراد	دمای هوا سانتی‌گراد	رنگ Pt-Co	PH	کدورت NTU	DO میلی‌گرم بر لیتر	BOD5 میلی‌گرم بر لیتر	COD میلی‌گرم بر لیتر	هدایت الکتریکی میکروموس بر سانتی‌متر	شوری قسمت در تریلیون	قلیاییت میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر	آمونیاک میلی‌گرم بر لیتر	TKN میلی‌گرم بر لیتر	نیترات میلی‌گرم نیترات بر لیتر	نیتریت میلی‌گرم نیتریت بر لیتر	سولفات میلی‌گرم سولفات بر لیتر	کربنات میلی‌گرم کربنات کلسیم/ بر لیتر	بیکربنات میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر
۱																				
۲																				
۳																				
۴																				
۵																				
۶																				
۷																				
۸																				
۹																				
۱۰																				

کاربرگ ۳-۹- اطلاعات پارامترهای کیفی منابع آب‌های سطحی کشور [۸]

سازمان آب منطقه‌ای:..... استان:..... رودخانه:..... حوضه آبریز:..... ماه:..... سال:.....

ردیف	نام ایستگاه سنجش	پارامترهای میکروبی و زیستی				فلزات سنگین							سموم		رادیواکتیو	
		کلی‌فرم مدفوعی ۱۰۰ میلی بر لیتر	کلی‌فرم کل ۱۰۰ میلی بر لیتر	E-Coli ۱۰۰ میلی بر لیتر	کلروفیل a میکروگرم بر لیتر	نمانات ۱۰۰ میلی بر لیتر	آرسنیک میلی گرم بر لیتر	کادمیوم میلی گرم بر لیتر	کرم میلی گرم بر لیتر	جیوه میلی گرم بر لیتر	سرب میلی گرم بر لیتر	روی میلی گرم بر لیتر	D. D. T قسمت در بیلیون	آلدرین قسمت در بیلیون	تراکم کل اشعه α Pci/l	تراکم کل اشعه β Pci/l
۱																
۲																
۳																
۴																
۵																
۶																
۷																
۸																
۹																
۱۰																

۳-۵- 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 جاده ای
- غرق شدن در رودخانه
- تماس بدن با مواد شیمیایی
- تماس با مواد آلوده
- احتمال بیماری های 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
- گرمازدگی 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).

۳-۵-۱- اصول کلی مقابله با خطر

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

۳-۵-۲- آماده‌سازی کاربرگ‌های اطلاعاتی و تلفن‌های ضروری

۳-۵-۲-۱- 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. به‌علاوه 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 هریک 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 کیف های کمری) زیرا بی‌احتیاطی در این مورد می‌تواند باعث سقوط این اشیا به داخل رودخانه شود.
- افراد تیم برای نمونه‌برداری 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 نمونه‌برداری کنند (در زمان انتخاب ایستگاه‌ها باید توجه داشت که ایستگاه‌های نمونه‌برداری را خارج از محدوده‌های خصوصی انتخاب کرد و در صورت نیاز به انتخاب ایستگاه در محدوده‌های خصوصی هماهنگی های لازم انجام شود).
- افراد تیم با استفاده از نقشه‌های دستی یا GPS اطمینان حاصل کنند که در محل صحیح برای نمونه‌برداری 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 به‌همراه داشته و از آن استفاده شود. بعد از پایان عملیات دست‌ها با صابون خوب شسته شود.
- از آن‌جا که تماس بدن با آب‌های بسیار آلوده می‌تواند خطرناک باشد لذا قبل از نمونه‌برداری از چنین محل‌هایی، هماهنگی لازم با مسوول گروه به عمل‌آید.
- افراد درهنگام نمونه‌برداری از رودخانه‌هایی که دارای سواحل فرسایش‌پذیر هستند دقت کافی داشته و از هرگونه بی‌دقتی در هنگام نمونه‌برداری که باعث سقوط به درون رودخانه شود، پرهیز کنند.
- در مواردی که نمونه‌بردار برای نمونه‌برداری 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 نمونه‌بردار در ساحل رودخانه باید برای کمک به نمونه‌بردار در موارد اضطراری مانند سقوط به درون رودخانه آمادگی داشته باشد.
- نهایتا این‌که نمونه‌بردار در هر مرحله از نمونه‌برداری که در ارتباط با خود یا محیط اطرافش احساس خطر کرد باید عملیات را متوقف کرده و محل را ترک نماید. نمونه‌بردار باید بداند که سلامتی وی به هر کار و موضوعی اولویت دارد.
- در ایستگاه‌هایی که در پایاب سد یا هرگونه سازه‌های آبی می‌باشند حتما 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 آبزی، الوار و قایق‌ها باشد.

کاربرگ ۳-۱۰- فهرست تجهیزات ایمنی

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

کاربرگ ۳-۱۱- تلفن‌های اضطراری

- کارمندان

• **نام**	**شماره تلفن منزل**	**شماره تلفن محل کار**
• **نام**	**شماره تلفن منزل**	**شماره تلفن محل کار**
• **نام**	**شماره تلفن منزل**	**شماره تلفن محل کار**

- 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

- **نام بیمارستان:** **شماره تلفن:**
  آدرس:
- **نام درمانگاه:** **شماره تلفن:**
  آدرس:
- **نام ایستگاه پلیس:** **شماره تلفن:**
  آدرس:
- **نام آتش نشانی:** **شماره تلفن:**
  آدرس:
- **نام مرکز هلال احمر:** **شماره تلفن:**
  آدرس:

۳-۵-۲-۲- استفاده از مواد شیمیایی

- باید قبل از کار با مواد شیمیایی، برگه اطلاعات ایمنی مواد[1] (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.
- درصورتی‌که 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.

۳-۵-۲-۳- استفاه از قایق

- قبل از سفر با قایق باید از شرایط آب وهوایی 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 آتش نشانی باشد.

1- Material safety data sheet

- 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 سریعا باید به ساحل رودخانه برگشت.
- درصورتی‌که افراد از قایق به داخل آب افتادند، وحشت نکنند.

۳-۵-۲-۴- کار بر روی پل‌ها

- 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 پل‌ها، از سالم بودن آنها قبل از آمدن به منطقه اطمینان حاصل شود.
- در زمان کار با جرثقیل و کابل، وجود وسیله مناسب برای بریدن کابل ضروری می‌باشد.
- افراد باید از جلیقه نجات و وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده کنند.

۳-۵-۲-۵- استفاده از مسیرهای کابلی

- قبل از استفاده از مسیرهای کابلی، باید بازرسی‌های ظاهری انجام شود.
- باید از جلیقه نجات، کلاه ایمنی و دستکش‌های کار استفاده کرد.

۳-۵-۲-۶- آموزش

- افرادی که به عنوان راننده فعالیت می‌کنند، 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.

۳-۵-۲-۷- حمل و نقل

از وسایل نقلیه متفاوت برای دسترسی به موقعیت ایستگاه‌ها استفاده می‌شود که باید افراد استفاده کننده‌این وسایل، آموزش‌های لازم را در خصوص بهره‌برداری 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.

۳-۶- دستورالعمل نحوه بهره‌برداری و نگهداری، ایمنی تجهیزات و وسایل نمونه‌برداری و آزمایش

۳-۶-۱- نحوه بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات و دستگاه‌های نمونه‌برداری و آزمایش

هرکدام از تجهیزات و دستگاه‌های نمونه‌برداری و آزمایش دارای دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌باشند. در این دستورالعمل‌ها کلیه موارد و ملاحظاتی را که باید در نظر گرفته شود، بیان گردیده است. این دستورالعمل‌ها 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.

۳-۶-۲- 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 کاربرگ ۳-۲ 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 تامین کنندگان یا سازندگان تجهیزات دریافت و به عنوان دستورالعمل‌های کنترلی کیفی[1] (QC) شماره‌گذاری و ثبت شود. این دستورالعمل‌ها باید به‌گونه‌ای تدوین و نگهداری شود که برای استفاده کنندگان 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 درصورت مشاهدات غیرمنطقی از نتایج اندازه‌گیری، واسنجی انجام شود.
- در هر بار اندازه‌گیری باید انجام واسنجی، زمان و مهلت واسنجی تجهیزات در کاربرگ مربوط ثبت شود.
- هرکدام از تجهیزات باید کاربرگ 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 کاربرگ شناسایی ثبت می‌شود.
- استفاده کنندگان باید قبل از استفاده از تجهیزات، کاربرگ شناسایی آن را بررسی کنند و از وضعیت آن آگاهی کامل داشته باشند.

1- Quality control

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

استفاده کنندگان 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 تامین کنندگان 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 ۴

تجزیه و تحلیل داده‌ها و گزارش‌دهی

۴-۱- کلیات

آخرین مرحله در فرایند ارزیابی کیفیت آب آنالیز و ارائه داده‌ها به همراه تفسیر نتایج و گزارش نویسی می‌باشد. این مرحله اهمیت زیادی دارد زیرا میزان موفقیت فرایند پایش در رسیدن به نتایج تعیین شده را نشان می‌دهد. از سوی دیگر این مرحله اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری را فراهم می آورد. انتخاب بهترین راه حل برای حل مشکل کیفیت آب، ارزیابی وضعیت محیط زیست منطقه و یا بررسی میزان بهبود صورت گرفته در کیفیت آب بستگی به این بخش دارد.

علیرغم این‌که امروزه نقش کامپیوترها در کمک به فرایند آنالیز داده‌ها و ارائه نتایج امکان‌پذیر می‌باشد اما با این وجود چنین فعالیت‌هایی هم‌چنان نیازمند نیروی انسانی می‌باشد و از این گذشته انجام این مرحله نیازمند اطلاع کامل از مراحل گذشته بررسی کیفیت آب و روش‌های آماری است.

وجود کامپیوتر و نرم‌افزارهای آماری باعث شده که به مرحله آنالیز داده‌ها و تفسیر داده‌ها توجه کافی نشود. از این گذشته نحوه تلفیق این مرحله با سایر مراحل انجام گرفته از دیگر مشکلات پیش روی می‌باشد.

تحلیل، ذخیره و بازیابی داده‌های کیفیت آب به طراحی یک سامانه ذخیره اطلاعات مربوط به کیفیت آب نیاز دارد که با در نظر گرفتن ملاحظات مختلف باید انجام شود.

اطلاعات مورد نیاز باید به روشی ذخیره شود که ضمن حفظ صحت داده‌ها، از سرعت بالایی برای بازیابی اطلاعات ذخیره شده برخوردار باشد. هر چند که ارائه یک سامانه واحد که نیازهای مربوط به کلیه واحدهای درگیر در فرایند ارزیابی کیفیت آب را فراهم آورد دشوار می‌باشد، اما چندین معیار اساسی وجود دارد که می‌تواند به عنوان چارچوب برای تصمیم‌گیری صحیح در این زمینه به مسوولین کمک کند.

قبل از ظهور و پیدایش کامپیوترها اطلاعات جمع‌آوری شده مربوط به کیفیت آب در پرونده‌های ویژه‌ای مانند دفترچه‌های آزمایشگاهی ذخیره می‌شد. در زمان کار در پروژه داده‌های کوچک این سامانه می‌تواند جوابگو باشد اما در هنگام کار در مقیاس وسیع مانند اطلاعات جمع‌آوری شده در سطح ملی دیگر این روش از کارایی برخوردار نخواهد بود.

در کشورهای بسیار پیشرفته و با جمعیت بالا فراوان، به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر مربع یک ایستگاه پایش وجود دارد درحالی‌که در هر ایستگاه حدود ۲۰ فاکتور کیفیت آب مورد بررسی قرار می‌گیرد که به این ترتیب برای کشوری با مساحت صد هزار کیلومتر مربع بین صد هزار تا یک میلیون داده کیفیت آب برای وارد کردن به سامانه اطلاعاتی تولید می‌شود. [۱۵]

۴-۲- بررسی داده‌ها

بررسی و تایید داده‌های جمع‌آوری شده از مراحلی است که برای اطمینان از صحت اطلاعات باید انجام شود. مراحل زیر برای بررسی داده‌ها و تایید آنها انجام می‌شود:

الف- بازنگری اطلاعات میدانی

مسوول برنامه پایش باید اطلاعات میدانی دریافت شده را غربال‌سازی و بازنگری کند، به عبارتی باید واقعی بودن اطلاعات کنترل شود. در کنترل اطلاعات بهتر است از طریق فهرست‌هایی که در آن سوالات اساسی زیر مطرح می‌شود، کنترل شود:

- آیا نتایج به‌دست آمده قابل پیش‌بینی بوده و یا غیر قابل انتظار می‌باشد؟ و اگر غیر قابل انتظار است، آیا احتمال و امکان‌پذیر بودن آن وجود دارد یا خیر؟
- آیا مشاهدات و گزارش‌هایی مبنی بر تغییرات شدید آب در آن زمان ارائه شده است تا پارامتر مربوط بتواند در حد غیرقابل انتظار باشد؟
- آیا پارامترهای مرتبط با پارامتر مربوط نیز تغییرات قابل توجهی داشته‌اند یا خیر؟
- آیا داده‌های به‌دست آمده با توجه به اطلاعات قبلی آن ایستگاه و یا اطلاعات ایستگاه‌های مجاور یا مشابه تفاوت چشمگیری داشته است؟
- آیا اطلاعات کامل می‌باشند؟ درصورتی‌که اطلاعات ناقص باشد، باید دلایل آن‌را پیگیری کرد. ممکن است دستورالعمل‌ها به‌راحتی قابل فهم یا اجرا نباشد. در کاربرگ‌های داده‌های دریافتی باید کلیه اطلاعات مربوط به مشخصات ایستگاه‌ها، تیم اجرایی، تاریخ، زمان و شرایط هواشناسی و هم‌چنین شرایط طبیعی و انسان‌ساز به ویژه حوادث یا پدیده‌های مختلف ذکر شوند.
- آیا کلیه اطلاعات و اندازه‌گیری‌ها براساس واحد صحیح بوده است؟ یا خیر؟ برای کاهش خطا باید از تبدیل اطلاعات داده‌ها از یک واحد به واحد دیگر خودداری کرد.

به‌هر صورت درصورتی‌که داده‌های به‌دست آمده با توجه به نظرات افراد با تجربه غیر قابل قبول می‌باشد باید به آنها شک کرد.

ب- بازنگری داده‌ها در بانک‌های اطلاعاتی

در زمان وارد کردن داده‌ها به سامانه کامپیوتر، باید داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته و اطلاعات در کاربرگ‌های و جداول خاصی که طراحی شده، وارد گردند. برای کنترل داده‌ها می‌توان با انجام محاسبات ساده مانند تعیین میانه و میانگین از اشتباهات جلوگیری کرد. در صورت وجود داده‌های غیرعادی، که آنها را نمی‌توان براساس اطلاعات میدانی به‌دست آمده، توجیه کرد، باید آن اطلاعات به صورت مشخص وارد بانک اطلاعاتی شود و مورد بررسی قرار گرفته و تایید و یا عدم تایید آن معین شود.

ج- بازنگری نتایج نهایی

مرحله بعدی پس از وارد شدن اطلاعات در بانک اطلاعاتی، تهیه گزارش‌ها براساس یافته‌های ناشی از داده‌ها می‌باشد. حتی در این مرحله نیز باید نواقص، اشکالات و ابهامات را جستجو کرد. می‌توان بررسی‌های زیر را انجام داد:

- بازنگری یافته‌ها با توجه به داده‌های سال‌های قبل
- جستجو اطلاعات خارج از محدوده در نمودارها و نقشه‌ها
- از حذف اطلاعات به دلیل تمایلات شخصی خودداری شود. یافته‌ها بررسی شود، حتی اگر غیرعادی و قابل تشریح و توجیه نمی‌باشند.

به‌هرصورت، گزارش‌های تهیه شده باید قبل از ارائه به استفاده کنندگان بررسی شده و به آن اطمینان کامل داشت. این گزارش باید شرایط کیفی رودخانه را به صورت واقعی و دقیق نشان دهد.

د- ایجاد سامانه شماره‌گذاری (کدینگ)

سامانه شماره‌گذاری برای ردیابی، مراقبت و ذخیره‌سازی اطلاعات سودمند می‌باشد. در ایجاد سامانه شماره‌گذاری باید اطمینان حاصل کرد که سامانه ایجاد شده به راحتی قابل فهم و قابل استفاده می‌باشد.

شماره‌گذاری باید برای ایستگاه‌ها، عوامل و سایر اطلاعات میدانی و نتایج آزمایشگاهی ایجاد شود. اگر اطلاعات برای سازمان‌ها ایجاد می‌شود، بهتر است شماره‌گذاری هماهنگ با شماره‌گذاری آن سازمان‌ها باشد. شماره‌گذاری می‌تواند با استفاده از موضوع‌های زیر و در نظر گرفتن یک شماره برای موضوع‌های زیر باشد:

- نام استان
- نام حوضه
- نام رودخانه
- شماره و یا نام ایستگاه
- تاریخ نمونه‌برداری

به عنوان مثال:

- استان آذربایجان غربی با کد Azw
- حوضه رودخانه زاب با کد Zab
- ایستگاه میرآباد Mir یا شماره 05
- تاریخ نمونه‌برداری – یازدهم مهرماه سال ۱۳۸۴ 840711

در نتیجه شماره نمونه‌برداری به صورت Azw-Zab-Mir-840711 و یا Azw-Zab-05-840711 حاصل می‌شود. شماره به‌دست آمده نام یک لایه اطلاعاتی است که در بانک‌های اطلاعاتی ذخیره‌سازی می‌شود.

شرکت‌های آب منطقه‌ای استان‌ها با هماهنگی شرکت مدیریت منابع آب ایران می‌توانند شماره‌گذاری هماهنگی را ایجاد کرده و فهرست ایستگاه‌های نمونه‌برداری را به هم‌دیگر اعلام کنند. می‌توان با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS محل این ایستگاه‌ها مشخص شده و در دوره‌های مشخص آنها را به روز کنند.

هـ- لایه‌های اطلاعاتی، بانک اطلاعاتی

لایه‌های اطلاعات اصلی و مهم به شرح زیر می‌باشند:

- استان
- شهرستان
- شهرها

- روستاها
- اراضی کشاورزی
- واحدهای صنعتی
- کاربری اراضی (جنگل، مرتع، بایر، ...)
- معادن
- دامپروری‌ها
- کشتارگاه‌ها
- تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و روستایی
- مراتع و چراگاه‌ها
- بیمارستان‌ها و مراکز درمانی
- مراکز اورژانس
- ایستگاه‌های پلیس
- پمپ بنزین
- تعمیرگاه‌ها
- رستوران‌ها
- اطلاعات جمعیتی روستاها و شهرها
- وضعیت تصفیه فاضلاب شهرها و روستاها
- مراکز پذیرایی (تالارها و سالن‌ها)
- حوضه‌های اصلی و فرعی
- ایستگاه‌های هیدرومتری
- ایستگاه‌های هواشناسی
- ایستگاه‌های پایش
- بده رودخانه در ایستگاه‌ها
- کیفیت آب هر پارامتر به‌طور جداگانه
- میزان رسوب
- اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی

۴-۲-۱- بررسی وضعیت کیفیت و اعتبار داده‌ها

۴-۲-۱-۱- تشخیص نوع داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در مطالعات مربوط به کیفیت آب انواع مختلف دارند. معمولا داده‌های مربوط به کیفیت آب دارای ویژگی‌های آماری هستند. تشخیص نوع داده‌ها می‌تواند حاوی اطلاعات مهمی درارتباط با روش‌های آماری مورد استفاده برای تحلیل داده‌ها باشد. مجموعه داده‌ها معمولا حاوی الگوهای توزیع مشخص و قابل تشخیص می‌باشند. به‌طورکلی داده‌هایی که در میانه حد توزیع قرار گرفته‌اند با فراوانی بیش‌تری وجود دارند، درحالی‌که فراوانی داده‌هایی که در حاشیه توزیع داده‌ها واقع هستند ناچیز می‌باشند. توزیع نرمال نمونه‌ای از توزیع با چنین ویژگی‌هایی می‌باشد.

در نوع دیگری از توزیع داده‌های حاشیه به‌طور نامتقارنی نسبت به سایر داده‌ها توزیع شده‌اند. چنین توزیعی معمولا با عنوان توزیع غیرنرمال می‌باشند. بسیاری از داده‌های مربوط به کیفیت آب جز این مجموعه می‌باشند.

شناسایی نوع توزیع داده‌ها اهمیت زیادی دارد، زیرا پیش‌فرض بسیاری از روش‌های آماری براساس قرار گرفتن نحوه توزیع داده‌ها در هریک از مجموعه‌های عنوان شده می‌باشد. چنان‌چه الگوی اولیه توزیع داده‌ها تشخیص داده نشود، در این حالت استفاده از روش‌های آماری نادرست می‌باشد.

- **انواع داده‌ها**

- مستقیم: شامل انواعی از داده‌هاست که به‌طور مستقیم از کمی سازی کیفیت آب براساس یک مقیاس قابل اندازه‌گیری به‌دست می‌آیند. به عنوان مثال: غلظت، دما، تعداد جمعیت حیوانات و زمان
- غیرمستقیم: این داده‌ها مستقیما مورد محاسبه قرار نمی‌گیرند، بلکه از طریق سایر داده‌های اندازه‌گیری شده استخراج می‌شوند مانند: نسبت‌ها، درصدها و شاخص‌ها
- هر دو نوع دسته داده ذکر شده در بالا را می‌توان به دو بخش زیر تقسیم کرد:
- پیوسته: شامل داده‌هایی است که می‌توانند درمحدوده مقیاس مورد اندازه‌گیری وجود داشته باشند، به عنوان مثال بین مقادیر دمای ۵/۶ و ۵/۷ مقادیر نامحدودی را می‌توان تصور کرد، هرچند که این مقادیر خارج از محدوده تشخیص دستگاه مورد اندازه‌گیری می‌باشند. در مطالعات کیفیت آب، داده‌های پیوسته عمدتا شامل داده‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده می‌باشند.
- مقادیر ناپیوسته: شامل مقادیر شمارش شده می‌باشند و بین تعداد شمارش شده مقادیری وجود ندارند. مانند تعداد انواع مختلف موجودات یا اشیا. در مطالعات کیفیت آب این مقادیر عمدتا مربوط به شاخص‌های زیستی می‌باشد.

- **داده‌های رتبه‌ای**

برخی از اطلاعات توصیفی مربوط به کیفیت آب به صورت‌های مختلفی ظاهر می‌شوند، مانند داده‌های رتبه‌ای تعیین کننده وضعیت کیفیت آب هم‌چون اول، دوم، سوم و هم‌چنین اطلاعات مربوط به سطوح پرغذایی وسایر اطلاعات مشابه که در این

مجموعه گنجانده می‌شوند. هنگامی‌که اطلاعات به این صورت ارائه می‌شود، منظور این نیست که تفاوت بین رتبه اول و دوم لزوما برابر با تفاوت بین رتبه دوم و سوم می‌باشد.

- **داده‌های توصیفی**

این نوع داده‌ها صرفا شامل اطلاعات کیفی به‌جای اطلاعات کمی هستند، مانند کوچک، متوسط، بزرگ، روشن، تاریک. برای چنین نوع داده‌هایی می‌توان مقیاس را پیوسته در نظر گرفت. مثلا از کوچک تا بزرگ را می‌توان به عنوان یک مقیاس پیوسته سطحی یا حجمی مشخص کرد. مجموعه داده‌هایی که از محاسبات پیوسته استخراج می‌شوند (مانند غلظت)، ممکن است توزیع فراونی نرمال یا غیرنرمال داشته باشند. از طرف دیگر، محاسبات غیر پیوسته (مانند داده‌های حاصل از شمارش) همواره دارای توزیع فراوانی غیرنرمال هستند. در حالت اخیر میزان غیرنرمال بودن معمولا به عواملی مانند توزیع فراوانی جمعیت و تکنیک‌های نمونه‌برداری وابسته است.

قبل از استفاده از روش‌های آماری در داده‌های خاصی که فاقد توزیع نرمال می‌باشند، باید از انواع تبدیل داده‌ها استفاده کرد تا توزیع داده‌ها به حالت نرمال نزدیک‌تر شوند. در غیر این صورت لازم است که از تکنیک‌های غیرپارامتریک استفاده شود. برای داده‌های رتبه‌ای از روش‌های آماری جداگانه‌ای استفاده می‌شود.

نسبت‌ها و درصدها (به‌ویژه درمواردی که از متغیرهای ناپیوسته استخراج می‌شوند) معمولا دارای توزیع فراوانی غیرعادی می‌باشند. به عنوان مثال ده درصد بقا در یک دسته از گونه‌های آزمایشی ممکن است مربوط به یک گونه از ده گونه باشد. درحالی‌که بقا۵۰ درصد ممکن است مربوط به بقا یک گونه از هر دو گونه، دو گونه از چهارگونه، سه گونه از شش گونه، چهارگونه از هشت گونه و سایر موارد، ایجاد شود.

۴-۲-۱-۲- اعتبارسنجی داده‌ها

به منظور استفاده از داده‌های کیفیت آب موجود در بانک‌های اطلاعاتی در تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت منابع آب لازم است که هر ارگان و سازمان میزان دقت و صحت داده‌های موجود را مشخص نماید. دراین ارتباط توجه به این نکته ضروری است که تمامی مراحل فرایند بررسی کیفیت آب از طرح‌ریزی، جمع‌آوری نمونه و حمل و نقل گرفته تا آنالیز آزمایشگاهی و نهایتا ذخیره داده‌ها در میزان کیفیت داده‌هایی که ذخیره خواهند شد، موثر خواهد بود.

از مراحل اولیه مربوط به تضمین اعتبار داده‌ها، دقت نظر کافی در هنگام شماره‌گذاری اولیه داده‌ها و ورود آنها به کامپیوتر می‌باشد. با دقت کافی بر روی شماره‌گذاری و ورود داده‌ها به سامانه، می‌توان اشتباه‌های پیش آمده را به حداقل میزان ممکن کاهش داد.

تجربه نشان داده که بخش وسیعی از اشتباه‌های به‌وقوع پیوسته مربوط به زمان انتقال داده‌ها از آزمایشگاه به کاربرگ‌های مخصوص رخ می‌دهد. بنابراین اطمینان کافی از کیفیت داده‌هایی که مورد آنالیز و تفسیر قرار می‌گیرند، از اهمیت اساسی برخوردار است. بدون دقت کافی در چنین مواردی کار کردن بر روی این داده‌ها فاقد اعتبار می‌باشد. از سوی دیگر چنان‌چه به‌طور مداوم داده‌های معتبر را با داده‌های غیرمعتبر تلفیق کرد، بانک اطلاعاتی ضعیف و فاقد اعتبار خواهد شد.

یکی از موضوع‌های مهم واحدهای استفاده شده برای میزان غلظت پارامترها می‌باشد که باید در کلیه مراحل از یک واحد مناسب استفاده شود. (مانند PPM، PPB یا میلی‌گرم در لیتر) از تغییر واحد غلظت مواد در مراحل مختلف در حد امکان خودداری شود یا در گزارش‌ها و کاربرگ‌های ثبت نتایج اطلاعات به صورت مشخص بیان شود.

الف- ارقام معنی‌دار در مجموعه داده‌های ثبت شده

مقادیر معنی‌دار یک عدد ثبت شده، کل تعداد رقم‌هایی است که بدون درنظر گرفتن ممیز آن عدد را تشکیل می‌دهند. به این ترتیب دو عدد ۶/۸ و۱۰ هر دو دارای ۲ رقم معنی‌دار می‌باشند درحالی‌که ۲۱۵/۷۳ و۱/۲۳۴۵ نیز هر دو دارای ۵ رقم معنی‌دار هستند. معمولا اولین رقم به عنوان بیش‌ترین رقم معنی‌دار درحالی‌که آخرین رقم به عنوان کم‌ترین رقم معنی‌دار نامیده می‌شوند. به عنوان مثال برای عددی هم‌چون ۱/۲۳۴۵ این ارقام به ترتیب ۱ و ۵ هستند.

طبق تعریف، داده‌های پیوسته صرفا تضمینی از داده‌های واقعی می‌باشند، لذا داده‌هایی مانند ۱/۵ ممکن است نشان دهنده عدد ۱/۵۰۰۰۰۰۰ یا ۱/۴۹۹۹۹ باشد. لذا استفاده از سامانه‌ای که میزان دقت به‌کار گرفته شده در ارائه داده واقعی را مشخص کند، ضروری است.

داده‌های مربوط به کیفیت آب معمولا با مقادیر زیاد و توجیه ناپذیر ارقام معنی‌دار ثبت می‌شوند. یکی از دلایل این امر می‌تواند دقت بسیار بالاتر از حد نیاز دستگاه اندازه‌گیری (مانند pH = ۷/۳۷۲) یا ثبت داده در مقادیری که متناسب با دقت مورد نیاز نیست، باشد. لذا رعایت اعتدال بین میزان دقت مورد نیاز و تعداد ارقام معنی‌دار یکی از نکات کلیدی در مطالعات کیفیت آب می‌باشد.

ب- گرد کردن ارقام

زمانی‌که تعداد ارقام معنی‌دار تولید شده بیش از مقادیر مورد نیاز باشد (به عنوان مثال در اثر دقت بیش از حد دستگاه اندازه‌گیری) کاهش تعداد ارقام واقعی ثبت شده می‌تواند یک گام ارزشمند تلقی شود. این کار در عمل به عنوان گرد کردن خوانده شود و عمدتا بر روی کم‌ترین رقم معنی‌دار اعمال می‌شود. یکی از روش‌های اجرای این کار می‌تواند استفاده از مراحل زیر باشد:

- درصورتی‌که عدد بعد از آخرین عدد مورد نظر ۴ یا کم‌تر باشد آن عدد دست نخورده باقی می‌ماند.
- درصورتی‌که عدد بعد از آخرین عدد مورد نظر ۵ همراه با هر نوع عددی به‌جز صفر باشد، به آن عدد یک واحد اضافه خواهد شد.
- چنان‌چه آخرین عدد مورد نظر ۵ به تنهایی یا ۵ همراه با صفر باشد در این حالت درصورتی‌که عدد مورد نظر زوج باشد آن عدد دست نخورده باقیمانده و درصورتی‌که فرد باشد به آن یک واحد اضافه خواهد شد.
- در زمان میانگین‌گیری یا سایر محاسبات مشابه، باید گرد کردن براساس تعداد اعداد سمت راست ممیز، اعداد استفاده شده در محاسبه میانگین (یا شاخص‌های دیگر) انجام شود. زیرا درصورتی‌که تعداد ارقام سمت راست ممیز بیش از اعداد اولیه باشد و در گزارش کاربرگ‌ها ثبت شود، این اعداد صحت لازم را احتمالا نخواهند داشت، زیرا دقت این اعداد بیش از دقت تجهیزات اندازه‌گیری بیان شده است.

ج- داده‌های پرت

در مطالعات کیفیت آب ممکن است، با مقادیری مواجه شد که در محدوده داده‌های محاسبه شده، نباشد. به عنوان مثال در اندازه‌گیری‌های کیفیت شیمیایی آب بسیاری از داده‌ها حول یک مقدار میانی متمرکز شده و تعداد اندکی از داده‌ها فاصله زیادی با مقادیر میانی دارند. با این وجود در برخی از موارد وجود چنین داده‌هایی در مجموعه اندازه‌گیری شده محتمل است. در چنین مواردی تشخیص این نکته که آیا این تعداد جز مقادیر واقعی بوده که هر از چند گاهی در مجموعه داده‌ها ظاهر می‌شوند و یا این‌که جز داده‌های پرت بوده که باید اصلاح شده یا حذف شوند، بسیار حیاتی است. بر این اساس داده پرت به عنوان داده‌ای در نظر گرفته می‌شود که با الگوی عمومی مجموعه داده‌های موجود هم‌خوانی ندارد. برخی از شاخص‌های آماری[1] مانند میانه[2] که به عنوان یک شاخص مرکزی غیرپارامتریک است، متاثر از حضور داده‌های پرت در مجموعه داده‌ها نمی‌باشد درحالی‌که میانگین تحت تاثیر داده‌های پرت قرار می‌گیرد.

مشکلی که در این‌جا وجود دارد چگونگی تمایز قایل شدن بین داده‌های پرت واقعی که جز مجموعه داده‌هاست و داده‌های پرت که ناشی از اشتباه حین نمونه‌برداری و یادداشت‌برداری به‌وقوع می‌پیوندند، است. موشکافی در هنگام اعتبارسنجی داده‌ها و دقت نظر حین وارد کردن داده‌ها به کامپیوتر از جمله فعالیت‌هایی است، که می‌تواند از بروز داده‌های پرت در مجموعه داده‌ها جلوگیری به عمل آورده یا میزان آن را به حداقل ممکن کاهش دهد.

نکته مهم آن است که این داده‌ها به هیچ عنوان حذف نمی‌شوند، ولی داده‌های مشکوک یا پرت نیاز به بررسی‌های بیش‌تر و با دقت بالا دارد. به عبارتی در صورت وجود و اجرای روش‌های کنترل کیفی و ثبت اطلاعات و مشاهدات انجام شده براساس روش‌های اجرایی مورد اطمینان در مراحل مختلف، نباید داده‌های پرت ایجاد شوند.

د- حد تشخیص و مشکلات مربوط به آن

داده‌های مربوط به کیفیت آب عموما حاوی غلظت‌هایی از متغیرهای شیمیایی هستند که پایین‌تر از حد تشخیص دستگاه اندازه‌گیری یا تکنیک به‌کار گرفته شده می‌باشند. این نتایج را معمولا می‌توان به صورت تشخیص داده نشده[3] و یا ارزش‌های کم‌تر از مقادیر اندازه‌گیری[4] یا (LT) و یا مقادیر نیمه حد تشخیص[5] گزارش کرد.

بر این اساس مقادیری که در محدوده پایین الگوی توزیع داده‌ها قرار گرفته‌اند به‌طور غیرطبیعی به صورت پنهان آمده و اصطلاحا با عنوان داده‌های سانسور شده[6] خوانده می‌شوند. این امر می‌تواند موجب تحریف اساسی نتایج آماری شود.

در این ارتباط هیچ روش قطعی برای حل اساسی این مشکل پیشنهاد نشده است. با این وجود برخی از رویه ها می‌توانند اثرات سو این مشکل را تا حدی کاهش دهند. این رویه ها به شرح زیر می‌باشند:

- آمارهای مربوط به کلیه داده‌های برداشت شده از جمله داده‌های (LT) محاسبه شود.
- آمارهای مربوط به داده‌های کامل بدون در نظر گرفتن (LT) تعیین شود.

1- Statistics
2- Median
3- Not detected:ND
4- Less-than Values
5- Half limit-of-detection: 0. 5LOD
6- Censored

- آمارهای مربوط به داده‌های کامل درحالی‌که به‌جای LT مقدار صفر در نظر گرفته می‌شود را محاسبه نمود.
- درحالی‌که به‌جای LT مقادیر نیمه حد تشخیص جایگزین می‌شود، آمارهای مربوط به داده‌های کامل حساب شود.
- از شاخص‌های آماری مانند میانه که نسبت به مقادیر ناچیز فاقد حساسیت می‌باشند، استفاده شود.
- داده‌های پرتی که در دو انتهای حد توزیع داده‌ها از مقادیر برابری برخوردار هستند را حذف کرده و شاخص‌های آماری را بر روی بقیه داده‌ها محاسبه کرد.

برای این‌که بتوان ابعاد و نحوه توزیع داده‌ها را حفظ کرد روش چهارم به‌ویژه برای میانگین و واریانس، ساده و قابل قبول به نظر می‌رسد.

انحرافات اندک به‌وجود آمده نیز در برابر اشتباهات نمونه‌برداری قابل اغماض و اندک می‌باشند. چنان‌چه LT در بین مجموعه داده‌ها قابلیت داشته باشد در این حالت ضمن استفاده از روش اول، آمار نهایی به صورت ارزش معادل گزارش شود.

۴-۳- تحلیل داده‌ها

آمار علمی است که با جمع‌بندی، جدول‌بندی و آنالیز داده‌ها سروکار دارد. روش‌های آماری قادر به خلاصه کردن و ارزیابی مقادیر داده‌های کوچک و بزرگ و ساده یا پیچیده می‌باشند. آمار توصیفی به منظور چکیده کردن مجموعه داده‌های کیفیت آب به اشکال ساده‌تر قابل فهم تر مانند میانه یا میانگین به‌کار می‌رود. از این گذشته سوالات پیرامون ماهیت داده‌های کیفیت آب را نیز می‌توان به کمک روش‌های آماری پاسخ داد. برخی از نمونه سوالات مطرح شده در این ارتباط به شرح زیر می‌باشند:

- وضعیت کل کیفیت آب در محل نمونه‌برداری شده به چه صورت است؟
- آیا کیفیت آب رو به بهبود یا رو به زوال است؟
- چگونه مقادیر متغیرهای مختلف در محل نمونه‌برداری با یکدیگر ارتباط دارند؟
- میزان بار کلی مواد ورودی یا خروجی از سامانه آبی به چه میزان می‌باشد؟
- منابع آلاینده و میزان گستردگی آنها به چه صورت است؟
- آیا می‌توان با توجه به وضعیت گذشته کیفیت آب نسبت به پیش‌بینی وضعیت آینده اقدام کرد؟

زمانی‌که این‌گونه سوالات و سایر سوالات مربوط به صورت فرضیه مطرح می‌شوند، می‌توان با استفاده از حداقل تفاوت معنی‌دار، هم‌بستگی‌ها نسبت به پاسخ به این سوالات اقدام کرد.

این بخش به توصیف روش‌های آماری پایه به‌کار گرفته شده برای تحلیل داده‌های کیفیت آب می‌پردازد. این روش‌ها شامل روش‌های محاسبه، محدودیت‌ها، نمونه‌های توصیف‌ها و کاربردهای آن در مدیریت منابع آب می‌باشد. روش‌های آماری پایه تکنیک‌هایی است که به روش دستی می‌توانند مورد محاسبه قرار گیرند، با این وجود امروزه با ظهور روش‌های کامپیوتری استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی در بین محققین رایج می‌باشد.

۴-۳-۱- روش‌های آماری پارامتریک و غیرپارامتریک

روش‌های آماری پارامتریک و غیرپارامتریک برای محققین که فاقد اطلاعات کافی از روش‌های آماری پیشرفته هستند، استفاده می‌شود. هر چند استفاده از روش‌های آماری پارامتریک و غیرپارامتریک بستگی به تفاوت محققین است، اما علیرغم این از آن‌جا که داده‌های کیفیت آب عموما دارای توزیع نامتقارن هستند، لذا استفاده از روش‌های غیرپارامتریک به عنوان یک انتخاب قابل اعتماد می‌باشد.

با این وجود استفاده از روش‌های پارامتریک که با تغییرات اعمال شده بر روی داده‌ها همراه است، نیز عمومیت دارد. در عمل پیش از انتخاب یکی از این روش‌ها باید نسبت به تعیین الگوی توزیع فراوانی داده‌های کیفیت آب اقدام کرد. برای این منظور می‌توان با استفاده از نمودارهای آماری از نحوه توزیع فراوانی داده‌ها، اطلاعات اولیه‌ای کسب کرد.

۴-۳-۱-۱- روش‌های آماری پارامتریک

از آن‌جا که در مطالعات کیفیت آب از آب یا موجودات زنده نمونه‌برداری می‌شود که به عنوان یک بخش کوچک از محیط طبیعی به شمار می‌روند لذا مجموعه داده‌های کیفیت آب که مورد آنالیز قرار می‌گیرند، فقط به عنوان نمونه‌ای از کل جمعیت مورد آنالیز به شمار می‌روند. بنابراین آمارهای مورد محاسبه نیز به عنوان تخمینی از عامل مورد نظر در جمعیت اصلی است. پس میانگین آماری نیز در حقیقت تخمینی از میانگین پارامتر در جمعیت اصلی است. از آن‌جا که میانگین نمونه مورد محاسبه قرار گرفته از یک نمونه به نمونه دیگر متفاوت است، با این وجود با تکرار نمونه‌ها می‌توان به میانگین واقعی رسید.

تمامی روش‌های آماری پارامتریک بر مبنای در نظر گرفتن پیش‌فرض‌هایی از نحوه توزیع فراوانی جمعیت مورد بررسی استوار هستند، که با این پیش‌فرض‌ها می‌توان از واقع گرایانه بودن روش‌های مورد استفاده اطمینان پیدا کرد. درصورتی‌که پیش‌فرض‌های در نظر گرفته شده در این روش‌ها صحیح باشند، روش‌های پارامتریک به عنوان تکنیک‌هایی قدرتمند در آزمون فرضیات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۳-۱-۲- روش‌های آماری غیرپارامتریک

از آن‌جا که بسیاری از داده‌های کیفیت آب فاقد پیش‌فرض مربوط به الگوی توزیع فراوانی حتی با تغییر شکل اعمال شده بر رویدادها می‌باشند، لذا استفاده از روش‌های غیرپارامتریک به عنوان یک روش جایگزین دراین زمینه به شمار می‌روند. بعضی از ویژگی‌های شاخص‌های پارامتریک به شرح زیر می‌باشد:

- این روش‌ها فاقد هرگونه پیش‌فرض در ارتباط با توزیع جمعیت می‌باشند.
- داده‌های پرت و مقادیر از دست رفته[1] نمی‌توانند تاثیری بر روی نتایج به‌دست آمده شاخص‌های غیرپارامتریک داشته باشند.
- نحوه محاسبه شاخص‌های غیرپارامتریک نسبت به روش‌های پارامتریک ساده‌تر است.
- درک نتایج به‌دست آمده نسبت به روش‌های پارامتریک ساده‌تر است.
- با مقادیر اندک نمونه نیز می‌توان به نتایج دلخواه دست پیدا کرد.

به‌هر صورت در موارد غیرنرمال بودن توزیع داده‌ها که در مطالعات کیفیت آب به وفور دیده می‌شوند، روش‌های آماری غیرپارامتریک نسبت به روش‌های آماری پارامتریک قوی‌تر می‌باشند.

1- Missing data

مهم‌ترین شاخص‌های آماری غیرپارامتریک به شرح زیر می‌باشد:

الف- میانه، دامنه و چارک

میانه، دامنه و چارک به عنوان آمارهای غیرپارامتریک برای داده‌های کیفیت آب که از توزیع غیرنرمال برخوردار هستند، کاربرد دارد. این سه عامل درواقع همان عملکرد میانگین و انحراف معیار را برای مجموعه داده‌هایی که از توزیع نرمال برخوردار هستند، ایفا می‌کنند.

- میانه: به عنوان یک شاخص مرکزی عمل کرده و به عنوان عددی نشان داده می‌شود که در مجموعه داده‌ها، تعداد مساوی ارقام در دو سوی (به سمت حداکثر و حداقل) می‌باشد. این شاخص هم‌چنان با عنوان پنجاهمین چارک[1] نیز نامیده می‌شود. مهم‌ترین مزیت میانه عدم حساسیت آن به مقادیر داده‌های پرت می‌باشد، لذا به عنوان معیار بهتری از شاخص مرکزی نسبت به میانگین عمل می‌کند.
- دامنه: تفاوت بین بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بین مجموعه داده‌ها بوده و به عنوان معیاری برای بررسی نحوه گسترش داده‌ها می‌باشد. با این وجود در مواردی که مقدار داده‌ها جمع‌آوری شده، محدود باشد این شاخص به عنوان بهترین شاخص آماری موجود به شمار می‌رود.
- چارک: ارزشی است که در پایین آن درصد مشخص از مشاهدات در مجموعه داده‌ها قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال چارک ۷۵ درصد از نشان دهنده آن است که ۷۵ درصد از مشاهدات کم‌تر از آن و ۲۵ درصد بالاتر از آن می‌باشند. نحوه محاسبه این شاخص‌ها بر پایه این فرض استوار است که زمانی‌که مقادیر داده‌ها از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند، به‌طور متوسط تعداد n داده به n+1 بخش با احتمالی مساوی تبدیل خواهند شد. در مطالعات کیفیت آب میانه و چارک معمولا برای مقایسه نتایج محاسبات صورت گرفته بر روی ایستگاه‌های نمونه‌برداری کاربرد دارد.

ب- میانگین، انحراف معیار[2]، واریانس و ضریب تغییرات

میانگین و انحراف معیار از جمله پرکاربردترین شاخص‌های آماری در بحث آمار پایه می‌باشند. میانگین حسابی به عنوان یکی از معیارهای مرکزی بوده که تقریبا در مرکز مجموعه داده‌ها، واقع است.

از سوی دیگر، واریانس (S^2) از طریق متوسط مربع انحرافات داده‌ها از میانگین به‌دست می‌آید. انحراف معیار (S) مربع جذر واریانس و به عنوان شاخص پراکندگی داده حول میانگین به شمار رفته و دارای واحد یکسان با میانگین است. در نهایت ضریب تغییرات (CV) نسبت انحراف معیار به میانگین می‌باشد.

به شرط این‌که مجموعه داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند، میانگین و انحراف معیار شاخص خوبی برای دامنه تغییرات داده‌ها هستند. به عنوان مثال، ۶۸/۲۸۷ درصد از مقادیر داده‌ها در محدوده X+S قراردارند. ۹۵/۴۶ درصد از مقادیر داده‌ها درمحدوده X+۲۵ و ۹۹/۷۲ درصد از مقادیر داده‌ها در محدوده X+۳۵ واقع شده‌اند.

همان‌طور که قبلا عنوان شد، میانگین و انحراف معیار بهترین کاربرد را در ارتباط با داده‌های با توزیع نرمال دارند. با وجود این، درصورتی‌که مقادیر بالایی از داده‌های پرت در مجموعه داده‌ها وجود داشته باشد به دلیل حساسیت میانگین به مقادیر داده‌های پرت

1- 50^{th} percentile
2- Standard deviation

علیرغم نرمال بودن توزیع داده‌ها این اطلاعات ممکن است نتایج غیرواقعی از توزیع داده‌ها نشان دهد، به همین دلیل زمانی‌که از میانگین استفاده می‌شود، این شاخص‌ها باید با واریانس یا انحراف معیار همراه باشد. به عنوان مثال با استفاده از مقادیر جدول (۴-۱) میانگین برابر ۲۴۶/۶ بوده که به‌طور واضحی از میانه ۲۱۸ بزرگ‌تر بوده لذا از برداشت اولیه مربوط به عدم تقارن توزیع داده‌ها به سمت داده‌های با مقادیر کوچک‌تر حمایت می‌کند.

جدول ۴-۱- نمونه‌ای از محاسبات انجام شده آماری [۱۴]

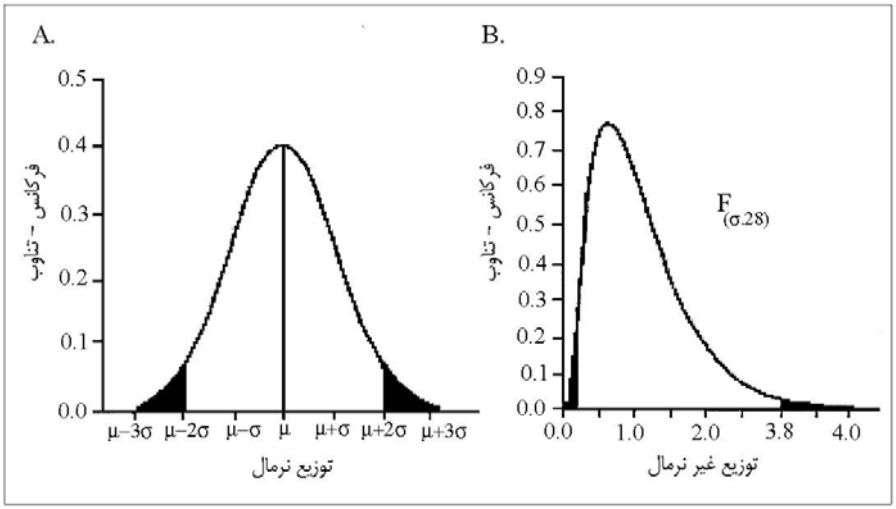
(m) $\frac{(O_i-E)^2}{E_i}$	(I) E_i	(k) E_i	(j) a_i	(i) A_i	(h) $\frac{(L_i-X)}{S}$	(g) Cld	(f) شماره طبقه O_i	(e) طبقه‌بندی ارزش‌ها	(d) حدود طبقه‌بندی l_i	(c) ارزش‌های تقسیم شده	(b) ارزش μScm^{-1}	(a) ردیف
1.26	1.3	1.3	0.047	0.5000			0		$-\infty \rightarrow 99$			
	2.3	2.3	0.087	0.4535	−1.68	3.6	2	124.5	$100 \rightarrow 149$	118	396	1
0.05						7.1					360	2
						10.7					127	3
						14.3					174	4
						17.9					181	5
2.84	4.4	4.4	0.165	0.3635	−1.11	21.4	8	174.5	$150 \rightarrow 199$	173	192	6
						25.0				174	218	7
						28.6				181	216	8
						32.1				163	267	9
						35.7				192	395	10
						39.3				209	430	11
						42.9				216	365	12
0.00	5.0	5.0	0.186	0.2019	−0.53	48.2	5	224.5	$200 \rightarrow 249$	218	163	13
						48.2				218	173	14
						53.6				223	169	15
						57.1				251	183	16
						60.7				267	218	17
0.40	6.6	6.6	0.245	0.0160	0.04	64.3	5	274.5	$250 \rightarrow 299$	270	208	18
						67.9				272	270	19
						71.4				277	277	20
1.08	4.1	4.1	0.152	0.2291	0.61	75.0	2	324.5	$300 \rightarrow 399$	305	305	21
						78.6				345	345	22
						82.0				360	118	23
1.53	2.2	2.2	0.081	0.3810	1.18	85.7	4	374.5	$350 \rightarrow 399$	365	161	24
						89.3				395	223	25
						92.0				396	272	26
0.00	1.0	0.8	0.029	0.04616	1.76	96.4	1	424.5	$400 \rightarrow 449$	430	251	27
		0.3	0.010	0.4901	2.33		0		$450 \rightarrow \infty$			
7.15			Chi – square :									

عدد داخل کادر نماینده میانه ارزش‌هاست.

۴-۳-۲- توزیع نرمال

در برخی از موارد پی بردن به توزیع فراوانی داده‌های جمع‌آوری شده هم از نظر تایید اعتبار تکنیک‌های مورد استفاده و هم به منظور ارزیابی میزان موثر بودن تغییر شکل داده‌ها می‌تواند مفید باشد. توزیع فراوانی از طریق شمارش تعداد دفعات که هر یک از

مقدار اندازه‌گیری شده در مجموعه داده‌ها یافت شده، رسم می‌شود. با اطلاع از توزیع فراوانی هم‌چنین می‌توان به شرایط تاثیرگذاری بر متغیر مورد نظر نیز پی برد.



شکل ۴-۱- توزیع نرمال و غیرنرمال داده‌ها

همان‌طور که قبلا نیز عنوان شد بخش زیادی از تکنیک‌های آماری مورد استفاده شامل میانگین، انحراف معیار و آنالیز واریانس مستلزم نرمال بودن توزیع داده‌ها می‌باشند. اهمیت توزیع نرمال از آنجا ناشی می‌شود که:

- بسیاری از داده‌های جمع‌آوری شده از محیط طبیعی دارای توزیع نرمال می‌باشند.
- بسیاری از داده‌های با توزیع غیرنرمال را می‌توان به راحتی به توزیع نرمال تبدیل کرد.
- جنبه‌هایی از محیط زیست که تمایل به تولید داده‌های با توزیع نرمال دارند به خوبی شناسایی شده‌اند.
- ویژگی‌های مربوط به چنین توزیعی به‌طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است.
- مقادیر میانگین حتی اگر از داده‌های توزیع شدیدا غیرنرمال برگرفته باشند، می‌توانند تشکیل مجموعه داده‌هایی با توزیع نرمال دهند.

برخی از ویژگی‌های مربوط به توزیع نرمال به قرار زیر است:

- داده‌ها به‌طور متقارن حول میانگین تمرکز پیدا کرده‌اند (میانگین، میانه و مد با یکدیگر برابر هستند)
- منحنی توزیع نرمال دارای شکل زنگوله‌ای بوده به‌گونه‌ای که بخش اندکی از داده‌ها در مجموعه داده‌ها پرت می‌باشند.
- توزیع داده‌ها حول میانگین با انحراف معیار مورد سنجش قرار می‌گیرد.

با فرض این‌که نمونه‌برداری به‌طور تصادفی از یک محیط صورت گیرد، شرایطی که می‌تواند منجر به تولید داده‌های با توزیع نرمال شود به قرار زیر است:

- بسیاری از عوامل بر روی داده‌های جمع‌آوری شده اثر دارند. در این جا منظور هر نوع عاملی است که موجب بروز یک اثر فیزیکی، شیمیایی یا زیستی در محیط آبی می‌شود.

- وقوع عوامل مستقل از یکدیگر می‌باشد. به عبارت دیگر وضعیت، حضور یا عدم حضور یک عامل بر روی وقوع عامل دیگر بی اثر است.
- اثرات مربوط به عوامل مستقل و افزایشی است.
- میزان سهم هر عامل بر روی واریانس تقریبا برابر است.

۴-۳-۲-۱- روش‌های آزمون نرمال بودن داده‌ها

نرمال بودن یک مجموعه داده را می‌توان با استفاده از روش‌های بصری، گرافیک یا آزمون‌های آماری مورد بررسی قرار داد.

الف- روش بصری

هر چند این روش یک روش دقیق نیست اما به عنوان ساده‌ترین راه برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها به شمار می‌رود. این روش از طریق مقایسه بصری یک هیستوگرام از مجموعه داده‌ها با یک منحنی توزیع نرمال زنگی شکل عمل می‌کند. مراحل تشکیل هیستوگرام به قرار زیر می‌باشد:

- داده‌ها به ترتیب صعودی مرتب شود.
- محدوده داده‌ها را به عنوان مثال داده‌های مینیم تا ماکزیمم، به ۵ تا ۲۰ گروه مساوی تقسیم شود.
- تعداد مقادیر مربوط به هر گروه شمارش شود.
- تعداد مقادیر شمارش شده بر روی محور Y در مقابل محدوده داده‌ها بر روی محور X مشخص شود.

تذکر: به عنوان یک قاعده کلی در محدوده مورد مطالعه تعداد کلاس‌ها از طریق جذر تعداد مقادیر به‌دست آید. چنان‌چه هیستوگرام تشکیل شده شبیه نمودار توزیع داده‌های نرمال زنگی شکل باشد، دراین حالت می‌توان چنین فرض کرد که داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند. چنان‌چه هیستوگرام به صورت نامتقارن بوده و از توزیع زنگی شکل متفاوت باشد، می‌توان چنین فرض کرد که داده‌ها فاقد توزیع نرمال هستند.

ب- روش گرافیک

این روش نسبت به روش قبل، از قاطعیت بیش‌تری در تشخیص نرمال بودن توزیع داده‌ها برخوردار است. چنان‌چه داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند، در این صورت توزیع فراوانی تجمعی (CFD)[1] به‌صورت یک خط مستقیم نسبت به گراف احتمالی نرمال پلات خواهد شد. مراحل استفاده از این روش عبارتند از:

- داده‌ها به ترتیب نزولی ردیف شود.
- به هر رقم یک شماره رتبه (موقعیت) داده شود. این رتبه از یک تا n متغیر بوده که در آن n شماره نقاط در مجموعه داده‌ها می‌باشد.
- برای هرنقطه، توزیع فراوانی تجمعی از طریق فرمول زیر محاسبه شود.

1- Cumulative frequency distribution

$$cfd(\%) = \frac{i}{(n+1)} \times 100$$

- ارزش مربوط به هر نقطه در مقابل ارزش توزیع فراوانی تجمعی آن بر روی گراف احتمالی نرمال پلات شود. درصورتی‌که پلات به صورت یک خط مستقیم باشد در آن صورت مجموعه داده‌ها دارای توزیع نرمال خواهند بود.

ج- روش‌های آماری

روش‌های قبلی مورد استفاده برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها هم‌چنان از قاطعیت لازم در زمینه این‌که آیا هیستوگرام زنگی شکل بوده (در روش بصری) و هم‌چنین تا چه حد نقاط توزیع فراوانی تجمعی به خط مستقیم نزدیک هستند. (درروش گرافیکی) برخوردار نیست. با این وجود روش‌های بهتر در آزمون‌های نرمالیته روش‌های آماری مانند آزمون نیکویی برازش[1] G-test، W-test و Kolmogorov-smirnor می‌باشند.

در مواردی که تعداد نمونه کم‌تر یا برابر ۵۰ باشد W-Test به عنوان یک روش مناسب پیشنهاد شده است. درحالی‌که در مورد تعداد نمونه بیش از ۵۰ داده باشد روش koimogrow-smirnov بهتر جواب می‌دهد. آزمون‌های نیکویی برازش و G-test در مورد نمونه‌هایی با تعداد داده مساوی یا بیش‌تر از ۲۰۰ عدد کاربرد دارد. این آزمون‌های اخیر در مورد نمونه‌های با تعداد کم اگر داده‌ها به شدت نامتقارن باشند موثر واقع نمی‌شوند. در چنین مواردی آزمون‌هایی که برای نمونه‌های با اندازه کوچک کاربرد دارد (مانند W-test) کاربرد بهتری دارند. با این وجود، میزان تجربه محقق نقش اساسی در انتخاب هر کدام از این روش‌ها دارد.

- آزمون نیکویی برازش

از آن‌جا که این آزمون در سالیان گذشته یک روش پرکاربرد و ساده برای بررسی نرمال بودن داده‌ها بوده است، لذا به توضیح این روش پرداخته می‌شود. آزمون نیکویی برازش از طریق مقایسه بین یک توزیع مشاهده شده در مقایسه آنچه که از یک توزیع فرضی انتظار می‌رود به نرمال بودن توزیع داده‌ها پی می‌برد. روش مورد استفاده در این آزمون به قرار زیراست:

- مجموعه داده‌ها به تعداد m توزیع فواصل فرضی تقسیم شود.
- تعداد ارقام مورد انتظار در هر فاصله محاسبه شود (به‌طور نسبی برای این آزمون $Ei > 5$ مورد نیاز است).
- تعداد ارقام مشاهده شده (Oi) در هر فاصله محاسبه شود.
- آماره (X^2) نیکویی برازش را با استفاده از فرمول زیر به‌دست آورید: $X^2 = \sum \frac{(oi - ei)2}{Ei}$
- نتیجه به‌دست آمده را با مقدار استخراج شده از جدول توزیع فراوانی X^2 مقایسه کرده، درصورتی‌که $X^2\alpha(ر) > X$ باشد آنگاه داده‌ها دارای توزیع نرمال خواهند بود. یا α سطح معنی‌داری از آزمون می‌باشد که در مطالعات مربوط به بررسی کیفیت آب معمولا بین ۰/۱۰- ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود. (v) تعداد درجه آزادی است. (d. f) برای توزیع فراوانی آزمون نیکویی برازش داریم:

1 - Chi-square

- تعداد عوامل تخمین زده شده با استفاد از داده‌ها -V=m در این‌جا m تعداد کل فواصل مورد استفاده بر روی داده‌هاست.

برای منحنی های نرمال دو عامل را با استفاده از میانگین (x) و انحراف معیار نمونه تخمین زده می‌شوند.

فراوانی مورد انتظار (Ei) با استفاده از توزیع فراوانی فرضی که مشخص کننده بخشی از داده‌ها است که در یک محدوده فرضی جای می‌گیرند به شرط این‌که داده‌ها از توزیع مورد نظر پیروی کنند.

به عنوان مثال در بخش قبلی برای داده‌های با توزیع نرمال ۶۸/۲۶ درصد از داده‌ها در محدوده ۱+ انحراف معیار میانگین واقع شده‌اند. تمامی جداول آماری که حاوی نمودارهای توزیع نرمال می‌باشند با استفاده از واحدهای انحراف معیار[1]، تشکیل می‌شوند.

واحدهای انحراف معیار به صورت $(x-\mu)/\delta$ به‌دست می‌آیند که در آن x داده مورد نظر μ میانگین پارامتر مورد نظر و δ انحراف معیار پارامتر مورد نظر می‌باشند. در واقع این میانگین و انحراف معیار با استفاده از میانگین (x) و انحراف معیار (δ) نمونه برداشت شده تخمین زده می‌شوند.

- **آزمون W-test**

یک ویژگی مثبت این آزمون مناسب بودن آن برای انواع مختلف داده‌ها بدون شرایط محدود کننده می‌باشد. تنها عیب این آزمون محدودیت آن به نمونه‌هایی با تعداد داده ۵۰ یا کم‌تر آن و هم‌چنین پیچیدگی محاسبه آن است. مراحل مربوط به انجام این آزمون شامل موارد زیر است:

الف- جمع مربعات میزان انحراف هر کدام از داده‌ها از مقدار میانگین را طبق فرمول زیر محاسبه نمایید:

$$d = \sum(xi - x)^2 = \sum xi^2 - (\sum xi)^2 / n$$

ب- داده‌ها را به ترتیب نزولی مرتب شود.

ج- میزان (k) به‌صورت زیر محاسبه شود. ($k = \frac{n}{2}$) درصورتی‌که (n) زوج باشد. در مواردی که n فرد باشد از $k = (n-1)/2$ استفاده شود.

د- میزان ضرایب n برای a1,a2,.... ak از جداول آماری مربوط استخراج شود.

هـ- میزان شاخص W را با استفاده از این ضرایب استخراج شده در محدوده ای که بین دو انتهای آماره است محاسبه شود.

$$w = \{\sum \alpha i(x(n-i+1) - xi)\}^2 / g$$

و- تعداد به‌دست آمده از فرمول بالا با مقدار Wα (n)مقایسه شود. چنان‌چه W>Wα (n) باشد آنگاه داده‌ها فاقد توزیع نرمال هستند.

1-Standard deviation units

۴-۳-۳- توزیع غیرنرمال

چنان‌چه آزمون‌های فوق به اثبات برسانند که یک مجموعه داده فاقد توزیع نرمال است در چنین حالتی هم می‌توان از روش‌های غیرپارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد و یا این‌که با استفاده از فرایندهایی که بر روی داده‌ها انجام می‌شود، ابتدا اقدام به تغییر شکل داده‌ها کرد و سپس بعد از آن‌که توزیع داده‌ها به فرم نرمال در آمده نسبت به استفاده از روش‌های پارامتریک اقدام کرد.

الف- تغییر شکل داده‌ها

تغییر شکل فرایندی است که در آن داده‌های خام به کمک روش‌های ریاضی به مقادیر مختلفی تبدیل می‌شوند. یکی از روش‌های رایج تغییر شکل داده‌ها استفاده از لگاریتم یا جذر داده‌های اولیه به‌جای خود داده‌ها می‌باشد. در مرحله بعد این داده‌های تغییر شکل یافته، مجدد در ارتباط با آزمون توزیع نرمال مورد بررسی قرار می‌گیرند. هر چند می‌توان انواع مختلف تغییر شکل را بر روی داده‌ها اعمال کرد، اما معمولا تنها یکی از تغییرات است که داده‌ها را به توزیع نرمال تبدیل می‌کند. انتخاب نوع تبدیل معمولا با مراجعه به توزیع فراوانی داده‌های اصلی در جمعیت مورد بررسی و با کمک عواملی مانندδ و μ صورت می‌گیرد.

برای داده‌هایی با توزیع نرمال، واریانس و میانگین مستقل از یکدیگر می‌باشند. لذا پلات کردن این دو عامل هیچ‌گونه روند مشخصی را نشان نمی‌دهد. چنان‌چه در یک مطالعه میانگین و واریانس به هم وابسته باشند، می‌توان از قانون توان[1] برای تغییر شکل داده‌ها استفاده کرد.

این قانون بیان می‌کند که واریانس یک جمعیت به نسبت توان از میانگین تغییر می‌کند: $\delta^2 = a\mu^b$ برای داده‌هایی که از شمارش مقادیر به‌دست آمده‌اند، (a) به اندازه هر واحد از نمونه وابسته است و (b) که شاخص از توزیع داده‌ها است از صفر برای یک توزیع منظم تا بی‌نهایت برای توزیع گسترده متفاوت خواهد بود. در چنین مواردی معمولا از تغییر شکل زیر می‌توان استفاده کرد: $X_i \to X_i^P$ که در آن $P = (1-b)/2$.

برای داده‌های با توزیع پویسون[2] که $\delta^2 = \mu$ است بنابراین $a = b = 1$ دراین حالت تغییر شکل مناسب براساس فرمول بالا برای توان (P) به صورت $P = 1, \frac{1}{2} = 0.5$ در نتیجه این‌که از تغییر شکل زیر باید استفاده کرد:

از آن‌جا که $xi \to xi(x^{0.5} = \sqrt{x})$ به محض تشخیص نوع تغییر شکل مناسب برای مجموعه داده‌ها و تایید آن باید نسبت به تغییر شکل مناسب داده‌ها اقدام کرد و سایر تحلیل های بعدی را بر روی داده‌های تغییر شکل یافته، انجام داد.

ب- آزمون فرضیات

یکی از مهم‌ترین نیازمندی‌های مربوط به یک برنامه ارزیابی کیفیت آب موفق، داشتن اهداف قابل تعریف و مشخص است. به منظور استفاده از آمارهای مختلف برای آنالیز داده‌های جمع‌آوری شده این اهداف را باید به صورت سوالاتی که به لحاظ آماری قابل پاسخ دادن باشند (به عنوان نمونه به صورت فرضیات) مطرح کرد. به عنوان مثال این سوالات می‌تواند شامل موارد زیر باشند:

- آیا از زمان یک (t1) تا زمان دوم (t2) هیچ گونه تغییر در روند متغیر x به وقوع پیوسته است؟

1- Taylor power law

2- Poisson

- آیا در یک رودخانه مشخص تفاوتی بین کیفیت آب در نقطه M_1 و M_2 وجود دارد؟
- چنین سوالاتی را می‌توان به فرضیات زیر تبدیل کرد:
- فرض صفر(H0): هیچ گونه تغییر یا روندی وجود ندارد.
- فرض جایگزین، فرض یک (AA) روند یا تغییراتی درمحدوده مورد مطالعه وجود دارد.

این سوالات را می‌توان با استفاده از روش‌های آماری مانند F-test، T-testو آنالیز واریانس پاسخ داد.

مثال: هدف از انجام یک مطالعه کیفیت آب بررسی کیفیت آب در رودخانه فلت[1] و مطالعه آثار احتمال فعالیت‌های C معدن‌کاری در معادن تونگستن[2] به روی این رودخانه است؟ این هدف را می‌توان با استفاده از یک چند فرضیه زیر مورد بررسی قرار داد:

- فرض صفر (H0): در این جا یک اثر قابل اندازه‌گیری ناشی از تخلیه فاضلاب فعالیت‌های معدن کاری وجود دارد.
- فرض یک (HA): در این‌جا اثرات اکولوژیک قابل محاسبه ناشی از فعالیت‌های معدن کاری وجود ندارد.

در هر نوع آزمون فرضیه دو نوع اشتباه ممکن است پیش بیاید:

اشتباه نوع اول: رد کردن فرض صفر درصورتی‌که در عمل فرض صفر صحیح است.

اشتباه نوع دوم: پذیرفتن فرض صفر درصورتی‌که در عمل فرض صفر اشتباه است.

در مطالعات کیفیت آب ریسک قابل پذیرش، که احتمال وقوع اشتباه نوع اول می‌باشد، معمولا ۵ یا ۱۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. مقدار $1-\alpha$ معادل سطوح پذیرش آزمون است. با کار کردن بر روی سطح احتمال ۰/۹ (به عنوان مثال۹۰ درصد) به این معناست که دراین جا یک شانس ده درصدی برای وقوع اشتباه نوع اول متصور است و احتمال وقوع اشتباه نوع دوم یا β نیز معمولا ده درصد است.

به لحاظ آماری تا حد امکان β باید کم‌ترین مقدار ممکن را داشته باشد. متاسفانه به محض کاهش میزان β، α افزایش پیدا می‌کند. بنابراین ایجاد یک تعادل بین این دو ضروری به نظر می‌رسد. آزمون فرضیات را می‌توان در ارتباط با مواردی شامل:

۱) استنباط در ارتباط با نتایج به‌دست آمده (به عنوان مثال a) برای این‌که درک کرد آیا تفاوت معنی‌داری بین میانگین غلظت‌های محاسبه شده در دو پیکره آبی وجود دارد یا خیر b) به منظور آزمون فرضیات که در ارتباط، عوامل آماری صورت می‌گیرد. به عنوان مثال همگنی واریانس‌ها یا نرمال بودن توزیع داده‌ها.

معنی‌دار بودن آماری یا معنی‌دار بودن زیستی متفاوت است. به عنوان نمونه داده‌ها ممکن است دارای تفاوت آماری باشند، درحالی‌که نتوان به هیچ‌گونه نتایج عملی رسید. از سوی دیگر وجود تفاوت زیستی یا شیمیایی نیز تحت شرایط خاصی منجر به بروز تفاوت آماری نخواهد شد.

علیرغم تمام موارد بالا قضاوت نهایی به استنباط و تجربه محقق برمی‌گردد، زیرا هدف از استفاده از این روش‌ها کمک به قضاوت نهایی محقق است.

ج- همگنی واریانس‌ها

چنان‌چه از روش‌های آماری برای مقایسه دو مجموعه داده استفاده شود، به عنوان مثال میانگین‌ها در این حالت برای معتبر بودن این مقایسه‌ها واریانس دو مجموعه داده $(S)^2$ باید به‌طور تقریبی با هم مساوی باشد. این همگنی واریانس را می‌توان با استفاده از آزمون F-test که با محاسبه میزان Fs و مقایسه آن با میزانی که در جدول تحت شرایط آزمون وجود دارد، عمل می‌کند، مورد سنجش قرار داد.

1- Flat
2- Tungsten

مثال: چنان‌چه $H_A : s_1^2 \neq s_2^2, H_0 : s_1^2 = s_2^2$ بیان می‌کند که دو واریانس به‌طور معنی‌داری یا یکدیگر تفاوت ندارند. چنان‌چه این فرض صفر باشد، نتیجه می‌شود که تحت سطح معنی‌داری انتخاب شده توسط آزمون دو واریانس مختلف با یکدیگر متفاوت هستند. در این حالت فرض می‌شود $n_2 = 10, n_1 = 25, s_2^2 = 1.9, s_1^2 = 4.6$

۱- میزان Fs از طریق نسبت بین واریانس بزرگ‌تر به واریانس کوچک‌تر محاسبه می‌شود پس

$$F_s = s_1^2 / s_2^2 = 4.6/1.9 = 2.42$$

۲- این میزان سپس با میزان $F_{\alpha/2[v_1,v_2]}$ $(v_2 = n_2 - 1,\ v_1 = n_1 - 1)$ از جدول آماری مربوطه مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

$$F_{0.025[24.9]} = 3.61, F_{0.05[24.9]} = 2.90$$

از آن‌جا که این یک آزمون دو طرفه[1] می‌باشد (که درآن S_1 می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از S_2 باشد) میزان $F = 3/61$ نشان دهنده احتمال $\alpha = 0.05$ و میزان $F = 2.90$ نشان دهنده $\alpha = 0.10$ هستند.

۴-۳-۴- ارائه اطلاعات

هدف اصلی ارائه اطلاعات مفید و مناسب با دقت لازم می‌باشد. این موضوع با ارائه جداول تکمیل شده خیلی مشکل می‌باشد. اغلب مردم به اعداد هرکدام از پارامترها در هر ایستگاه به تنهایی علاقه‌مند نمی‌باشند، به‌ویژه وقتی آنها می‌خواهند، حداقل یا حداکثر پارامتر (خوب و بد بودن شرایط) و روند فصلی یا سالیانه را بدانند. چارت‌ها و نمودارها به‌طور کلی بهترین روش برای ارائه داده‌ها می‌باشند. باید نمودار مناسب موضوع بوده و خیلی ساده و یا خیلی پیچیده نباشد.

الف- جداول استاندارد

این جدول معمولا یک روش برای بازیابی اطلاعات ذخیره شده در بانک اطلاعاتی را فراهم می‌آورند.

ب- نمودارها

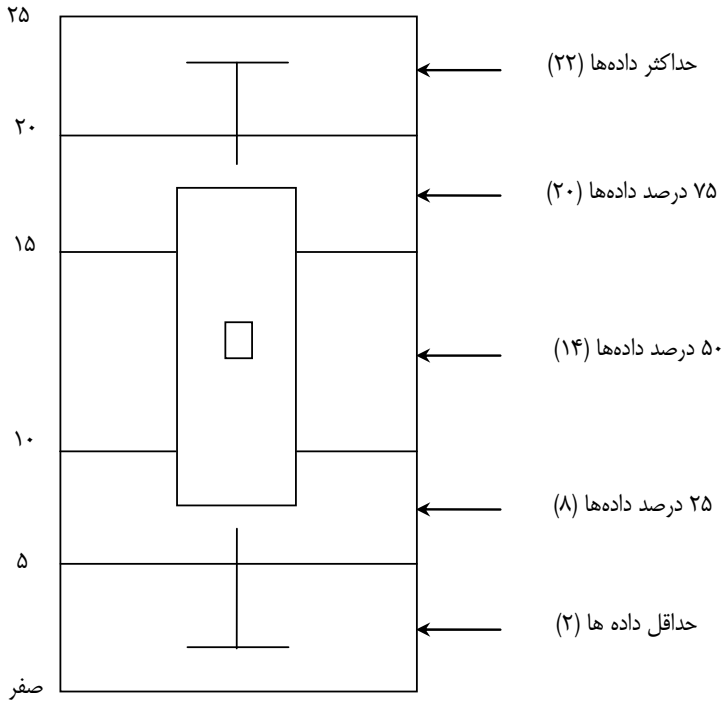
در بسیاری از موارد نمودارها، کار ارائه و تحلیل و درک داده‌ها را تسهیل می‌کنند. معمولا نمودارها به‌طور مستقیم از بانک اطلاعاتی تهیه می‌شوند، با این وجود کاربران می‌توانند نمودارهای مورد علاقه خود را نیز با استفاده از نرم‌افزارهایی که به‌طور مستقیم به مجموعه داده‌ها مرتبط هستند تهیه کنند. نمودار برای مشخص کردن خلاصه نتایج ناشی از میزان زیادی اطلاعات برای ساده نشان دادن کلیه موضوع‌ها و یافته‌ها استفاده می‌شود. ۳ نوع اصلی از نمودارها برای داده‌های پایش استفاده می‌شود که شامل:

- نمودار ستونی
- نمودار خطی
- نمودار گرد[2]

1-Two-tailed test
2- Pie

نمودار خطی و ستونی برای ارائه نتایج (مانند امتیاز ارزشیابی) در یک محور افقی متغیر (زمان یا مکان) استفاده می‌شود که محور عمودی مربوط به پارامتر بوده و محور افقی زمان یا مکان (ایستگاه‌ها) می‌باشد. این نمودارها می‌توانند دارای دو محور عمودی باشند که برای دو پارامتر که مرتبط با همدیگر می‌باشند، استفاده می‌شوند. برخی از موضوع‌هایی که در ارائه نمودارها باید مد نظر قرار گرفت به شرح زیر می‌باشند:

- هر نمودار باید دارای یک هدف مشخص و شفاف باشد.
- نقاط داده‌ها بر روی یک نمودار باید مناسب برای ارزش‌های واقعی باشد و موجب از بین رفتن معنی نمودار نشود.
- ساده باشد و پیچیده نباشد زیرا می‌تواند موجب خطا برای خواننده مطالب شود.
- عناصر نمودار محدود باشد. نمودارهای گرد باید به ۵ یا ۶ بخش محدود باشد. حداکثرتعداد خطهای نمودارهای خطی ۳ عدد باشد.
- عنوان نمودار ساده و برای اطلاعات نشان داده شده در نمودار کافی باشد. از یک راهنما برای تشریح موضوع‌های نمودار استفاده شود.
- برای داده‌هایی که توزیع آنها به صورت غیر نرمال است، بهترین روش آماری استفاده از میانه و محدوده ۲۵ و ۷۵ درصدی تغییرات اطلاعات به صورت یک باکس پلات[1] است. در این روش محدوده تغییرات، محدوده اعداد متوسط داده‌ها، میانه داده‌ها، تعداد داده‌ها را مشخص می‌کند. در شکل شماره (۴-۲) یک باکس پلات را ارائه شده است.



شکل ۴-۲- نمونه‌ای از یک باکس پلات

1- Box plot

جدول ۴-۲- نتایج و اطلاعات آماری پایش کیفیت آب

نام ایستگاه:	شماره ایستگاه:
عمق آب:	ارتفاع از سطح دریا:
مختصات جغرافیایی:	نوع رودخانه یا شاخه:
نام رودخانه اصلی:	نام حوضه:
نام استان:	
دوره نمونه‌برداری: از تاریخ / /	تا تاریخ / /

تاریخ	پارامترها							
	pH	DO میلی‌گرم بر لیتر	TDS میلی‌گرم بر لیتر	NO3 میلی‌گرم بر لیتر	EC میکروموس بر سانتی‌متر مربع	کدورت NTU	دما (آب) سانتی‌گراد	دما (هوا) سانتی‌گراد
/ /								
/ /								
/ /								
/ /								
/ /								
N								
شاخص‌های آماری								
تعداد نمونه‌های حذف شده یا مشکل‌دار								
تعداد نمونه‌های نهایی								
میانگین								
حداقل								
تاریخ حداقل								
میانه								
حداکثر								
تاریخ حداکثر								
انحراف معیار								
ضریب تغییرات								

۴-۴- مقایسه نتایج حاصل از پایش با معیارها و استانداردهای معتبر کیفیت آب

یکی از اهداف پایش آب‌های سطحی جاری، مشخص کردن وضعیت تطابق کیفیت آب برای مصارف مختلف می‌باشد. به عبارتی برای کیفیت آب رودخانه استاندارد خاصی وجود نداشته و استانداردها بسته به نوع مصارف آب آن رودخانه تدوین شده است. مهم‌ترین مصارف آب که برای آنها استانداردهایی طراحی شده است شامل آشامیدن، کشاورزی، صنعت، تفرجی، و حفاظت می‌باشد. برای هرکدام از این مصارف تعدادی از پارامتر ها به عنوان عوامل اصلی محسوب می‌شوند و استاندارد براساس این پارامترها طراحی شده است. برای مقایسه نتایج حاصل از پایش با معیارها و استانداردهای معتبر کیفیت آب، اقدامات زیر انجام شود.

الف- تعیین استانداردهای مورد نظر با توجه به نوع مصارف حوضه

در حال حاضر برای مصارف شرب از استاندارد کیفیت آب خام سازمان بهداشت جهانی استفاده می‌شود. در کشور استاندارد کیفیت آب آشامیدنی براساس نشریه شماره ۳-۱۱۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی منتشر شده است. لیکن در مطالعات منابع آب پس از مشخص شدن نتایج کیفی ایستگاه‌های آب‌سنجی، برای تعیین وضعیت کیفیت منابع آب جاری از دیاگرام شولر استفاده می‌شود.

برای استاندارد آب کشاورزی اغلب از دیاگرام ویلکوکس استفاده می‌کنند. برای استاندارد آب صنعت و تفرج از نشریه ۴۶۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور با عنوان «راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفرجی» می‌توان استفاده نمود. هم‌چنین می‌توان از استانداردهای ملی امریکا NSF[1] یاEPA استفاده کرد.

ب- مقایسه با استانداردها تعیین شده

پس از تعیین استاندارد مورد نظر، باید بین مقادیر استاندارد و مقادیر اندازه‌گیری شده در برنامه پایش مقایسه‌ای صورت گیرد. پس از انتخاب پارامترها می‌توان متوسط هر پارامتر در طول دوره پایش را با استاندارد مقایسه کرد و یا در طول زمان پایش، وضعیت هر پارامتر را با استاندارد مقایسه کرد تا زمان‌های مغایرت یا تطابق با استاندارد در هر ایستگاه مشخص شود. ضمنا درصد زمان‌های تطابق و عدم تطابق نیز از شاخص‌هایی است که می‌توان استفاده کرد.

۴-۵- تعیین وضعیت شاخص آلودگی منبع آب سطحی مورد نظر

در منابع آب سطحی جاری که تحت تاثیر منبع یا منابع آلاینده می‌باشند برخی از پارامترهای اصلی (۹ پارامتر توصیه شده NSF شامل کدورت، کل فسفات، کل مواد محلول، دما، قلیاییت، نیترات، کلی‌فرم کشنده، اکسیژن‌خواهی زیستی می‌باشد) به علت وجود یک یا چند منبع آلاینده، در بیش‌تر زمان‌های اندازه‌گیری بالاتر از حد استاندارد می‌باشند. این پارامترها می‌توانند به عنوان شاخص آلودگی آن منبع آب جاری شناخته شوند و بررسی این پارامترها در طول زمان یا ایستگاه‌های نمونه‌برداری، وضعیت و تغییرات کیفی آن رودخانه را مشخص کنند.

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در بررسی کیفی منابع آب سطحی، شاخص کیفی آب[2] (WQI) می‌باشد. این شاخص با استفاده از تعدادی از پارامترها و یک تابع ریاضی بین این پارامترها تعیین می‌شود.

هرکدام از پارمترهای مذکور در میزان شاخص کیفی آب سهمی دارند. مهم‌ترین روش تعیین شاخص کیفی آب روش NSF می‌باشد اما شواهد و تجارب در کشور ما نشان داده است که استفاده از شاخص کیفی آب با استفاده از روش‌های سایر کشورها، وضعیت واقعی کیفیت منابع آب را نشان نمی‌دهند.

1- National sanitation foundation
2-Water quality index

۴-۶- روندیابی تغییرات پارامترهای کیفی براساس زمان

پارامترها در هر مکان به دلایل مختلف در طول زمان تغییر می‌کنند. در شرایط عادی در طول ماه‌های مختلف از سال دمای هوا و در نتیجه دمای آب تغییر می‌کنند. هم‌چنین با توجه به ماه‌های خشک و تر سال، بعضی از پارامترهای کیفی آب تغییر می‌کنند که تغییرات این پارامترها در یک حد مشخص می‌باشد. در شرایط غیرعادی از قبیل تخلیه مواد آلاینده به رودخانه یا عوامل اقلیمی مانند بارندگی شدید و سیلاب، میزان تغییرات یک پارامتر شدید خواهد شد. لازم به ذکر است روندیابی تغییرات پارامترهای کیفی در طول زمان اغلب به صورت هفتگی یا ماهیانه و یا فصلی انجام می‌شود و بستگی به دوره اندازه‌گیری برنامه پایش دارد. با انجام حداقل دو سال پایش ماهیانه یا فصلی می‌توان حدود تغییرات عادی پارامترهای کیفی آب را مشخص کرد.

لازم به ذکر است شرایط اقلیمی و میزان آبدهی که از شرایط طبیعی هر حوضه رودخانه می‌باشند، بر پارامترهای فیزیکی – شیمیایی و زیستی تاثیر خواهند داشت به عنوان مثال بارندگی باعث افزایش مواد معلق و کدورت رودخانه می‌شود. افزایش بده باعث افزایش ظرفیت خودپالایی رودخانه شده و افزایش اکسیژن محلول (با فرض ثابت بودن مواد آلاینده و میزان اکسیژن خواهی زیستی و شیمیایی) می‌شود. افزایش دما باعث کاهش اکسیژن محلول آب و می‌تواند باعث افزایش اکسیژن خواهی شیمیایی و زیستی شود.

۴-۷- روندیابی پارامترها براساس ایستگاه

از ابتدای یک حوضه تا مصب رودخانه، پارامترهای کیفی منابع آب سطحی جاری به دلایل مختلف تغییراتی دارند. این تغییرات به دلیل ویژگی‌های طبیعی و انسان‌ساز در یک حوضه‌ایجاد می‌شود. لذا به منظور بررسی وضعیت هر پارامتر در یک رودخانه از بالادست تا مصب، ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول حوضه نصب خواهد شد و پارامترهای مختلف در این ایستگاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

تغییرات یک پارامتر در طول مسیر رودخانه برای شناسایی نوع و عوامل آلاینده محیط در بازه‌های مختلف حایز اهمیت می‌باشد. هم‌چنین اطلاع از کیفیت آب رودخانه در بازه‌های مختلف، امکان مدیریت تامین آب را برای مصارف متفاوت از بازه‌های رودخانه می‌دهد.

برای بررسی یک یا چند پارامتر در طول مسیر رودخانه اقدامات زیر انجام می‌شود.

- تهیه یک نقشه پروفیل طولی رودخانه
- مشخص کردن ایستگاه‌های اندازه‌گیری بر روی نقشه
- مشخص کردن منابع آلاینده در حوضه
- مشخص کردن میزان آبدهی در ایستگاه‌های مختلف و تغییرات آن
- ارائه نمودارهای روند تغییرات یک پارامتر
- بررسی تغییرات پارامتر با توجه به پروفیل طولی رودخانه، آبدهی و منابع آلاینده
- پردازش و جمع‌بندی

در پیوست شماره ۱۳ مثال‌هایی در خصوص بررسی روند زمانی و ایستگاهی یک پارامتر و هم‌چنین مقایسه با استانداردهای رودخانه ارائه شده است.

۴-۸- چگونگی ارائه نتایج و نحوه به‌کارگیری آن

یکی از موضوع‌های اساسی در یک برنامه پایش کیفیت آب ارائه گزارش‌هایی است که یافته‌های مهم در آن ارائه شده باشد. سازمان‌های آب منطقه‌ای و محیط زیست نیازمند گزارش‌های تفصیلی بوده درحالی‌که بعضی از ارگان‌ها به گزارش‌های خلاصه‌تر نیاز دارند.

۴-۸-۱- گزارش‌های تخصصی

در طراحی یا برنامه‌ریزی یک گزارش کیفیت آب باید موضوع‌های زیر در نظر گرفته شود:

- اهداف مطالعات
- تیم انجام دهنده
- نحوه تامین بودجه مورد نیاز
- روش‌های استفاده شده
- اقدامات انجام شده برای کنترل کیفی برنامه
- ارائه پردازش انجام شده
- ارائه نتایج به‌دست آمده
- سوالات و ابهامات که در اثر نتایج حاصل شده است.

ارائه نمودارها، جداول و نقشه‌ها باعث افزایش رضایت مطالعه کننده می‌شود و سودمند است. از وجود اطلاعات خام در پیوست گزارش‌های مطمئن شده و موضوع‌ها و نکات مورد نیاز ارائه شود.

۴-۸-۲- گزارش‌های عمومی

گزارش‌هایی که برای عموم مردم تهیه می‌شود باید کوتاه و با ارائه موضوع‌های اساسی باشد. این گزارش‌ها باید قالب و ساختار غیر فنی داشته و شامل تعاریف اصطلاحات و مفاهیمی نباشد که ممکن است برای مردم ناآشنا باشد.

نمودارهای ساده، جداول خلاصه و نقشه با توضیحات و اطلاعات قابل فهم، می‌تواند برای عموم سودمند باشد. این نوع گزارش بهتر است شامل یک توضیح خلاصه از برنامه، اهداف پارامترهای پایش شده، نقاط اندازه‌گیری شده و یک خلاصه‌ای از نتایج و پیشنهادها و نظرات تهیه کننده باشد. هم‌چنین منابع تامین کننده مالی برنامه نیز ارائه شود.

به نظر می‌رسد ارائه نتایج به دو صورت اصلی عادی و اضطراری در سطوح زیر در کشور جمهوری اسلامی ایران قابل انجام می‌باشد:

۴-۸-۳- شرایط عادی

شرایط عادی به‌طور منظم و براساس برنامه زمان‌بندی پایش، اطلاعات در سطوح زیر ارائه می‌شود:

- ارسال اطلاعات و گزارش هر رودخانه توسط پیمانکار (شرکت‌های خصوصی) برنامه پایش به شرکت‌های آب منطقه‌ای استانی.
- ارسال اطلاعات و نتایج تجزیه تحلیل حوضه‌های مرتبط از شرکت‌های آب منطقه‌ای استانی و شرکت‌های آب و فاصلاب استانی به مدیریت حوضه‌های اصلی و دفتر محیط زیست و کیفیت منابع آب شرکت مدیریت منابع آب ایران و یا وزارت نیرو و یا سایر سازمان‌های مرتبط.
- ارسال نتایج پردازش و اطلاعات به معاونت‌های شرکت مدیریت منابع آب و ارسال به سازمان‌های ذیربط درخواست کننده (مشترک در دریافت اطلاعات) مانند سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت بهداشت و جهاد کشاورزی.
- ارائه نتایج می‌تواند به صورتی باشد که اطلاعات جدید دریافتی (یک نسخه از کاربرگ‌های مربوط تایید شده) به همراه فایل الکترونیکی آن که شامل کلیه اطلاعات قبلی و جدید است، ارسال شود. روش‌های مختلف توزیع گزارش و نتایج آن در جوامع عمومی شامل موارد زیر است:

- ارسال گزارش: گزارش به صورت الکترونیکی یا پست عادی برای سازمان‌های دولتی و غیردولتی ذینفع ارسال شود. ابتدا باید یک فهرست از سازمان‌ها تهیه کرد و براساس آن گزارش ارسال شود.
- ارائه شفاهی نتایج در منطقه مورد مطالعه: با انتخاب مکان‌هایی مناسب نتایج گزارش با استفاده از اسلاید یا تجهیزات دیگر ارائه می‌شود.
- جلسات عمومی: براساس یک برنامه زمان‌بندی جلسات، نتایج برنامه پایش در جلسه‌های مختلف ارائه می‌شود.
- چاپ گزارش در روزنامه ها یا مجلات استانی یا کشوری
- کنفرانس‌های خبری

۴-۸-۴- شرایط اضطراری

درصورتی‌که یک یا چند پارامتر بیش از حد استاندارد و در نتیجه آب آلوده باشد و برای مصرف کننده آب (شرب، کشاورزی، صنعت، تفرج و. . .) خطرات شدیدی را به همراه داشته باشد یا روند تغییرات به نحوی باشد که خطر جدی را در آینده ایجاد خواهد کرد، باید گزارش اضطراری به شرکت‌های آب منطقه‌ای ارسال شده و پس از تایید، اقدامات اصلاحی یا پیشگیرانه توسط سازمان‌های ذیربط با مدیریت شرکت آب منطقه‌ای آن استان انجام شود.

۴-۹- ارائه پیشنهادها و راهکارها با توجه به حساسیت‌های مختلف محلی، منطقه‌ای یا ملی

پیشنهادها و راهکارهای لازم نیز می‌تواند در سطوح مختلف انجام گیرد. بررسی و اتخاذ تصمیمات با توجه به نوع اقدام مورد نیاز و محدوده مسوولیت هرکدام از سطوح انجام خواهد شد.

پیشنهادها و راهکارهای تیم‌های اجرا کننده برنامه پایش که به‌طور مستقیم در ارتباط با برنامه پایش هستند و نقاط قوت و ضعف آن برنامه پایش را شناسایی می‌کنند، مفید می‌باشد. هم‌چنین پیشنهادهای بازرسان، که کنترل کننده برنامه پایش می‌باشند و از مشکلات، نواقص، قابلیت اجرا و کمبودها و هم‌چنین نقاط قوت برنامه آگاهی دارند، می‌تواند در بهبود برنامه پایش مفید باشد.

یکی از ورودی های جلسات بازنگری برنامه پایش جمع‌بندی پیشنهادها و راهکارهای لازم برای بهبود برنامه پایش می‌باشد.

فصل ۵

نحوه ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعات کیفی

۵-۱- بانک‌های اطلاعات کیفی، محلی، منطقه‌ای و ملی

حوضه‌های آبریز مختلف کشور در استان‌های مختلف واقع شده و منابع آب این حوضه‌ها تحت مدیریت شرکت‌های آب منطقه‌ای استانی می‌باشد. در هر استان می‌توان اطلاعات حوضه‌های تحت مدیریت را جمع‌آوری و در یک بانک اطلاعاتی ذخیره کرد.

تعدادی از حوضه‌های کشور فراتر از یک یا چند استان می‌باشد به صورتی که سرشاخه‌های آن از یک استان آغاز شده و پس از عبور از یک یا چند استان (با اتصال شاخه‌های فرعی) وارد استان پایین دست حوضه گردیده و به مصب آن وارد می‌شود. درخصوص این حوضه‌ها باید به صورت منطقه‌ای عمل کرد به عبارتی پایش‌های آتی حوضه‌های بزرگ از طریق پایش‌های زیر حوضه‌ای انجام شده و هر استان اطلاعات خود را وارد بانک اطلاعاتی می‌کند. لیکن با ایجاد یک مدیریت حوضه در یکی از شرکت‌های آب منطقه‌ای یا شرکت مدیریت منابع آب ایران و یا وزارت نیرو و یا سایر مراجع ذیربط، می‌توان کلیه اطلاعات در این مرکز را دریافت و پردازش کرده و در اختیار شرکت‌های آب منطقه‌ای مرتبط قرار داد.

همان‌طور که قبلا ذکر گردید شرکت مدیریت منابع آب ایران (وزارت نیرو) باید اطلاعات را از شرکت‌های سهامی آب منطقه‌ای به صورت به‌هنگام یا با استفاده از اینترنت و یا از طریق دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی شرکت‌های آب منطقه‌ای دریافت کرده و مجموعه این اطلاعات در شبکه مرکزی شرکت مدیریت منابع آب ایران ذخیره و پردازش شود.

۵-۲- نحوه گزارش‌گیری از اطلاعات به تفکیک سطوح محلی، منطقه‌ای و ملی

نحوه گزارش‌گیری از این بانک اطلاعاتی می‌تواند در سطوح زیر انجام شود:

- گزارش‌گیری از یک حوضه در محدوده تحت مدیریت شرکت آب منطقه‌ای هر استان
- گزارش‌گیری از یک حوضه (به‌طور کامل)
- گزارش‌گیری از حوضه‌های مختلف یک استان
- گزارش‌گیری به صورت منطقه‌ای (با گروه بندی حوضه‌های اصلی در مناطق غرب، شرق، مرکزی، جنوب و شمال)
- گزارش‌گیری در سطح ملی

بدیهی است این گزارش‌گیری‌ها می‌تواند به تفکیک اطلاعات مختلف (پارامترها، ایستگاه‌ها و دوره‌های زمانی) باشد. هم‌چنین گزارش‌ها می‌تواند براساس کل اطلاعات اندازه‌گیری شده، متوسط دوره‌های زمانی (ماهیانه، فصلی و سالیانه)، حداکثر و حداقل یک پارامتر در یک دوره زمانی، انحراف معیار و یا سایر شاخص‌های آماری باشد.

۵-۳- بررسی و نحوه گردش اطلاعات و تدوین چارچوب تشکیلاتی تبادل اطلاعات بین معاونت‌های مختلف آب وزارت نیرو با مجموعه محیط زیست کشور

اطلاعات توسط پیمانکاران یا کارشناسان شرکت‌های آب منطقه‌ای استان‌های مختلف و یا شرکت‌های آب و فاضلاب استانی و. . . تهیه می‌شود. این اطلاعات توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای و یا سایر شرکت‌های مرتبط به بخش محیط زیست و کیفیت منابع آب

شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت آب و فاضلاب کشور و یا وزارت نیرو ارسال می‌شود و مجموعه‌این اطلاعات در یک بانک اطلاعاتی که به شبکه شرکت و یا وزارتخانه متصل می‌باشد حفظ و نگهداری می‌شود.

برای استفاده سایر کاربران در شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت آب و فاضلاب کشور و یا وزارت نیرو می‌توان برای افرادی که حق استفاده از این اطلاعات را دارند، با ایجاد یک نام کاربر و رمز ورود به آنها اجازه دسترسی به این اطلاعات را داد. هم‌چنین می‌توان حق دسترسی به لایه‌های مختلف اطلاعاتی متفاوت را ایجاد کرد. به عنوان مثال برای شرکت‌های آب منطقه‌ای هر استان می‌توان حق برداشت از بانک اطلاعاتی حوضه‌های تحت نظارت آن استان یا حوضه‌های مجاور را داد.

سازمان‌های دولتی مرتبط مانند سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت بهداشت و. . . نیز می‌توانند با ارسال درخواست به شرکت مدیریت منابع آب ایران و یا وزارت نیرو، به عنوان یک کاربر تلقی شوند و از طریق شبکه شرکت و یا وزارت نیرو حق برداشت اطلاعات را برای یک زمان مشخص داشته باشند.

۵-۴- نحوه به روز نگهداشتن اطلاعات

برای به روز نگه داشتن اطلاعات باید، نتایج پایش پس از یک مهلت زمانی وارد بانک اطلاعاتی شود. برای کنترل این موضوع می‌توان اقدامات زیر را انجام داد.

- برای برنامه پایش هر حوضه یک برنامه زمان‌بندی مشخص تدوین شود تا اجرا کننده پایش براساس آن برنامه پایش را انجام دهند. در برنامه پایش باید با توجه به وسعت و سایر شرایط حوضه مورد پایش، یک مهلت زمانی برای عملیات میدانی و آزمایشگاهی و یک مهلت زمانی برای وارد کردن اطلاعات به شبکه در نظر گرفت. لازم به ذکر است مهلت زمانی برای اجرای برنامه پایش باید با در نظر گرفتن احتمال عدم امکان اندازه‌گیری در یک زمان مشخص به دلیل شرایط اقلیمی و یا مشکلات عملیات میدانی تنظیم شود.

پس از جمع‌آوری برنامه‌های زمان‌بندی پایش در شرکت‌های آب منطقه‌ای و شرکت‌های آب و فاضلاب استانی، و شرکت مدیریت منابع آب ایران و یا وزارت نیرو یک برنامه زمان‌بندی کامل پایش در کل کشور تدوین می‌شود که در بخش پایش آب‌های سطحی، شبکه داخلی شرکت مدیریت منابع آب ایران و یا وزارت نیرو برای آگاهی کاربران ارائه خواهد شد. وضعیت اجرای برنامه پایش در حوضه‌ها (انجام شده، در حال انجام و در حال برنامه‌ریزی) به صورت هفتگی بازنگری شده و در شبکه اعلام می‌شود. این امر با ارتباط متقابل بین شرکت‌های آب منطقه‌ای، شرکت‌های آب و فاضلاب استانی، شرکت مدیریت منابع آب، شرکت آب و فاضلاب کشور و یا وزارت نیرو از طریق شبکه‌های الکترونیکی قابل انجام می‌باشد. (حتی این موضوع می‌تواند از طریق پیمانکاران برنامه پایش به صورت هفتگی به وزارت نیرو و شرکت مدیریت منابع آب، شرکت آب و فاضلاب کشور و شرکت‌های آب منطقه‌ای، شرکت‌های آب و فاضلاب استانی و. . . اطلاع داده شود). با آگاهی از این برنامه پایش اطلاعات به روز در اختیار کاربران قرار خواهد گرفت.

۵-۵- معرفی بانک‌های اطلاعاتی مناسب

امروزه نرم‌افزارهای مختلفی در زمینه لایه‌های اطلاعاتی و بانک‌های اطلاعاتی وجود دارند که می‌توانند عملیات‌های غربال‌سازی و جداسازی اطلاعات، محاسبات اولیه و آنالیزهای آماری پیشرفته را برای اطلاعات وارد شده به کامپیوتر انجام دهند.

این نرم‌افزارها، مزایای زیادی داشته و به راحتی می‌توان از آن برای رسم نمودارها و جداول مختلف استفاده کرد و به سهولت قابلیت بازنگری و ویرایش داشته و یا امکان ایجاد تغییرات در آن وجود دارد. نرم‌افزارهایی که بیش‌تر در این خصوص استفاده می‌شود نرم‌افزارهایی مانندExcel , Lotus 123 , Quattro Pro می‌باشند.

برای مدیریت داده‌های فراوان باید از نرم‌افزارهای بانک اطلاعاتی استفاده کرد. بانک‌های اطلاعاتی می‌توانند داده‌های زیادی را ذخیره‌سازی کرده و اطلاعات مرتبط را از یک فایل به فایل دیگر انتقال داد. هم‌چنین اطلاعات را می‌توان به اطلاعات کوچک‌تر تقسیم‌بندی کرد.

درصورتی‌که از بانک اطلاعاتی استفاده می‌شود این اطلاعات یا بخشی از آن می‌تواند به نرم‌افزارهای آماری برای انجام محاسبات آماری یا رسم نمودارها و جداول انتقال داده شود. نرم‌افزارهایی که عموما برای بانک اطلاعاتی استفاده می‌شود شامل dBase، File Maker Pro، Access و Faxpro است.

از آن‌جا که در حال حاضر با استفاده از نرم‌افزارهای GIS می‌توان ارتباط بین ایستگاه‌ها و اطلاعات را بر قرار کرد و در بعضی از پردازش های اطلاعات به ویژه ارائه موقعیت جغرافیایی بسیار مناسب می‌باشد، لذا می‌توان از بانک‌های اطلاعاتی نرم‌افزارهای GIS استفاده کرد اما از آن‌جا که انجام تحلیل‌های آماری و ریاضی در این نرم‌افزارها محدود می‌باشد، لذا می‌توان از نرم‌افزارهایی استفاده کرد که قابلیت ارتباط با نرم‌افزارهای GIS مانند Arcgis را داشته و هم‌چنین دارای قابلیت تحلیل‌های آماری و ریاضی می‌باشد. به‌هرحال نرم‌افزارهای پیشنهادی برای بانک‌های اطلاعاتی باید دارای چند ویژگی زیر باشند:

- امکان استفاده در سیستم‌های عامل‌هایی باشد که اغلب نرم‌افزارهای آماری، مدل‌سازی و GIS بتوانند در آن محیط به‌کار روند. رایج‌ترین سیستم عامل در دنیا و کشور ایران در حال حاضر Windows است.
- امکان ارتباط با نرم‌افزارهای GIS مانند Arcview، Arcgis و نرم‌افزارهای آماری تخصصی مانند spss را داشته باشد.
- امکان استفاده در شبکه‌های اطلاعاتی را دارا می‌باشد.

۵-۶- بررسی و ارائه روش نگهداری داده‌ها

داده‌ها را می‌توان به چند صورت زیر نگهداری کرد. برای افزایش ضریب حفظ ایمنی اطلاعات می‌توان تعدادی از اقدامات زیر را انجام داد.

- بایگانی برگه‌های اطلاعاتی به‌طور کامل
- ضبط بر روی لوح فشرده به صورت دوره‌های زمانی هفتگی
- ایجاد یک حافظه در شبکه وزارت نیرو و یا شرکت مدیریت منابع آب، و شرکت مدیریت آب و فاضلاب کشور و ضبط این اطلاعات در حافظه مربوط

۵-۷- نحوه ایمن‌سازی سامانه اطلاعات کیفی به تفکیک سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی

با ایجاد بانک اطلاعاتی و طبقه‌بندی اطلاعات و طبقه‌بندی دسترسی کاربران می‌توان گزارش‌گیری برای موضوع‌های مختلف و با سطوح مختلف دسترسی تقسیم‌بندی کرد و کاربران امکان دسترسی به سطوح مختلف را داشته باشند. لازم به ذکر است این سطوح می‌تواند در ابتدا، توسط کاربر تعیین و براساس آن سطح دسترسی آن مشخص شود

۵-۸- نیروی تخصصی مورد نیاز

برای انجام نمونه‌برداری، آزمایش‌ها و ثبت نتایج در کاربرگ‌های مربوط نیاز به کارشناس و تکنسین منابع آب آزمایشگاهی بوده و برای ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی نیز تکنسین کامپیوتر مورد نیاز می‌باشد. در طراحی، ایجاد و بهبود بانک اطلاعاتی و شبکه باید کارشناسان کامپیوتر (نرم‌افزار، سخت افزار، فناوری اطلاعات) را به کارگرفت. به منظور استفاده این اطلاعات در محیط GIS نیاز به کارشناسان متخصص در امر GIS می‌باشد.

فصل ۶

نحوه بازنگری برنامه پایش و اصلاح شبکه پایش

۶-۱- تدوین چارچوب بازنگری برنامه‌های پایش

همان‌گونه که قبلا گفته شد اهداف پایش می‌تواند متنوع باشد بنابراین برنامه‌های پایش متناسب با میزان دستیابی به اهداف مشخص باید مورد بازنگری قرار گیرد. بدیهی است هر برنامه پایش عاری از نواقص و اشتباهات نبوده و حداکثر کارایی و کیفیت را نخواهد داشت به عبارتی برنامه پایش یک برنامه ثابت نمی‌باشد. برنامه پایش باید به صورت پویا باشد و در طول زمان بهبود یابد. بازنگری برنامه پایش مانند بازنگری‌های نظام‌های مدیریتی[1] انجام شود. بازنگری برنامه‌های پایش می‌تواند به دو حالت دوره‌ای (عادی) و اضطراری انجام شود. بازنگری برنامه پایش عادی و اضطراری را می‌توان از طریق تشکیل جلسه با حضور کلیه واحدهای ذیربط از قبیل اجرا کننده (پیمانکار) برنامه پایش، شرکت‌های آب منطقه‌ای استانی، شرکت‌های آب و فاضلاب استانی، کارشناسان و مسوولین وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب، شرکت مدیریت آب و فاضلاب کشور، سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل حفاظت محیط زیست استان‌ها، وزارت بهداشت، اداره کل بهداشت منطقه، وزارت صنایع، اداره صنایع و معادن و وزارت جهاد کشاورزی و سایر افراد ضروری تشکیل شود.

بازنگری دوره‌ای برنامه پایش (عادی) می‌تواند در دوره‌های ۶ ماهه یا سالیانه انجام شود و بازنگری اضطراری برنامه پایش در صورت ایجاد شرایط خاص و یا خطرناک تشکیل می‌شود.

بازنگری برنامه پایش باید به دلایل قانع کننده‌ای انجام شود برخی از این دلایل در زیر بیان شده است لیکن به‌هر دلیلی، بازنگری برنامه پایش منوط به دسترسی به نتایج و مشاهدات ناشی از برنامه اولیه و اطمینان از نتایج به‌دست آمده یا گزارش‌های ارائه شده توسط مجریان برنامه پایش می‌باشد.

- عدم دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده
- تغییر روش‌ها و انتشار دستورالعمل‌های جدید پایش
- عدم ایجاد اطلاعات مفید و مناسب به دلیل نامناسب بودن عوامل برنامه پایش از قبیل نامناسب بودن ایستگاه‌ها، پارامترها، دوره‌های پایش و یا دستورالعمل‌های نمونه‌برداری
- ایجاد مسایل جدید با توجه به نتایج پایش‌های انجام یافته
- ایجاد برخی از مسایل فنی و مالی جدید
- ایجاد تغییرات در سطح حوضه از نظر انسان‌ساز یا طبیعی (احداث یا تغییرات یک منبع آلاینده، بهره‌برداری از یک سازه‌آبی، تغییر برداشت آب، تغییر قابل توجه کاربری اراضی، اجرا پروژه‌های عمرانی تاثیرگذار بر کیفیت آب)
- دسترسی به اطلاعات ارزشمند در حوضه یا برنامه‌های توسعه حوضه که ناشی از مشاهده‌های مجریان برنامه پایش و یا دریافت اطلاعات از سازمان‌های مختلف باشد. به‌هر حال انجام بازنگری برنامه پایش می‌تواند در موضوع‌های مختلف زیر انجام شود:
- تغییر در ایستگاه‌ها

1- Management review

- درصورتی‌که نتایج پایش دو ایستگاه مجاور کاملا مشابه باشند، می‌توان تواتر پایش در یکی از ایستگاه‌ها را کاهش داد.
- درصورتی‌که تغییرات ایجاد شده در سطح حوضه یا برنامه‌های توسعه آن حوضه و یا نتایج پایش به صورتی باشد که نیاز به اضافه کردن یک ایستگاه شود.

- تغییر در پارامترها

- درصورتی‌که نتایج یک پارامتر به‌طور کامل در دوره پایش (حداقل یکسال) در کلیه ایستگاه‌ها میزان ناچیزی را نشان دهد.
- درصورتی‌که بتوان با اطمینان از رابطه یک پارامتر، پارامتر دیگر را تا حد قابل قبول محاسبه کرد، به عبارتی ضریب هم‌بستگی بسیار بالایی بین یک پارامتر و پارامتر دیگر در تمامی دوره پایش در کلیه ایستگاه‌ها مشاهده شود، می‌توان تواتر پایش آن پارامتر را کاهش داد.
- درصورتی‌که تغییرات ایجاد شده در سطح حوضه یا برنامه‌های توسعه آن حوضه و یا نتایج پایش به صورتی باشد که نیاز به اضافه کردن یک یا چند پارامتر یا به صورت احتمالی حذف یک پارامتر (احتمال ناچیز) شود.

۶-۲- پایش و ارزشیابی شبکه‌های پایش در سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی

ارزشیابی شبکه‌های پایش برای کنترل فرایند برنامه پایش از الزامات یک برنامه پایش می‌تواند در نظر گرفته شود. برای انجام این امر می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

- ایجاد یک شبکه بازرسی در شرکت‌های آب منطقه‌ای استان‌های مختلف، شرکت‌های آب و فاضلاب استانی، و شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و یا وزارت نیرو برای کنترل فرایند برنامه پایش در سطح استان‌ها و کشور با استفاده از نیروهای متخصص و با تجربه
- بازرسی دوره‌ای (تصادفی) در استان‌های مختلف برای بازدید و تهیه گزارش تطابق‌ها، نواقص و مغایرت‌های موضوع‌های زیر:
  - تکمیل کاربرگ‌های ثبت نتایج، کنترل مدارک QC و QA
  - وارد کردن اطلاعات به شبکه‌ها براساس برنامه زمان‌بندی
  - وضعیت اندازه‌گیری ایستگاه‌ها، پارامترها و زمان‌بندی
  - انجام دستورالعمل‌های نمونه‌برداری و آنالیز
  - کنترل رعایت مسایل ایمنی در نمونه‌برداری
  - کنترل تجهیزات و وسایل نمونه‌برداری و آزمایشگاهی (مناسب و کافی بودن تجهیزات، واسنجی)
  - کنترل وضعیت تخصص و آگاهی افراد ذیربط

- بازرسی دوره‌ای از نتایج پایش در سطح حوضه آبریزی که چند شرکت آب منطقه‌ای و شرکت آب فاضلاب استانی با هم در آن برنامه پایش را انجام می‌دهند، باید توسط شرکت مدیریت منابع آب ایران و شرکت آب و فاضلاب کشور صورت پذیرد (حداقل هر شش ماه یکبار)

بازرسی دوره‌ای از نتایج پایش که سطح ملی باید توسط وزارت نیرو صورت پذیرد (حداقل سالی یک‌بار)

پیوست ۱

سابقه پایش آب‌های سطحی در سایر کشورها

پ. ۱-۱- تاریخچه و سوابق تدوین دستورالعمل‌های مشابه در سایر کشورها

براساس بررسی‌های کتابخانه‌ای و اطلاعات جمع‌آوری شده از شبکه‌های مختلف اطلاعاتی، دستورالعمل خاصی مربوط به یک کشور مشابه در مورد شرح خدمات این مطالعات یافت نشد. البته برای هرکدام از نیازمندی‌های پایش اطلاعات فراوانی در کشورهای مختلف وجود دارد. براساس بررسی‌های انجام شده تنها یک دستورالعمل در زمینه پایش کیفی آب یافت گردیده که تقریبا این دستورالعمل می‌باشد.

این دستورالعمل به‌صورت یک کتاب با عنوان

" Water Quality Monitoring "
A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring program.

که با پشتیبانی و سفارش سازمان برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد[1] (UNEP) و سازمان بهداشت جهانی[2] (WHO) توسط تعدادی از دانشمندان و متخصصان مختلف دنیا تهیه شده است. هدف از تهیه این کتاب، تدوین یک ابزار اجرایی و عملی جهت مدیریت کیفی آب برای آژانس‌ها و سازمان بین‌المللی و محلی که به موضوع کیفیت آب می‌پردازند، می‌باشد. این کتاب اطلاعات مورد نیاز در خصوص طراحی و اجرای یک برنامه پایش کیفی آب در راستای ارزیابی کیفی آب و مطالعه در خصوص اثرات ناشی از آلودگی بر محیط زیست را ارائه می‌کند. هم‌چنین اطلاعات فراوانی در خصوص سابقه پایش آب‌های سطحی در سطح جهان جمع‌آوری شده که خلاصه آن در این پیوست ارائه شده است.

هم‌چنین دستورالعملی توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[3] (EPA) به شرح زیر تهیه شده است

Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual
United States Environmental Protection Agency - Office of Water 4503F
EPA 841-B-97-003 November 1997

پ. ۱-۲- سابقه پایش آب‌های سطحی در دیگر کشورها

الف- ایالات متحده آمریکا

- **ایالت آلاباما**

در طول سال‌های دهه ۸۰، در ایالت آلاباما از روش چند لایه‌ای برای پایش آب‌های سطحی استفاده می‌شد. این روش شامل شبکه پایش با ایستگاه‌های ثابت، پایش مخازن و مطالعات زیاد بر روی ویژگی‌های پیکره‌های آبی، نمونه‌برداری از بافت‌های ماهی‌ها و پایش اجباری تخلیه کننده‌های نقطه‌ای است. در سال ۱۹۹۶ روش اسس[4] که یک روش براساس حوضه آبریز است برای یکپارچه کردن پایش کیفی آب‌های سطحی با اهداف مشخص در مورد کیفیت آب و شاخص‌های زیست محیطی مربوط به آن است، ارائه

1- United nations environmental protection
2- World health organization
3- Environmental protection agency
4- Assess

شد. اهداف این روش شامل ارتقای پوشش نقاط پایش در حوضه رودخانه، ارتقای جزییات مکانی ارزیابی کیفیت آب و افزایش مسافت‌های پایش شده در کل شاخه‌های رودخانه‌ها بعد از هر ۵ سال است.

- **آلاسکا**

طرح پایش و ارزیابی حوضه آبریز آلاسکا، طرحی برای پایش کیفی آب در سراسر ایالت آلاسکا بود که آژانس‌های محلی، ایالتی و فدرال، صنعت، مدارس، دانشگاه آلاسکا و دیگر نهادهای اجرایی پایش کیفی آب را در گیر نموده است.

دیگر فعالیت‌های پایش کیفی آب در آلاسکا، توسط موسسات و دیگر آژانس‌های صنعت و جامعه انجام می‌شود. «خود پایش» توسط داوطلبان از برنامه‌هایی است که در آلاسکا برای تخلیه کننده‌های نقطه‌ای انجام می‌شود.

- **آریزونا**

سازمان کیفیت محیط زیست آریزونا، روش چرخش حوضه‌ای را برای پایش و ارزیابی کیفیت آب شروع کرده است. هر سال ۲ تا از ۱۰ حوضه آبریز در ایالت به طور کامل آماربرداری می‌شوند. درحالی‌که شبکه سراسری به قوت خود باقی است. سایت‌های نمونه‌برداری شامل مخلوطی از سایت‌های بلندمدت ثابت، سایت‌های عملکرد (انتخاب شده برای ارزیابی استراتژی‌های به‌کارگرفته شده برای تخلیه کننده‌های دارای مجوز) و سایت‌های مرجع برای مشخص کردن شرایط منطقه‌ای است. نوع اطلاعات جمع‌آوری شده در هر سایت توسط هدف پایش، نوع استفاده از زمین و آلاینده‌های تعیین شده موجود در محل، همانند حضور گونه‌های تحت تهدید و خطر مشخص می‌شود.

- **آرکانزاس**

در آرکانزاس، منابع آب با توجه به خواص شیمیایی، فیزیکی و زیستی طبقه‌بندی می‌شوند. شش منطقه کلی شامل دلتا، خلیج ساحلی، کوه اوچیتا، دره رودخانه آرکانزاس، کوه بوستون و مناطق اوزارک هستند. با طبقه‌بندی منابع آب به این روش، آرکانزاس می‌تواند متداول‌ترین استفاده‌ها را در هر منطقه مشخص کند و مواردی که کیفیت آب را تهدید می‌کند، نشان دهد.

شبکه پایش ایالت شامل ۱۴۰ ایستگاه ثابت است که در آنها ۳۰ پارامتر کیفی به صورت ماهانه اندازه‌گیری می‌شود. در سال‌های اخیر، ۱۰۰ ایستگاه که قبلا در آنها ارزیابی نمی‌شد به این مجموعه اضافه شدند و براساس برنامه سه ماهه نمونه‌برداری می‌شوند. آرکانزاس در آینده، برنامه نمونه‌برداری جمعیت‌های زیستی را برای تهیه اطلاعات شیمیایی که هم اکنون برای ارزیابی وضعیت گونه‌های آبزی انجام می‌شود را ادامه می‌دهد.

- **کالیفرنیا**

سازمان کنترل منابع ایالتی برنامه‌هایی را به منظور پایش کیفیت آب انجام می‌دهد. برنامه پایش آب‌های سطحی بر توسعه برنامه نمونه‌برداری و پایش و مستندسازی شرایط کیفی آب و ارزیابی منابع آسیب داده در حوضه‌های آبریز مورد بررسی تمرکز دارد.

برنامه پایش مواد سمی، در ارزیابی آلاینده‌های سمی خاص در محیط‌هایی با آسیب‌دیدگی مشخص یا مشکوک به آسیب‌دیدگی به‌کار می‌رود. برنامه آزمایش سمیت، اندازه‌گیری یکپارچه‌ای از سمیت را برای تعیین الگوهایی بین سمیت آب، عوامل شیمیایی موثر بر آن و تجربه‌های استفاده از زمین انجام می‌دهد.

برنامه بررسی صدف‌های ایالتی، برای تحلیل مواد سمی موجود در صدف‌های نمونه‌برداری شده در خلیج‌ها، بندرها و خورها به‌کار می‌رود. سازمان کنترل منابع ایالتی برنامه‌ای را به منظور مدیریت آلودگی منابع غیرنقطه‌ای به‌کارگرفته است تا رابطه ای بین نوع استفاده از زمین و افت کیفیت ناشی از آن در آب‌های ساحلی بیان کند.

- **دلیور**

برنامه کیفیت آب‌های سطحی دلیور شامل ایستگاه‌های ثابت و آمارگیری‌های زیستی با به‌کارگیری روش‌های ارزیابی سریع است. پایش در شبکه‌ایستگاه‌های ثابت از یک ماه تا سه ماه یک‌بار در هر حوضه انجام می‌شود. در ایالت دلیور، هم اکنون مشغول به توسعه و آزمایش پروتکل‌های جدید برای نمونه‌برداری اطلاعات زیستی هستند تا تعیین کنند که آیا شاخص‌های زیستی معینی می‌توانند به منظور پیش‌بینی اهداف مورد نظر به‌کار روند یا خیر.

- **بخش کلمبیا**

در این منطقه، هر ماه نمونه‌برداری فیزیکی و شیمیایی در ۵۶ ایستگاه ثابت در رودخانه‌های پوتوماک و آناکوستیا و شاخه‌های فرعی آنها انجام می‌دهند. در هر ایستگاه شیمی آب، چهار نمونه در سال برای تحلیل فلزات سنگین جمع‌آوری می‌شود. پایش زیستی نیز در شاخه‌های فرعی این بخش انجام می‌شود. ۲۷ منطقه، لااقل هر ۲ سال یک‌بار برای مسایل زیستی، ماهی، ریخت‌شناسی و پارامترهای کیفی آب نمونه‌برداری می‌شوند.

- **فلوریدا**

فلوریدا شبکه پایش منابع آب چند لایه‌ای را تعیین کرده است که شامل نمونه‌برداری از آب‌های سطحی و زیرزمینی برای ارزیابی آب‌های ایالتی است. لایه اول شامل سوالاتی در مقیاس منطقه و ایالت است. لایه دوم مربوط به مشخصه‌های حوضه آبریز یا پیکره آبی است. لایه سوم شامل پایش مربوط به تخلیه کننده‌های دارای مجوز و ارزیابی تعیین حداکثر بار کل روزانه[1] (TMDL) وبهترین اقدام مدیریتی (BMP) است. فلوریدار در حال توسعه روش‌های ارزیابی و شاخص‌هایی برای مزارع می‌باشد.

- **جورجیا**

سازمان حفاظت از محیط زیست جورجیا، پایش بلند مدت را در آب‌های موجود در این ایالت انجام می‌دهد. این پایش شامل شبکه‌ایستگاه‌های ثابت، پایش حوضه به صورت چرخشی، پایش بافت‌های ماهیان، مطالعات کیفی آب دریاچه، پایش ساحلی، نمونه‌برداری اجباری از تجهیزات آلوده کننده و آزمایش در مورد میزان سمیت تخلیه کننده‌ها می‌باشد.

1- Total maximum daily laod

پ.۱-۳- اروپا

- **دانمارک**

برنامه ملی پایش آب‌های ملی در این کشور، شامل ۳ برنامه پایش R1 و R2 و R3 است. برنامه پایش R1 دو هدف دارد. یکی شبکه‌ای که به مقایسه ۲۳۸ سایت نمونه‌برداری پرداخته و اطلاعات جزیی در مورد بارهای مواد مغذی و شرایط زیستی رودخانه‌هایی که از منابع مختلف، آلودگی دریافت می‌کنند (مانند جنگل و منابع طبیعی، مناطق کشاورزی و مناطق شهری) ارائه می‌دهند و دیگری ۱۳۰ سایت نمونه‌برداری در ۱۲۵ سامانه رودخانه‌ای است که برآوردی از بارهای مواد مغذی وارد بر آب‌های مناطق ساحلی دانمارک ارائه می‌دهند. بسیاری از سایت‌های نمونه‌برداری در هر دو شبکه وجود دارند و به طور کلی شبکه‌های رودخانه‌ای شامل ۲۶۱ محل نمونه‌برداری در ۲۴۰ رودخانه و ۱۲۵ سامانه رودخانه‌ای است. نمونه‌های آب دو هفته یک‌بار تا ماهی یک‌بار گرفته می‌شوند و برای تعیین متغیرهای فیزیکی و شیمیایی، مورد تحلیل قرار می‌گیرند. برنامه پایش R2 با هدف تامین اطلاعات برای کیفیت آب چشمه‌ها و نهرها بنا نهاده شده و شبکه شامل محل‌های نمونه‌برداری در ۵۸ چشمه است که ۴۵ تا از آنها در مناطق کشاورزی و ۱۲ تا در مناطق غیرکشاورزی واقع شده‌اند. نمونه‌برداری در هر سال چهار بار انجام می‌شود و نمونه‌ها برای تعیین متغیرهای فیزیکی و شیمیایی بررسی می‌شوند. برنامه پایش R3 شامل ۶ منطقه کشاورزی (با مساحت کم‌تر از ۱۵ کیلومتر مربع) است که با توجه به انواع خاک، شرایط اقلیمی و تجربه‌های کشاورزی موجود در دانمارک به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. هدف، پایش اثر کشاورزی بر نفوذ مواد مغذی به آب سطحی و لایه‌های بالای آب زیرزمینی است. در آبخیزها، کیفیت آب موجود در خاک، آب زهکشی شده، آب‌های زیرزمینی در لایه‌های بالایی و آب رودخانه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

نمونه‌برداری معمولا هر هفته یا هر دو هفته یک‌بار انجام می‌شود و بر روی متغیرهای شیمیایی و فیزیکی و همین‌طور آفت‌کش‌ها بررسی انجام می‌شود. علاوه بر آن، تجربه‌های استفاده از زمین (رشد گیاهان، استفاده از کودها و غیره) در آبخیزها هر ساله مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- **فرانسه**

شبکه آب‌های سطحی ملی (R1) براساس ۶ آژانس حوضه‌ای که تحت نظارت وزارت محیط زیست فعالیت می‌کنند بنا نهاده شده است. به عنوان یک قاعده کلی، تناوب نمونه‌برداری، فهرست اجزای آب که باید مورد تحلیل قرار گیرند و روش‌های تحلیلی که باید استفاده شود، مستقیما توسط استفاده کنندگان از اطلاعات تعیین می‌شوند.

تعداد محل‌های نمونه‌برداری ۱۰۸۲ تا است و هر سال حداقل ۸ نمونه‌برداری انجام می‌شود و ۴۷ متغیر فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری می‌شود.

- **هلند**

قسمت اصلی فعالیت‌های پایش در هلند توسط برنامه سالانه پایش آب‌های سطحی ملی انجام می‌شود. هدف از آن، شامل تحلیل مسایل فیزیکی، شیمیایی و زیستی در کیفیت آب است.

در سال ۱۹۵۵، پایش شیمیایی آب‌های داخلی در ۴ محل شروع شد. در طول سال‌های دهه ۷۰، تعداد این محل‌ها افزایش یافت، ولی در سال‌های دهه ۸۰ تعداد آنها به میزان ۱۳۰ کاهش یافت. در سال ۱۹۹۲، شبکه پایش مورد ارزیابی قرار گرفت و براساس نتایج حاصل از روابط آماری میان این محل‌ها، تعداد آنها به ۲۶ کاهش یافت و تناوب پایش افزایش پیدا کرد. علاوه بر طراحی دوباره شبکه پایش شیمیایی، در سال ۱۹۹۲ شبکه پایش زیستی آغاز به کار کرد.

شبکه پایش شیمیایی شامل ۲۶ منطقه نمونه‌برداری در آب‌های داخلی است. تقریبا ۱۲۰ متغیر اندازه‌گیری شدند و غلظت آنها در آب مورد بررسی قرار گرفت. از آن‌جا که ریزآلاینده‌های آلی و فلزات به مواد معلق اضافه می‌شوند، بعضی از این متغیرها در جامدات معلق نیز اندازه‌گیری شدند.

شبکه پایش شیمیایی شامل ۲۶ منطقه نمونه‌برداری در آب‌های داخلی است. تقریبا ۱۲۰ متغیر اندازه‌گیری شدند و غلظت آنها در آب مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که ریزآلاینده‌های آلی و فلزات به مواد معلق اضافه می‌شوند، بعضی از این متغیرها در جامدات معلق نیز اندازه‌گیری شدند.

شبکه پایش زیستی در آب‌های داخلی شامل این گروه‌ها است: ماهی‌ها، پرندگان، بی‌مهرگان بزرگ، زئوپلانکتون‌ها، فیتوپلانکتون‌ها، گیاهان (گیاهان آبی) و سموم زنده. بعضی از این متغیرها به صورت سالانه و برای بعضی متغیرهای دیگر، برنامه پایش چهار ساله وجود دارد که بستگی به سیستم آبی دارد که در هر سال مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شبکه پایش آکولارم[1]، به منظور هشدار فوری بنا نهاده شده است. براساس اطلاعات اقلیمی، این کار صورت گرفته و به استفاده کنندگان از آب، اطلاع‌رسانی می‌شود. این شبکه در سال ۱۹۷۴ آغاز به‌کار کرد و در ابتدای سال‌های ۱۹۹۰، اندازه‌گیری (نیمه) پیوسته از کیفیت آب در طول رودخانه‌های راین و موس به صورت آنلاین انجام می‌شد. از سال ۱۹۹۴، سه ایستگاه باقی ماندند (در مرز آلمان و بلژیک در طول رودخانه راین و موس در کایزرسفیر) وسایل مورد استفاده به صورت اتوماتیک و پیوسته کار می‌کردند تا هیچ اتفاقی در طول شب یا آخر هفته‌ها از قلم نیفتد. از آن‌جا که در شروع این شبکه، تنها متغیرهای کلاسیک (اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، کدورت و PH) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و از الکترودهای انتخاب کننده یون (برای کلرید، فلوئورید، سیانید) استفاده می‌شد، تعداد متغیرهای اندازه‌گیری شده، با معرفی تجهیزات جدید از قبیل تجهیزات اندازه‌گیری آنلاین فلزات (اندازه‌گیری پلاروگرافیک کادمیم، مس، سرب و روی) و تجهیزات اندازه‌گیری ریزآلاینده‌های آلی و سامانه‌های هشدار موجودات زنده افزایش یافت.

- **اتریش**

در اتریش، پایش آب‌های سطحی از سابقه‌ای طولانی برخوردار است. نقشه‌های مربوط به کیفیت رودخانه‌ها توسط وزارت فدرال کشاورزی و جنگل‌داری، تقریبا هر دو سال یک بار از سال ۱۹۶۲ منتشر می‌شد، ولی تا سال ۱۹۹۰، برنامه‌ای مشخص در سطح ملی برای پایش کیفی آب‌های سطحی وجود نداشت. در ۱۹۹۰، بر روی قانون آب‌های اتریش فدرال، اصلاحاتی جامع انجام شد و قوانین فدرال آب سنجی توسعه یافت تا تحقیقات مربوط به کیفیت آب را در بر گیرد. این قانون، پایه‌ای قانونی و اقتصادی برای بنا نهادن یک سامانه پایش کیفی آب منظم برای آب‌های زیرزمینی و آب‌های جاری است.

1- Aqualarm

قسمت‌های اصلی «لایحه پایش کیفی آب» در اتریش شامل تهیه اطلاعات به روز و جزیی در مورد آب زیرزمینی و کیفیت آب رودخانه برای تصمیم گیرندگان و جامعه است، بنابراین:

- تغییرات کیفی آب به سرعت مشخص می‌شوند.
- نواحی اصلی آلوده را می‌توان پیدا کرد و اندازه‌گیری‌های مربوط به عملیات بهبود آلودگی را به نحو موثری انجام داد.
- روند اندازه‌گیری‌های بهبود آلودگی را می‌توان توسط پایش، تحت نظر قرار داد.

سازمان‌های ایالتی، مسوول اجرای برنامه‌های پایش آب هستند (مانند انتخاب سایت‌های نمونه‌برداری، نمونه‌گیری، تحلیل نتایج و غیره). نمونه‌برداری و تحلیل، کاملا توسط پیمانکاران جز خصوصی که توسط سازمان‌های ایالتی دعوت به‌کار شده‌اند، انجام می‌شود. پیمانکاران تحت نظارت دقیقی قرار می‌گیرند تا کیفیت نمونه‌برداری و تحلیل، تضمین شده باشد.

نمونه‌گیری از آب، ۶ بار در سال انجام می‌شود (هر ۲ ماه یک‌بار). رسوبات همانند مواد زیستی هر سال یک‌بار نمونه‌برداری می‌شوند. در بعضی محل‌های نمونه‌برداری، نمونه‌ها ۱۲ بار در سال گرفته می‌شوند. این مساله با توجه به توافقات انجام گرفته در مدیریت آب‌های مرزی انجام می‌شود.

مواد مشاهده شده را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد. گروه اول شامل تمام موادی است که برای تعیین مشخصات کلی و خواص هیدروشیمیایی و حالت آنها از نظر آلودگی لازم است تعیین شود (اکسیژن، مواد مغذی، PH و غیره). مواد گروه دوم به منظور تهیه آمار سراسری اتریش مورد بررسی قرار می‌گیرند (فلزات سنگین، هیدروکربن‌ها، AOX). گروه سوم شامل مواد دارای سمیت اکولوژیکی بالا از قبیل آفت‌کش‌ها هستند. انتخاب مواد با توجه به نیازهای هر منطقه صورت گرفته و بستگی به استفاده خاص از زمین و حالت آلودگی دارد.

- **فنلاند**

فنلاند دارای چهار برنامه پایش بر روی رودخانه‌ها می‌باشد. در برنامه اول، R1، ۶۸ رودخانه در هر سال، ۴ بار مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند با این هدف که تغییرات کیفی آب و تغییرات زمانی آن را در مهم‌ترین رودخانه‌ها به‌دست آورند. هدف برنامه دوم، تعیین بارهای آلودگی غیرنقطه‌ای از مزارع، جنگل‌ها و خاک‌های دارای اسید سولفوریک و به‌دست آوردن اطلاعاتی در مورد تاثیر تغییرات اقلیمی و نفوذ اسیدها است. در این برنامه، پایش دقیقی در ۱۵ حوضه آبریز کوچک انجام می‌شود. هدف برنامه R3 تخمین جرم تخلیه شده از مناطق مربوط به فنلاند تا بالتیک است. پایش براساس نمونه‌برداری ماهانه در پایین دست ۲۹ سامانه رودخانه‌ای فنلاند که به دریای بالتیک می‌ریزند صورت می‌گیرد.

برنامه R4 مربوط به پایش رودخانه‌های مرز فنلاند و روسیه است که براساس توافق دوجانبه در سال ۱۹۶۶ انجام می‌شود. در ابتدا حتی رودخانه‌های بسیار کوچک نیز مدنظر بود. با این حال، از آن‌جا که تاثیرات ناشی از تماس انسان با محیط زیست در اکثر رودخانه‌ها، کم اهمیت است، امروزه تنها سه رودخانه و یک دریاچه در جنوب شرقی فنلاند و ۴ رودخانه در شمال فنلاند در برنامه پایش، بررسی می‌شوند.

- **ایسلند**

در سال‌های ۱۹۷۱-۱۹۷۴ آمارگیری بر روی ترکیب آب رودخانه‌ها در ۲۰ رودخانه در ایسلند غربی انجام شد. در حال حاضر، بـده به صورت مرتب و دما و هدایت الکتریکی به طور منظم در ۱۱۲ محل نمونه‌برداری در سراسر کشور اندازه‌گیری می‌شود. کـدورت در رودخانه‌های منجمد انجام می‌شود. سازمان انرژی‌های ملی، مسوول این اندازه‌گیری‌هاست. برنامه پـایش ملـی تحـت نظـارت وزارت محیط زیست در حال تاسیس است. هدف آن ارزیابی بار مواد مغذی رودخانه‌ها می‌باشد.

- **یونان**

دو برنامه پایش ملی در مورد آب‌های سطحی داخلی این کشور وجود دارد. یک برنامه (R1) از سال‌هـای اول دهـه ۸۰ در حـال اجرا است و توسط آزمایشگاه هیدرولوژی-خاک و زمین شناسی وزارت کشاورزی انجام می‌شود و برنامه دوم (R2) هم اکنون توسـط ۶ آزمایشگاه شیمی ایالتی به عنوان مسوولان این برنامه، صورت می‌گیرد.

هدف از برنامه R1، تعیین سطح آلودگی و ترکیب شیمیایی آب سطحی مـورد اسـتفاده در کـشاورزی اسـت. تحلیـل متغیرهـای فیزیکی و شیمیایی عمومی و فلزات سنگین بر روی نمونه‌هایی که هر ماه یک‌بار در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها در سراسـر یونـان گرفتـه می‌شود، انجام می‌گیرد. (تقریبا ۲۵۰ محل نمونه‌برداری)، عمدتا در ۶ سامانه رودخانه‌ای بزرگ وجود دارد.) اطلاعات جمع‌آوری شـده توسط L. S. G به بخش آب گزارش می‌شود.

۶ آزمایشگاه مسوول برنامه R2، به پایش متغیرهای فیزیکی-شیمیایی و میکروبیولوژی در آب‌هـای سـطحی و سـاحلی منـاطق خود، در چهارچوب شبکه‌های ملی پایش می‌پردازند و با مدیران EU در ارتباط هستند. این آزمایشگاه‌ها نمونه‌برداری انجام داده، روی آنها بررسی می‌کنند و اطلاعات را به وزارت محیط زیست ارائه می‌دهند. شبکه پایش در سال ۱۹۹۳ شروع بـه کـار کـرد و هنـوز در شرایط مطلوب قرار نگرفته است.

- **نروژ**

برنامه‌های پایش رودخانه‌های نروژ را می‌توان با اهداف اصلی آنها و شبکه محل‌های نمونه‌برداری نـشان داد. هـدف برنامـه R1، پایش ورودی‌های رودخانه در آب‌های ساحلی نروژ است. شبکه شامل محل‌های نمونه‌برداری در پایین دست ۱۰ رودخانه بزرگ نـروژ است، که در کل شامل نمونه‌برداری ماهانه از مواد معلق، مواد مغذی و فلزات سنگین است. برنامه‌های R2، R13، بر اسـیدی شـدن رودخانه‌ها تمرکز دارد. برنامه R2 برای تهیه اطلاعات طولانی مدت که نشان دهنده تمایل اسیدی شدن در رودخانه می‌باشد، به‌کـار گرفته شده است و براساس محل‌های نمونه‌برداری در ۲۰ رودخانه در جنوب نروژ به‌دست آورده می‌شود. برنامه R8 شـامل مطالعـات جامع در ۵ رودخانه کوچک است. برنامه L4/R9 برای تعیین حالت اسیدی و آلودگی فلزات سنگین در مرز نروژ و روسیه است.

برنامه‌های R3-R7 بر پایش سامانه‌های رودخانه‌ای خاص متمرکز شده است و حالت زیست محیطی آنها را بررسی می‌کند. (مثلا آلودگی ناشی از صنایع کاغذ در رودخانه اترا، مواد مغذی و کربن آلی در بزرگ‌ترین رودخانـه نـروژ، گلومـا، فلـزات سـنگین ناشـی از فعالیت‌های معدنی در رودخانه گائولا و رودخانه ارکلا)

پیوست ۲

اهمیت، لزوم و دلایل و استفاده‌کنندگان دستورالعمل پایش

پ.۲-۱- اهمیت تدوین دستورالعمل پایش کیفیت آب

اهمیت تدوین دستورالعمل پایش کیفی منابع آب از جنبه‌های مختلف قابل ذکر و بررسی می‌باشد که مهم‌ترین آنها موارد زیر می‌باشند:

الف- ضرورت وجود یک راهنما و دستورالعمل مدون و استاندارد برای انجام برنامه‌های پایش

در حال حاضر برای برنامه‌های مختلف پایش کیفی منابع آب سطحی جاری در کشور، عملا راهنما و دستورالعمل و راهنمای جامع و منسجمی وجود ندارد. این موضوع باعث شده است که برنامه‌های پایش عمدتا براساس دانش، تجربه و سوابق تیم پایش کننده راهبری گردد و در نتیجه نتایج به‌دست آمده نیز از الگو و ساختار واحدی تبعیت نمی‌نمایند. علاوه بر آن به علت عدم وجود یک راهنما و دستورالعمل جامع، نحوه پایش کیفیت لازم را نداشته و در برخی موارد از حداقل الزامات لازم پیروی نمی‌نمایند و علی رغم هزینه نمودن مبالغ قابل توجه، دست‌آوردهای مورد انتظار حاصل نمی‌گردد. با تهیه و انتشار یک دستورالعمل جامع و منسجم پایش کیفیت منابع آب سطحی، هر تیم پایش خواهند توانست برنامه‌ها و فعالیت‌های خود را در قالب مذکور انجام داده و از حصول به نتایج مورد انتظار در حد استانداردها و معیارهای تعریف شده اطمینان حاصل نمایند.

ب- ضرورت وجود یک راهنما برای ارزشیابی و سنجش کیفیت و نحوه انجام برنامه‌های پایش

به علت عدم وجود دستورالعمل جامع پایش کیفی منابع آب سطحی در حال حاضر، امکان قضاوت علمی، کارشناسانه و مستند در مورد برنامه‌های پایش وجود ندارد. بدین معنا که کمیته‌ها یا تیم‌های ارزشیابی و داوری متناسب با سطح دانش، تجربیات و سوابق خود، برنامه‌های پایش را کنترل و یا بر آنها نظارت می‌نمایند و نهایتا قضاوت خود را در مورد آنها ارائه می‌نمایند. با وجود یک دستورالعمل مدون و مورد تایید از طرف مراجع ذیصلاح، امکان قضاوت منطقی‌تر در مورد برنامه‌های پایش میسر گشته و امکان اعمال نظرات یا سلیقه‌های شخصی در ارزشیابی فعالیت‌ها به حداقل می‌رسد.

ج- لزوم وجود یک معیار و ضابطه در انعقاد قراردادهای پایش کیفیت آب

عدم وجود یک معیار و ضابطه مدون برای پایش کیفی منابع آب سطحی باعث شده است که به هنگام انعقاد قراردادهای پایش کیفی منابع آب مابین کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران هیچ‌گونه معیار و شاخص مستندی وجود نداشته باشد. این امر موجب شده است که نه تنها قراردادهای پایش کیفیت منابع آب سطحی از لحاظ فنی یکسان نبوده و قابل کنترل نباشد، بلکه از لحاظ هزینه انجام آزمایش‌ها هم ضابطه و استاندارد مشخص وجود نداشته باشد. به عبارت دیگر برای انعقاد قراردادها همواره مابین طرفین قراردادها اختلاف نظر وجود داشته و این اختلاف در نهایت موجب کاهش کیفیت برنامه‌های پایش می‌گردد. به همین خاطر تدوین این استاندارد و دستورالعمل از لحاظ تدوین یک ضابطه و معیار مستند برای قراردادهای پایش کیفیت منابع آب سطحی بسیار با اهمیت می‌باشند.

پ.۲-۲- لزوم و دلایل انجام پایش

لزوم و اهمیت انجام برنامه‌های پایش کیفیت منابع آب را می‌توان مترادف با لـزوم و ضـرورت برخـورداری منـابع آب از کیفیـت مشخص برای مصارف مختلف دانست. به عبارت دیگر، همان‌گونـه کـه بـرای مـصارف مختلـف آب ماننـد شـرب، نیازمنـد کیفیـت به‌خصوصی از منابع آب می‌باشد و بدون وجود کیفیت مورد نظر اختصاص آب برای شرب یا سایر مصارف امکان‌پذیر نمی‌باشد، بـدون انجام برنامه‌های پایش کیفی آب، اطلاع مستمر از کیفیت منابع آب، روند تغییرات آن، برنامه‌ریزی برای تخـصیص منـابع آب جهـت مصارف گوناگون امکان‌پذیر نمی‌باشد.

در زمان طراحی یک برنامه پایش، مدیران برنامه و سایر مراجع ذی‌صلاح می‌توانند به‌طور معقول انتظار داشته باشـند کـه برنامـه تحت پیگیری منجر به تولید اطلاعات و داده‌هایی شود که از نظر تصمیم‌گیری و مدیریت دارای ارزش باشند. نمونه‌های زیر مـواردی از نوع اطلاعاتی هستند که به‌وسیله برنامه‌های پایش تولید می‌شوند:

- چگونه کیفیت و کمیت آب در یک منبع آبی با نوع نیازهای مصرف کنندگان ارتباط دارد.
- کیفیت و کمیت آب در یک منبع آبی چگونه با استانداردهای کیفیت آب تعیین شده ارتباط دارد.
- کیفیت آبی یک منبع آبی چگونه تحت تاثیر فرایندهای طبیعی جاری در حوزه آبخیز قرار می‌گیرد.
- میزان قابلیت این منبع جهت پذیرش بار آلودگی بدون بروز هرگونه مشکل حاد تا چه حد است.
- آیا میزان تخلیه به آب در محدوده استانداردها و مقررات موجود قرار دارد؟
- میزان متناسب استراتژی‌های کنترل و مدیریت آلودگی تا چه حد بوده است؟
- روند تغییرات کیفیت آب تحت تاثیر فعالیت‌های انسان با گذشت زمان در محدوده آبخیز به چه صورت است؟
- به منظور بهبود و یا جلوگیری از کاهش کیفیت آب در آینده چه اقدامات کنترلی را باید در نظر گرفت؟
- تعیین متغیرهای زیستی یا شیمیایی جهت کنترل آب برای مصارف مختلف
- تعیین مخاطرات بهداشتی ناشی از کاهش کیفیت آب در سامانه‌های آبی
- آثار ناشی از کاهش کیفیت آب بر روی حیات گیاهی و جانوری که در نزدیکی سامانه آبی زندگی می‌کنند.

لیست تهیه شده در بالا به هیچ عنوان جامع نبوده بلکه فقط به مواردی از این دست اشاره نموده است. بـا ایـن وجـود اطلاعـات تهیه شده در برنامه پایش صرفا نبودن مواردی از انواع طراحی‌هایی است که در این زمینه باید تحقق پیدا نمایند. برخی از برنامه‌های پایش کیفیت آب به‌صورت جامع و طولانی مدت بوده و به دنبال محدوده وسیعی از اطلاعات می‌باشند. درحالی‌که برخی دیگر صـرفا یک هدف خاص را مد نظر قرار داده لذا در کوتاه مدت به انجام می‌رسند. براساس دستورالعمل آژانس حفاظت محیط زیـست آمریکـا دلایل انجام برنامه پایش شامل موارد زیر می‌باشد.

- تهیه و یا تکمیل ویژگی‌های آب رودخانه و حوضه
- مستندسازی تغییرات کیفیت آب در طول زمان
- بررسی و غربال‌سازی مشکلات کیفیت آب رودخانه‌ها
- اطمینان از مناسب بودن وضعیت آب برای آشامیدن

- آماده نمودن یک اطلاعات برای تصمیم‌گیری مدیران در خصوص رودخانه یا حوضه آبریز
- تعیین آثار فاضلاب‌های شهری، صنایع و یا فعالیت‌های ناشی از کاربری‌های مختلف در حوضه رودخانه از قبیل کشاورزی و جنگل‌داری
- ارائه مدارک رسمی به شهروندان یا سازمان‌های مختلف درباره وضعیت مدیریت منابع آب

پ.۲-۳- استفاده کنندگان دستورالعمل‌های پایش

اکثر دستورالعمل‌های صنعت آب کشور از جمله دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی برای چند گروه اصلی از استفاده کنندگان تهیه و تدوین می‌گردد. البته هر چند که افراد و گروهای دیگری نیز بر حسب مورد از این دستورالعمل‌ها استفاده می‌نمایند ولیکن استفاده کنندگان اصلی شامل گروه‌های زیر می‌باشند:

الف- ارگان‌ها و سازمان‌های متولی و مسوول کیفیت آب کشور: این سازمان‌ها و ارگان‌ها در حالت کلی مسوولیت برنامه‌ریزی، کنترل و نظارت بر کیفیت منابع سطحی کشور را عهده‌دار می‌باشند. با توجه به تشکیلات اداری – سازمانی موجود در کشور، وزارت نیرو و واحدهای تابعه مرتبط آن در شرکت مدیریت منابع آب ایران، سازمان‌های آب منطقه‌ای، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، شرکت‌های آب و فاضلاب استانی و هم‌چنین سازمان حفاظت محیط زیست با کلیه واحدهای تابعه مرتبط در سطح استان‌ها و دفتر مرکزی، در حال حاضر ۲ متولی و مسوول اصلی حفاظت و نظارت بر کیفیت منابع آب سطحی کشور می‌باشند. این سازمان‌ها به صورت مستقیم یا غیرمستقیم پایش کیفی منابع آب سطحی را انجام می‌دهند. بنابراین استفاده کنندگان رده اول این دستورالعمل کارشناسان ذیربط این دو سازمان خواهند بود.

ب- مشاوران، پیمانکاران، دانشگاه‌ها، و یا سازمان‌های غیردولتی که به نحوی پایش و اندازه‌گیری کیفیت آب‌های سطحی را انجام می‌دهند. نهادها و مجموعه ذکر شده معمولا از طریق قراردادهای مختلف با سازمان‌ها و ارگان‌های ذکر شده در بند اول، به صورت عملی تدوین و انجام برنامه‌های پایش کیفیت منابع سطحی را برعهده دارند. حال آنکه در حال حاضر هیچ دستورالعمل مصوبی برای این منظور وجود ندارد. بنابراین یکی دیگر از استفاده کنندگان اصلی این دستورالعمل، مجموعه‌های ذکر شده خواهند بود.

ج- سازمان‌ها یا نهادهایی که به نحوی مسوولیت نظارت بر فعالیت‌های مورد نظر این دستورالعمل یا تخصیص اعتبار برای آن را برعهده‌دارند. این‌گونه سازمان‌ها عمدتا شامل واحدهای ذیربط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور و سازمان بازرسی کل کشور و حسب مورد شرکت‌ها و موسسات بازرسی و نظارتی خواهند بود. این‌گونه سازمان‌ها و ارگان‌ها یا شرکت‌ها با استفاده از این دستورالعمل مصوب می‌توانند در هنگام بودجه‌بندی، تخصیص اعتبارات و نظارت و کنترل قراردادها و وظایف سازمان‌های متولی با دید روشن‌تر و کارشناسانه‌تری اقدام نمایند.

علاوه بر سه گروه استفاده کنندگان اصلی مورد اشاره، از سایر استفاده کنندگان از این دستورالعمل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کلیه اساتید و دانشجویان گرایش‌های مختلف منابع آب و محیط زیست.
- کارشناسان مختلف در رشته‌های منابع آب، محیط زیست، آلودگی، کشاورزی، صنایع و معادن، عمران آب و سایر رشته‌های مرتبط.

- کلیه سازمان‌های غیردولتی که با توجه به ماهیت فعالیت خود علاقه‌مندی پایش و سنجش مستمر یـا مـوردی کیفیـت منابع آب سطحی می‌باشند.

براساس دستورالعمل آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا استفاده کنندگان از برنامه پایش می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- تجزیه و تحلیل کنندگان آب در منطقه یا کشور
- زیست‌شناس‌ها و ماهی‌شناسان و سازمان‌های شیلاتی
- دانشگاه‌ها و معلمان مدارس
- مسوولین و کارشناسان پارک‌ها و مراکز تفریحی موجود در منطقه حوضه آبریز
- آژانس‌های برنامه‌ریزی و طراحی کننده در حوضه آبریز
- سازمان‌های بهداشت منطقه‌ای یا کشور
- سازمان‌های حفاظت از آب و خاک
- سازمان‌های ملی محیط زیست، زمین‌شناسی، نقشه‌برداری و غیره

پیوست ۳

ویژگی‌ها و شاخص‌های حساسیت منطقه‌ای

جدول پ. ۳-۱-: ویژگی‌های کلی حوضه‌های آبریز اصلی کشور [۱۱ و ۱۲]

حوضه (منطقه) آبریز	مساحت کیلومتر مربع	متوسط بارندگی (میلی متر)	نام رودخانه‌های مهم	تعداد ایستگاه‌های هیدرومتری	ارتفاع حوضه (متر از سطح دریا)		استان‌های واقع در حوضه	نام شهرهای بزرگ	تعداد شهرها	جمعیت	تراکم جمعیت	تعداد شهرک‌های صنعتی	اراضی زراعی (درصد نسبت به مساحت حوضه)
					حداکثر	حداقل							
شمال	۱۰۸۵۸۴	۵۹۹	سفیدرود، چالوس، تجن، گرگانرود، هراز، ارس	۲۳۹	۵۶۷۱	۲۶-	گیلان، مازندران، گلستان، زنجان، آذربایجان شرقی،	رشت، زنجان، ساری، گرگان	۱۰۳	۳۲۳۰۲۳۸	۲۹/۶۶	۶	۹/۱
آذربایجان	۹۰۴۲۷	۳۹۹	ارس، زرینه رود، سیمینه رود، آجی چای	۱۶۹	۴۸۱۱	۴۰	آذربایجان شرقی و غربی، کردستان،	تبریز، ارومیه، اربدهل	۶۵	۳۵۳۴۴۲۴	۳۹/۰۱	۷	۷/۲
خوزستان و غرب	۱۹۸۳۱۶	۵۴۵	کارون، دز، کرخه، سیروان، جراحی، زهره، زاب	۲۵۲	۴۴۰۹	صفر	ایلام، کردستان، کرمانشاه، خوزستان، بوشهر، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، آذربایجان	اهواز، کرمانشاه، سنندج، بوشهر، شهرکرد، یاسوج، ایلام	۱۰۸	۶۰۸۶۹۵۱	۳۰/۶۹	۱۵	۶/۶
فارس و هرمزگان	۱۹۰۱۷۱	۲۷۸	مند، کل، کر	۱۱۶	۳۹۴۳	صفر	فارس و هرمزگان	بندرعباس و شیراز	۶۴	۲۱۹۲۳۲۲	۱۱/۵۲	۶	۳/۹
کرمان و سیستان و بلوچستان	۴۹۶۷۱۶	۱۳۲	سرباز، هلیل رود، بمپور، هیرمند	۸۱	۴۴۶۵	صفر	سیستان و بلوچستان، کرمان، خراسان جنوبی، یزد، هرمزگان	زاهدان، چاه بهار، زابل،	۵۴	۱۳۶۶۹۶۳	۲/۷۵	۱۲	۱/۱
اصفهان و یزد	۹۳۳۴۷	۱۵۲	زاینده رود، درانجیر	۲۳	۴۰۷۵	۷۹۰	اصفهان، یزد و چهارمحال و بختیاری	اصفهان، یزد	۵۸	۲۸۹۴۸۸۲	۳۱	۱۳	۳/۵
تهران و مرکزی	۹۲۵۵۳	۲۸۷	جاجرود، کردان، خررود، کرج، قم رود	۱۴۵	۴۳۷۵	۷۵۰	تهران، قزوین، قم، مرکزی، ساوه، همدان	تهران، قزوین، قم، اراک، ساوه،	۶۷	۱۱۱۱۹۰۳۵	۱۲۰/۱	۹	۸/۴
خراسان	۳۳۳۷۸۵	۱۹۷	کشف رود، هریرود، قره قوم، اترک	۱۲۰	۴۰۲۲	۲۶	خراسان شمالی، خراسان رضوی	مشهد، بجنورد	۶۵	۳۹۰۹۹۰۵	۱۱/۷	۱۶	۲/۹

جدول پ. ۳-۲- شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور [۱۱ و ۱۲]

حوضه (منطقه) آبریز	سرانه آب در دسترس M3	مصارف آب					پتانسیل تهدید آلودگی (فاضلاب و پساب)			کیفیت پتانسیل آبی			ارزش حیاتی منابع آب (مصرف آب شرب)			شاخص حساسیت *		
		میزان کل MCM	آبزی پروری (درصد)	صنعت (درصد)	شرب (درصد)	کشاورزی (درصد)	خانگی (درصد)	کشاورزی (درصد)	صنعتی (درصد)	جمع کل MCM	آب شیرین (درصد)	آب لب شور و شور (درصد)	میزان حجم کل MCM	منابع زیر زمینی (درصد)	آب سطحی (درصد)	میزان کل (MCM)	پایین	متوسط	بالا	بسیار بالا
شمال	۳۵۶۵	۱۰۹۲۷	۲/۳	۰/۲	۴/۲	۹۳/۳	۸/۵	۹۱/۱	۰/۴	۲۸۶۸	۹۹/۸	۰/۲	۳۳۵۳۱	۹۳/۷	۶/۳	۴۴۹	۱	۴		
آذربایجان	۲۲۵۲	۷۹۶۳	۰/۲	۰/۳	۴/۸	۹۴/۷	۵/۰	۹۴/۵	۰/۵	۳۰۲۵	۹۶/۸	۳/۲	۱۵۱۷۹	۹۲/۰	۸/۰	۳۷۷		۱	۱	
خوزستان و غرب	۳۸۱۰	۱۸۳۴۷	۰/۶	۰/۶	۴/۵	۹۴/۳	۶/۹	۹۲/۰	۱/۱	۵۶۷۱	۹۳/۷	۶/۳	۲۵۸۷۷۱	۶۹/۱	۳۰/۹	۸۲۰	۳	۲	۱	
فارس و هرمزگان	۳۹۵۱	۸۶۶۰	۰/۱	۰/۴	۳/۶	۹۵/۹	۴/۸	۹۵/۱	۰/۱	۳۰۴۲	۹۴/۲	۵/۸	۲۱۵۰۴	۸۰/۵	۱۹/۵	۳۰۹	۳	۱		
کرمان و سیستان و بلوچستان	۵۲۰۷	۷۰۰۸	۰/۲	۰/۲	۲/۳	۹۷/۳	۳/۷	۹۶/۱	۰/۲	۲۳۰۳	۱۰۰	—	۱۰۳۷۵	۹۰/۰	۱۰/۰	۱۶۲	۳	۲		
اصفهان و یزد	۱۹۳۳	۵۵۲۷	۰/۱	۲/۹	۵/۷	۹۱/۳	۷/۸	۸۸/۰	۴/۲	۱۹۵۹	۹۹/۴	۰/۶	۷۷۱۷	۴۸/۹	۵۱/۱	۳۱۱		۱	۱	
تهران و مرکزی	۹۵۹	۱۰۹۱۰	۰/۲	۲/۸	۱۱/۷	۸۵/۳	۲۱/۸	۷۴/۰	۴/۲	۴۳۷۹	۹۹/۹	۰/۱	۶۶۲۵	۵۲/۹	۴۷/۱	۱۲۷۱				۱
خراسان	۲۵۳۷	۱۱۲۶۶	۰/۲	۰/۳	۴/۰	۹۵/۵	۵/۶	۹۳/۹	۰/۵	۴۰۹۴	۹۹/۸	۰/۲	۶۷۰۵	۵۲/۲	۷/۸	۳۹۹	۱	۲	۲	

جدول پ. ۳-۳ - طبقه‌بندی معیارها و عوامل استفاده شده در تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش در حوضه‌های کشور ایران

طبقه‌بندی	تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع)	اراضی قابل کشت (درصد نسبت به مساحت حوضه)	پتانسیل تهدید آلودگی خانگی (درصد)	پتانسیل تهدید آلودگی کشاورزی (درصد)	پتانسیل تهدید آلودگی صنعتی (درصد)	اهمیت آب سطحی در تامین آب شرب	شاخص حساسیت
ناچیز	< ۴/۹۹	< ۱/۹۹	< ۴/۹۹	۷۰ تا ۷۵/۹۹	صفر تا ۰/۹۹	صفر تا ۹/۹۹	صفر تا ۰/۹۹
کم	۵ تا ۱۹/۹۹	۲ تا ۳/۹۹	۵ تا ۹/۹۹	۷۶ تا ۸۱/۹۹	۱ تا ۱/۹۹	۱۰ تا ۱۹/۹۹	۱ تا ۱/۹۹
متوسط	۲۰ تا ۳۴/۹۹	۴ تا ۵/۹۹	۱۰ تا ۱۴/۹۹	۸۲ تا ۸۷/۹۹	۲ تا ۲/۹۹	۲۰ تا ۲۹/۹۹	۲ تا ۲/۹۹
زیاد	۳۵ تا ۴۹/۹۹	۶ تا ۷/۹۹	۱۵تا ۱۹/۹۹	۸۸ تا ۹۳/۹۹	۳ تا ۳/۹۹	۳۰ تا ۳۹/۹۹	۳۰ تا ۳۹/۹۹
بسیار زیاد	> ۵۰	۸ تا ۱۰	۲۰ تا ۲۵	۹۴ تا ۱۰۰	۴ تا ۵	۴۰ تا ۵۰	۴ تا ۵

توجه– اطلاعات این جدول براساس جداول پ.۳-۱ و پ.۳-۲ محاسبه شده است.

جدول پ.۳-۴- ویژگی‌ها، شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور و تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش

حوضه (منطقه) آبریز	شاخص جمعیت	شاخص اراضی زراعی	شاخص صنعتی	پتانسیل تهدید آلودگی (فاضلاب و پساب)			اهمیت آب سطحی در تامین آب شرب	شاخص حساسیت	عوامل			میزان اهمیت	تواتر پایش پارامترها مرتبط	تراکم ایستگاه‌ها
				خانگی (درصد)	کشاورزی (درصد)	صنعتی (درصد)								
آذربایجان	زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار زیاد	ناچیز	ناچیز	متوسط	آلاینده ها ی آب‌های سطحی	فاضلاب‌های انسانی		متوسط	متوسط	متوسط
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری		زیاد	زیاد	
										پساب‌های صنعتی و معدنی		متوسط	متوسط	
									مصارف	آبزی پروری		کم	کم	
										صنعت و معدن		متوسط	متوسط	
										کشاورزی		زیاد	زیاد	
										حساسیت شرب		کم	کم	
شمال	متوسط	بسیار زیاد	کم	کم	زیاد	ناچیز	ناچیز	کم	آلاینده ها ی آب‌های سطحی	فاضلاب‌های انسانی		متوسط	متوسط	متوسط
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری		زیاد	زیاد	
										پساب‌های صنعتی و معدنی		متوسط	متوسط	
									مصارف	آبزی پروری		زیاد	زیاد	
										صنعت و معدن		کم	کم	
										کشاورزی		زیاد	زیاد	
										حساسیت شرب		کم	کم	

توجه – اطلاعات این جدول براساس جداول (پ.۳-۱) و (پ.۳-۲) محاسبه شده است.

ادامه جدول پ. ۳-۴- ویژگی‌ها، شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور و تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش

حوضه (منطقه) آبریز	شاخص جمعیت	شاخص اراضی زراعی	شاخص صنعتی	پتانسیل تهدید آلودگی (فاضلاب و پساب)			اهمیت آب سطحی در تامین آب شرب	شاخص حساسیت	عوامل		میزان اهمیت	تواتر پایش پارامترها مرتبط	تراکم ایستگاه‌ها
				صنعتی (درصد)	کشاورزی (درصد)	خانگی (درصد)							
خوزستان و غرب	متوسط	زیاد	متوسط	کم	زیاد	کم	زیاد	کم	مصارف	حساسیت شرب	زیاد	زیاد	متوسط
										کشاورزی	زیاد	زیاد	
										صنعت و معدن	متوسط	متوسط	
										آبزی پروری	کم	کم	
									آلاینده ها ی آب‌های سطحی	پساب‌های صنعتی و معدنی	کم	کم	
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری	زیاد	زیاد	
										فاضلاب‌های انسانی	زیاد	زیاد	
فارس و هرمزگان	کم	کم	متوسط	ناچیز	بسیار زیاد	ناچیز	کم	کم	مصارف	حساسیت شرب	کم	کم	متوسط
										کشاورزی	زیاد	زیاد	
										صنعت و معدن	متوسط	متوسط	
										آبزی پروری	کم	کم	
									آلاینده ها ی آب‌های سطحی	پساب‌های صنعتی و معدنی	کم	کم	
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری	زیاد	زیاد	
										فاضلاب‌های انسانی	متوسط	متوسط	

ادامه جدول پ. ۳-۴- ویژگی‌ها، شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور و تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش

حوضه (منطقه) آبریز	شاخص جمعیت	شاخص اراضی زراعی	شاخص صنعتی	پتانسیل تهدید آلودگی (فاضلاب و پساب)			اهمیت آب سطحی در تامین آب شرب	شاخص حساسیت	عوامل		میزان اهمیت	تواتر پایش پارامترها مرتبط	تراکم ایستگاه‌ها
				صنعتی (درصد)	کشاورزی (درصد)	خانگی (درصد)							
کرمان و سیستان و بلوچستان	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ناچیز	خیلی زیاد	ناچیز	متوسط	کم	مصارف	حساسیت شرب	متوسط	متوسط	کم
										کشاورزی	کم	کم	
										صنعت و معدن	کم	کم	
										آبزی پروری	کم	کم	
									آلاینده ها ی آب‌های سطحی	پساب‌های صنعتی و معدنی	کم	کم	
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری	زیاد	زیاد	
										فاضلاب‌های انسانی	کم	کم	
اصفهان و یزد	متوسط	کم	زیاد	کم	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	مصارف	حساسیت شرب	زیاد	زیاد	زیاد
										کشاورزی	متوسط	متوسط	
										صنعت و معدن	متوسط	متوسط	
										آبزی پروری	کم	کم	
									آلاینده ها ی آب‌های سطحی	پساب‌های صنعتی و معدنی	زیاد	زیاد	
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری	زیاد	زیاد	
										فاضلاب‌های انسانی	زیاد	زیاد	

ادامه جدول پ. ۳-۴- ویژگی‌ها، شاخص‌ها و حساسیت حوضه‌های آبریز اصلی کشور و تعیین اهمیت، تواتر و تراکم ایستگاه‌های پایش

حوضه (منطقه) آبریز	شاخص جمعیت	شاخص اراضی زراعی	شاخص صنعتی	پتانسیل تهدید آلودگی (فاضلاب و پساب)			اهمیت آب سطحی در تامین آب شرب	شاخص حساسیت	عوامل		میزان اهمیت	تواتر پایش پارامترها مرتبط	تراکم ایستگاه‌ها
				صنعتی (درصد)	کشاورزی (درصد)	خانگی (درصد)							
خراسان	کم	کم	متوسط	ناچیز	زیاد	کم	ناچیز	متوسط	آلاینده ها ی آب‌های سطحی	فاضلاب‌های انسانی	کم	کم	کم
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری	زیاد	زیاد	
										پساب‌های صنعتی و معدنی	کم	کم	
									مصارف	آبزی پروری	متوسط	کم	
										صنعت و معدن	زیاد	زیاد	
										کشاورزی	زیاد	زیاد	
										حساسیت شرب	کم	کم	
تهران و مرکزی	خیلی زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	ناچیز	خیلی زیاد	خیلی زیاد	بسیار زیاد	آلاینده ها ی آب‌های سطحی	فاضلاب‌های انسانی	زیاد	زیاد	زیاد
										زه آب‌های کشاورزی و دامپروری	کم	کم	
										پساب‌های صنعتی و معدنی	زیاد	زیاد	
									مصارف	آبزی پروری	کم	کم	
										صنعت و معدن	زیاد	زیاد	
										کشاورزی	زیاد	زیاد	
										حساسیت شرب	زیاد	زیاد	

پیوست ۴

پارامترهای کیفیت آب

پ.۴-۱- پارامترهای کیفیت آب

کیفیت آب توسط متخصصین مربوط و براساس تعیین تغییرات مواد شیمیایی مشخص می‌شود. در بیش‌تر موارد نوع آب مورد سنجش در محاسبه کیفیت آب مشخص کننده پارامترهای مورد اندازه‌گیری توسط متخصص است. به عنوان مثال در آب آشامیدنی بعد از انجام عمل تصفیه میزان صفر کلر از اهمیت زیادی برخوردار بوده درحالی‌که در آب‌های جاری اندازه‌گیری این پارامتر چندان مهم نیست. این بخش به بررسی برخی از پارامترهای مهم در مبحث آب‌های آشامیدی هرز آب و آب‌های جاری می‌پردازند.

اطلاعات مربوط به هر کدام از پارامترهای مورد نیاز جهت پایش در لیست منابع و مراجع و به شماره‌های اطلاعاتی [۱۰]، [۱۴]، [۱۵]، [۱۷]، [۱۸] و [۱۹] قابل دسترس می‌باشد.

جدول پ. ۴-۱- راهنمای انتخاب متغیرهای (شاخص‌های) کیفیت آب با توجه به نوع کاربری [۱۴]

نام متغیر	پایه پایش	حیات آبزیان و پرورش آبزیان	منابع آب آشامیدنی	توریستی و درمانی	کشاورزی	دامپروری
دما	۳	۳		۱		
رنگ	۲		۲	۲		
بو			۲	۲		
مواد معلق	۳	۳	۳	۳		
کدورت	۱	۲	۲	۲		
هدایت الکتریکی	۳	۱	۱		۱	
کل مواد محلول		۱	۱		۳	۱
pH	۳	۲	۱	۱	۲	
اکسیژن محلول	۳	۳	۱		۱	
سختی		۱	۲			
کلروفیل **a**	۱	۲	۲	۲		
آمونیاک	۱	۲	۱			
نیترات/ نیتریت	۲	۱	۳			۲
فسفات	۲					
کل مواد آلی	۲		۱	۱		
اکسیژن خواهی شیمیایی	۲	۲				
اکسیژن خواهی بیوشیمیایی	۳	۳	۲			
سدیم	۱		۱		۳	
پتاسیم	۱					
کلسیم	۱				۱	۱
منیزیم	۲		۱			
کلرید	۲		۱		۳	
سولفات	۱		۱			۱
فلورید			۲		۱	۱
برن					۲	۱
سیانید		۱	۱			
فلزات سنگین		۲	۳		۱	۱
ارسنیک / سلنیم		۲	۲		۱	۱
روغن و ترکیبات هیدروکربن		۱	۲	۲	۱	۱
حلال‌های آلی		۱	۳			۱
فنل		۱	۲			۱
آفت‌کش‌ها		۲	۲			۱
دترجنت‌ها		۱	۱	۱		۱
کلی‌فرم کشنده			۳	۳	۳	
کلی‌فرم کل			۳	۳	۱	
انگل‌ها			۳	۳	۱	۲

- ۱تا ۳ درجه اهمیت کم تا زیاد جهت اندازه‌گیری در برنامه پایش

پیوست ۵

انواع ایستگاه‌های پایش و ایستگاه‌های خودکار

پ.۵-۱- انواع ایستگاه‌های پایش

با توجه به تقسیم‌بندی شبکه‌های پایش براساس اهداف طرح، می‌توان مجموعه‌ای از ایستگاه‌ها را با اهداف دامنه عملکرد مختلف و مشخص در شبکه تعریف نمود که انتخاب آنها به نوع اطلاعاتی که تولید می‌کنند، بستگی دارد. تعاریف انواع ایستگاه‌های پایش در زیر ارائه شده است.

الف- ایستگاه‌های قانونی[1] که داده‌هایی را در راستای ارضا تعهدات و مقررات قانونی در سطح ملی (مثلا کنترل آب خام جهت مصارف شرب) یا بین‌المللی (مثلا توافق بر کنترل کیفیت آب‌های مرزی) تامین می‌کنند.

ب- ایستگاه‌های مبنا[2] که با هدف تعیین رفتار حوزه‌ها در غیاب فعالیت‌های انسانی (در حد ممکن) ایجاد می‌شوند.

ج- ایستگاه‌های مرزی[3] که با هدف تعیین ویژگی‌های شار (بار حجمی) عبوری از مرزهای قانونی (مثلا بین کشورها یا استان‌ها) یا بین محیط‌های آبی (مثلا از رودخانه به دریاچه و اقیانوس یا از جریان سطحی به منابع زیرزمینی) تاسیس می‌شوند.

د- ایستگاه‌های تعیین آثار[4] که با هدف کنترل آثار فعالیت‌های انسانی در مورد منابع آلاینده تعریف شده است.

هـ- ایستگاه‌های معرف[5] که برای تهیه خلاصه اطلاعات در محدوده‌های بزرگ‌تر و معمولا با سابقه داده‌ای درازمدت ایجاد می‌شوند.

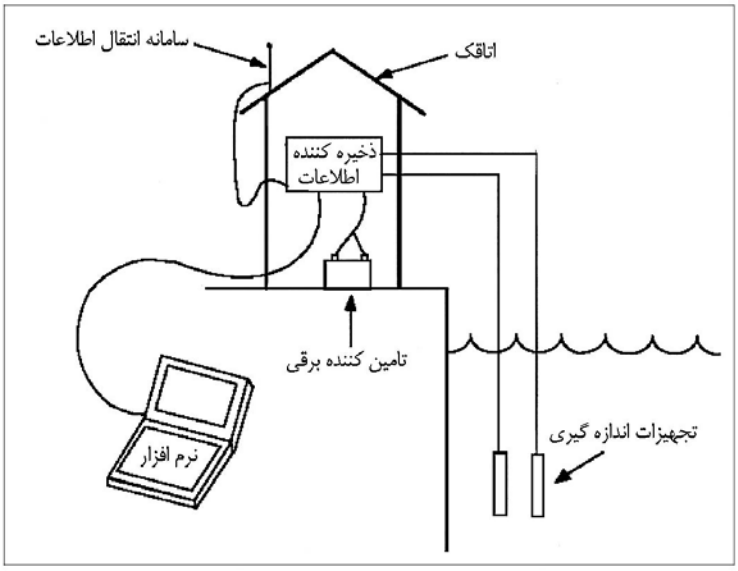
و- ایستگاه‌های عملیاتی[6] که برای مدیریت روزانه کیفیت آب توسط سازمان‌های محلی، منطقه‌ای یا ملی نصب شده است.

ز- ایستگاه‌های تحقیقاتی[7] که در طول پروژه‌های علمی و تحقیقاتی نصب و بهره‌برداری می‌شوند.

پ.۵-۲- ایستگاه‌های خودکار

پایش خودکار کیفیت آب، بایگانی الکترونیکی پیوسته‌ای را از شرایط کیفیت آب در منابع آب زیرزمینی و سطحی ایجاد می‌نماید. شمای کلی یک سامانه پایش خودکار در شکل پ. ۵-۱ نشان داده شده است.

1- Statutory
2- Bench mark
3- Boundary
4 - Impact assessment
5 -Representative
6- Operational
7- Research



شکل پ. ۵-۱- نمای کلی از ایستگاه‌های پایش خودکار

چالش اصلی در ار تباط با نصب و راهبری تجهیزات پایش خودکار کیفیت منابع آب، جمع‌آوری داده و اطلاعاتی است که با ثبات لازم شرایط محیطی را ترسیم و گزارش نماید. مسلما پایش خودکار برای تمام موقعیت‌ها مناسب نیست و انتخاب این روش باید براساس اهداف مشخص پایش، منابع موجود و انتخاب موقعیت‌های مناسب صورت گیرد. به طور کلی روش‌های پایش خودکار در موارد ذیل نسبت به سامانه‌های برداشت دستی دارای مزیت هستند:

- تغییرات شدید کیفیت آب در مقیاس‌های زمانی ساعتی یا روزانه
- تغییر شرایط کیفی منابع آب در اثر وقوع پدیده‌های ناپایدار و زودگذر
- عدم امکان نمونه‌برداری دستی یا مشکلات موجود در حفظ تناوب مورد نیاز با توجه به موقعیت نمونه‌برداری
- لزوم شناسایی شرایط حدی به‌خصوص در طول ساعات شب

در انتخاب و خرید اجزا و تجهیزات سامانه پایش خودکار موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- پارامترهای اندازه‌گیری
- بازه کاری هر دستگاه پیش از نیاز به واسنجی[1] مجدد.
- بازه نگهداری هر دستگاه پیش از نیاز به تعمیر
- محیط نصب و راهبری
- منبع انرژی سامانه
- نحوه دریافت و ویرایش داده‌ها
- گزینه‌های موجود در محل برای جاگذاری تجهیزات و احداث اتاقک

1- Calibration

- راهبران سامانه و درجه آموزش مورد نیاز
- با توجه به گستردگی تجهیزات در زمینه ایستگاه‌های پایش خودکار، لازم است به سازگاری سامانه‌های مختلف و یکپارچکی عملکرد آنها در کل سامانه توجه شود. به‌این دلیل معمولا خرید تجهیزات به صورت یک جا توصیه می‌شود.

معیارهای انتخاب پارامترهای اندازه‌گیری نیز در ایستگاه‌های پایش خودکار منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار هستند. در این زمینه لازم است مطالعات زیر باید با دقت نظر خاصی صورت گیرد:

- شاخص‌هایی که فرایندهای منابع آب را به خوبی ارائه نمایند.
- پارامترهایی که به شوک‌های محیطی سریعا پاسخ دهند.
- پارامترهایی که مشخصا و مستقیما در راستای اهداف برنامه پایش قرار داشته باشند.

کیفیت داده‌هایی که از طریق تجهیزات پایش خودکار منابع آب تولید می‌شود، به روش‌هایی که برای راهبری و نگهداری تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد، وابسته است. در مورد هر ایستگاه باید مدارک و استانداردهای لازم تهیه شود و در هر مورد بازدید از محل، جزییات لازم ثبت گردد. واسنجی تجهیزات در محل از اهمیت خاصی برخوردار است. برای هر دستگاه باید تاریخ واسنجی و نیز تاریخ واسنجی بعدی مشخص گردد. دوره‌های بازدید و تعمیرات نیز باید مشخص باشد و در کاربرگ‌های استاندارد ثبت گردد. کنترل پیوسته و متناوب داده‌های ارسال شده از ایستگاه و انجام آزمایش‌های کنترلی در محل، می‌تواند پیوستگی در اطلاعات و یکنواختی در مقیاس‌های اندازه‌گیری را تضمین نماید.

استفاده از نمونه‌برداری‌های دستی برای تصدیق داده‌های سامانه‌های خودکار به عواملی مانند زیر وابسته است:

- قدمت ایستگاه‌ها: در ابتدای تجهیز ایستگاه تناوب بیش‌تری مورد توجه قرار می‌گیرد و در صورت مشاهده ثبات و یکنواختی در داده‌ها می‌توان تناوب کم‌تری را مورد استفاده قرار داد (سه روز در هفته اول و سپس تدریجا به صورت ماهانه)
- تغییرپذیری آبراهه: در شرایطی که تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری در طول زمان بیش‌تر باشد،
- برای تصدیق نتایج (در دامنه تغییرات گسترده‌تر) نیاز به نمونه‌برداری‌های متناوب‌تری هست. در شرایطی که تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری در طول زمان بیش‌تر باشد، برای تصدیق نتایج (در دامنه تغییرات گسترده‌تر) نیاز به نمونه‌برداری‌های متناوب‌تری هست.
- دستیابی به اهداف کیفیت داده‌ها: درصورتی‌که میزان کیفیت مورد انتظار داده‌ها تامین نشده باشد، نمونه‌برداری کنترلی با تناوب بیش‌تری لازم است. بدین ترتیب پیشنهاد تناوب ثابتی برای انجام نمونه‌برداری‌های کنترلی ممکن نیست، هرچند حداقل یک‌ماهه برای این منظور پیشنهاد می‌شود که با توجه به نتایج و شرایط واقعی هر ایستگاه باید بازنگری و اصلاح شود.

در انتخاب محل ایستگاه تمامی پارامترهایی که در زیر مطرح شده است باید مد نظر قرار گیرد و در شرایط مختلف جریان ارزیابی شود. فرایند انتخاب محل ایستگاه، ارزیابی رفتار جریان را نیز شامل می‌شود که در آن پایداری آبراه، منابع اغتشاش، عمق آب، حفاظت از نیروهای طبیعی یا خرابه‌کاری، دسترسی، ایمنی و در معرض نور خورشید بودن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

براساس اهداف برنامه پایش، ایستگاه‌های پایش خودکار ممکن است در بخش‌های مختلفی از آبراهه‌ها با شرایط ریخت‌شناسی متفاوت جانمایی شوند. این شرایط با مشخص نمودن پایداری آبراه و رفتار ستون آب، ملاحظات مختلفی را برای انتخاب تجهیزات و حفاظت از آنها ارائه شده‌اند. با توجه به این موارد انتخاب محل مناسبی ضروری است. نصب تجهیزات و حس‌گرها با توجه به پایداری کف و دیواره‌ها و عدم وجود رسوبات و مواد معلق مزاحم و نیز فاصله مناسب از منابع تولید حباب (مانند صخره‌ها، قلوه‌سنگ‌ها، شمع‌ها و پایه‌های پل‌ها، سرریزها با شاخ و برگ‌های بزرگ شناور) صورت می‌گیرد. مناطقی که جریان لایه‌ای در آن وجود دارد برای اطمینان از مقادیر خوانده شده مطلوب‌تر هستند هرچند انتخاب چنین محدوده‌هایی همیشه امکان‌پذیر نیست. در هر صورت با توجه به اغتشاش ناشی از سرعت‌های زیاد جریان در لایه‌های مختلف، لازم است تجهیزات در محل‌هایی نصب و جانمایی شوند که سرعت آب عموما کم‌تر از ۱ متر بر ثانیه باشد و ترجیحا به صورت طبیعی از اغتشاشات شدید محافظت شده باشد.

حفظ عمق آب در حدی که برای خواندن صحیح کافی باشد، نیز اهمیت دارد. بنابراین مشخص بودن الگوی فصلی جریان، مشخصات سازنده تجهیزات و در دسترس بودن باید برای تعیین عمق نصب در نظر باشد. درصورتی‌که مشاهده صحرایی در این زمینه ممکن نباشد، باید تخمین محافظه کارانه‌ای با استفاده از پروفیل‌های طولی آبراهه صورت گیرد. مذاکره با افراد محلی نیز در برآورد مقادیر افت سطح آب مفید خواهد بود.

برنامه‌ریزی برای ایستگاه پایش باید با هدف در بر داشتن جریان حداقل تابستانی و مقادیر حدی بده طراحی شود، هرچند براساس گزینه‌های مکانی حس‌گرها، تمامی برنامه نمی‌توانند در طی دوره کم آبی یا زمستان دوام بیاورند. در چنین مواردی نمونه‌برداری ناپیوسته با گزینه‌های مختلف برای جانمایی حس‌گرها در دوره‌های کم آبی در تابستان یا شرایط زمستانی مورد توجه قرار می‌گیرد پس از انتخاب محل ایستگاه و موقعیت نصب حس‌گرها، روش نصب نیز باید مشخص گردد. روش‌های نصب تجهیزات به دو صورت در میانه و در کناره آبراهه وجود دارند. در مواردی که حس‌گر در میانه آبراهه نصب می‌شود، باید حفاظت آن در مقابل تخریب مورد توجه قرار گرفته و نیز وظایف آن در رودخانه را بتوان مشاهده نمود. روش کلی شامل نصب بر صفحه کف، استفاده از لوله نصب، نصب بر روی نبشی آهنی و نصب سطحی به صورت شناور وجود دارد.

دو نوع نمونه‌بردار خودکار در کناره‌های آبراهه قابل استفاده هستند؛ ثقلی و پمپی. سامانه‌های آب را از آبراهه به یک محفظه نمونه انتقال می‌دهد و در آخر نیز آب را به صورت ثقلی به آبراهه تخلیه می‌کند. شلنگ‌های ورودی باید به صورت ثقلی عمل کنند و سیفونی نباشند. ممکن است برای نصب آبگیر، احتیاج به حفر یک ترانشه باشد. در ارتفاع‌های بیش از ۵ متر باید از کاهش فشار استفاده نمود.

برای برداشت نمونه از پمپ استفاده کرده و سپس جریان سامانه‌های پمپی خروجی را به صورت ثقلی به آبراهه تخلیه کرد. این نوع سامانه‌ها به یک منبع انرژی قابل اعتماد نیاز دارند و عموما به نگهداری و تعمیرات بیش‌تری نیاز دارند.

با توجه به فاصله موجود از نقطه نمونه‌برداری تا اندازه‌گیری در سامانه‌هایی که در کنار آبراهه نصب می‌شوند، واسنجی سامانه از ملزومات اصلی است. با توجه به تغییرات احتمالی در طول مسیر انتقال، اندازه‌گیری پارامترهایی مانند اکسیژن محلول در این سامانه‌ها قابل اعتماد نیست. آبگیر این سامانه‌ها باید به صورت دهانه‌ای با سطح زیاد و با توری آشغالگیر مناسب طراحی گردد و در محل به صورت مناسبی مستحکم شود. جلوگیری از یخزدگی در این سامانه‌ها از اهمیت برخوردار است و بنابراین مستغرق بودن دهانه آبگیر و شلنگ‌ها در طول سال، مصرف حداقل فلز در محفظه نمونه و عایق کاری آن باید مورد توجه باشد. به طور کلی استفاده از این

سامانه‌ها فقط در شرایطی که نصب سامانه‌های گروه اول (داخل آبراهه) ممکن نباشد، توصیه می‌شود. به هر حال جهت کاربرد احتمالی این قبیل تجهیزات، موارد زیر از اهمیت فراوان برخور دار می‌باشد:

- حساسیت بسیار بالا و قیمت بسیار زیاد دستگاه‌های مزبور و مساله حفاظت و نگهداری و بهره‌برداری این قبیل تجهیزات
- عدم تغییرات شدید و گسترده عوامل و پارامترهای شیمیایی منابع آب (جز در موارد خاص تخلیه گسترده فاضلاب‌ها به منابع آب‌های سطحی) به‌خصوص منا بع آب‌های زیرزمینی که از نوسان‌های بسیار کند تغییرات شیمی آب برخوردار می‌باشد.
- عدم قابلیت به کارگیری کامل و مناسب این نوع تجهیزات در آبراهه‌ها و رودخانه‌ها به دلیل وجود رسوبات و دیگر زایدات فراوان در آب و هم‌چنین امکان طغیان رودخانه‌ها و تخریب ایستگاه‌ها
- دامنه اندازه‌گیری و نوع پارامترهای قابل سنجش توسط این نوع تجهیزات غالبا محدود بوده و جوابگوی نیاز مطالعاتی که هدف تاسیس ایستگاه بوده، نمی‌باشد. که در این شرایط جهت تکمیل داده‌ها غالبا نیاز به نمونه‌برداری مجدد خواهد داشت.

روش اندازه‌گیری مورد استفاده در ایستگاه‌های خودکار پایش کیفیت آب، ماهیتا مشابه روش مورد استفاده در آزمایشگاه می‌باشد. تفاوت اصلی مابین تجهیزات آزمایشگاهی و خودکار، اضافه شدن سامانه اتوماتیک برای نمونه‌برداری، آماده‌سازی نمونه‌ها، تمیز نمودن مجاری عبور نمونه و واسنجی در ایستگاه‌های خودکار می‌باشد.

در حالت ایده‌آل یک سامانه آنالیز شیمیایی خودکار باید کم هزینه بوده، به سرعت قابل راه اندازی و توقف باشد، نتایج حاصل از آن قابل اطمینان بوده و حتی‌الامکان به سرویس و نگهداری نیاز نداشته باشد. در واقع هدف این ایستگاه‌ها را می‌توان میل به نتایج قابل اطمینان با هزینه‌های قابل قبول و عدم نیاز به سرویس بیش از یکبار در هفته، تعریف نمود. مهم‌ترین ویژگی‌های این ایستگاه‌ها جهت تحقق اهداف مذکور شامل موارد زیر می‌باشد.

- موقعیت مناسب نقطه اندازه‌گیری
- طراحی مناسب سامانه از نظر حفاظت فیزیکی و روش بهره‌برداری
- قابلیت کارکرد در شرایط مختلف دمایی
- مقاومت در مقابل آب و گرد وغبار
- قابلیت کار با ولتاژها و سامانه‌های مختلف تامین برق
- حداقل نیاز به نظارت و نگهداری و تعمیرات
- امکان دسترسی آسان در مواقع نیاز به سرویس و تعمیرات
- طراحی مناسب جهت حفظ شرایط نمونه (از زمان نمونه‌برداری تا اندازه‌گیری)

دستگاه‌های اندازه‌گیری خودکار به طورکلی دارای دو کاربرد اصلی پایش و کنترل هستند. به‌طور عمومی در کاربرد پایش، اندازه‌گیری در درازمدت با دقت کافی برای اطمینان از قابل مقایسه بودن داده‌های به‌دست آمده، مورد نیاز می‌باشد. از طرف دیگر،

زمان سریع اندازه‌گیری و تعدد نمونه‌ها در این زمینه مد نظر نمی‌باشد. در مقایسه، تجهیزات اندازه‌گیری مورد استفاده با کاربرد کنترل، در فرایندها اغلب برای ایجاد اطلاعات جدید با کوچک‌ترین تغییرات می‌باشند.

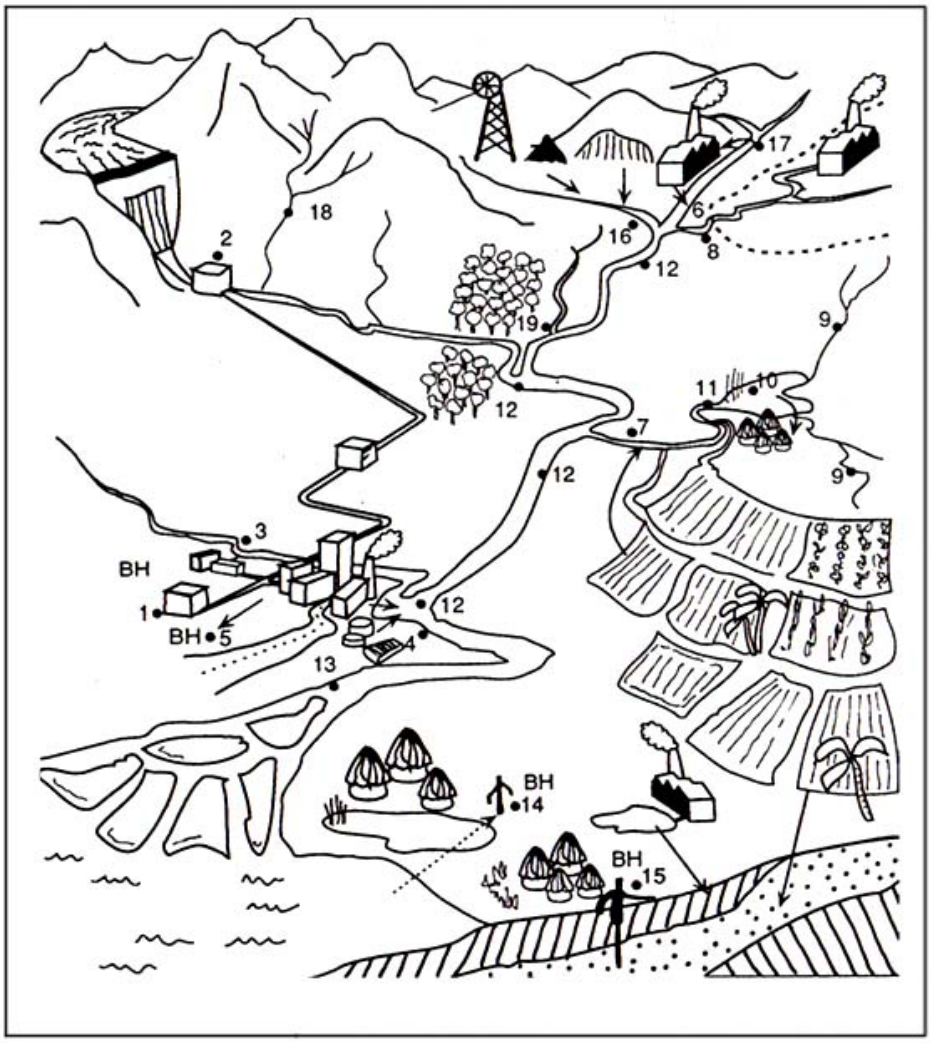
مهم‌ترین روش‌های اندازه‌گیری که به‌طور عموم در سامانه خودکار استفاده می‌شود، شامل روش‌های فیزیکی، الکتروشیمیایی و فتومتری یا رنگ سنجی است. پارامترهای اصلی که معمولا با این روش‌ها مورد اندازه‌گیری قرار می گیرند شامل موارد زیر می‌باشند:

- روش فیزیکی: رنگ، کدورت، مواد معلق، هدایت الکتریکی، فشار، عمق، سطح آب، چگالی، دما، سرعت جریان و آبدهی
- روش الکتروشیمیایی: اسیدیته، آمونیاک، نیترات، برومایدد، کلسیم، دی اکسید کربن، کلراید، کلر آزاد، فلزات، سیانید، فلورید و اکسیژن محلول
- روش رنگ سنجی: آمونیاک، نیتریت، فسفات، کلراید، فلوراید، سولفات، فلزات، منگنز و فنل‌ها
- سایر روش‌های اندازه‌گیری که در سامانه‌های خودکار قابل استفاده هستند، روش دمای بالا یا پایین جهت اندازه‌گیری کربن آلی، روش رسپیرومتری برای اندازه‌گیری اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و مواد سمی، کروماتوگرافی گازی و HPLC[1] (با روش عملکرد بالا کروماتوگرافی مایع می‌باشد) برای فنل‌ها و مواد آلی است. انتخاب و نصب سامانه‌های خودکار با رهیافتی مشابه روش‌های به‌کار گرفته شده در روش‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی صورت می‌پذیرد. قبل از به‌کارگیری سامانه‌های خودکار باید موارد زیر مشخص گردد.
- پارامترهای مورد اندازه‌گیری
- دلایل و ضرورت‌های اندازه‌گیری
- تناوب‌های مورد نیاز جهت اندازه‌گیری

1- High performance liquid chromatography

پیوست ۶

مثال‌هایی از طرح پایش جهت انتخاب ایستگاه‌های پایش



شکل پ. ۶-۱- وضعیت شماتیک یک حوضه آبریز و ایستگاه‌های پایش

پ.۶-۱- مثال اول

- هدف: شناسایی شرایط پایه در سامانه جریان آب
- سوال اصلی: سطوح اولیه متغیرها در آب چقدر است؟
- پایش:
  - انجام آنالیز جهت تعیین میزان اکسیژن محلول، یون‌های اصلی و مواد مغذی
  - تعیین الگوی غلظت فصلی یا سالانه متغیرها. (تغییرات سالیانه یا فصلی)
  - تعیین میانگین سالیانه متغیرهای کیفیت آب
- اطلاعات مورد انتظار: توصیف کیفیت آب در سامانه جریان آب قبل از تاثیرات فعالیت‌های انسانی

- شبکه نمونه‌برداری مورد نیاز: به‌صورت ثابت
- محل‌های نمونه‌برداری: ۱، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۷ و ۱۸ (سرشاخه‌ها)

توضیح: کلیه محل‌های نمونه‌برداری اشاره شده در مثال‌های این پیوست براساس نقاط مشخص شده در شکل شماره پ. ۶-۱ است.

پ.۶-۲- مثال دوم

- - هدف: شناسایی هرگونه علایم افت کیفیت آب.
- - سوال اصلی: مشکلات اخیر کیفیت آب در منطقه چیست؟
- - پایش:
  - شناسایی هرگونه روندهای کوتاه مدت
  - شناسایی هرگونه روندهای درازمدت
- اطلاعات مورد انتظار: توصیف تغییرات کیفیت آب براساس زمان
- شبکه نمونه‌برداری مورد نیاز: به‌صورت ثابت
- محل‌های نمونه‌برداری: ۷، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۹ (بعد از منابع تاثیرگذار)

پ.۶-۳- مثال سوم

- هدف: شناسایی پهنه‌های آبی در یک سامانه جریان آب که مغایر با استانداردهای کیفیت آب می‌باشند
- سوال های اصلی:
  - مهم‌ترین مصارف آب در منطقه چیست؟
  - استانداردهای کیفیت آب مرتبط با مصارف آب چیست؟
- پایش:
  - بررسی و شناسایی آلودگی‌های موجود
  - تعیین بالاترین سطوح متغیرهای آلوده کننده
- اطلاعات مورد انتظار:
  - توصیف متغیرهای آلوده کننده، بالاترین سطوح محاسبه شده، زمان و مکان رخدادها و چگونگی مطابقت و مغایرت با استانداردها
  - ارزیابی نوع مخاطرات جهت بهداشت عمومی، تخریب محیط زیست و هر نوع اثرات زیان‌بار دیگر
  - توصیف وضعیت کلی پهنه‌های آبی در ارتباط با استانداردهای تعیین شده
- شبکه نمونه‌برداری مورد نیاز: به‌صورت ثابت

- محل‌های نمونه‌برداری: ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۵، ۱۶ و ۱۹

پ.۶-۴- مثال چهارم

- هدف: شناسایی نواحی آلوده شده
- سوال اصلی:
  - شاخص‌های آلودگی در منطقه چیست؟
  - مواد آلاینده در منطقه چیست؟
  - منابع آلاینده احتمالی در کجا واقع شده‌اند؟
- پایش:
  - شناسایی آلودگی
  - تعیین غلظت متغیرهایی که به عنوان شاخص آلودگی به شمار می‌روند
  - تعیین نواحی متاثر از آلودگی‌ها و مشخص نمودن روند افزایشی یا کاهشی آلودگی در این نواحی
  - تعیین منابع اصلی آلوده کننده
- اطلاعات مورد انتظار:
  - نقشه‌ها یا چارت‌های نشان دهنده توزیع آلودگی‌ها
  - طبقه‌بندی چارت‌ها و نقشه‌ها یا مشخص نمودن فهرستی که نواحی آلوده شده را مشخص نماید.
  - طبقه‌بندی براساس ۳ یا ۵ گروه
- شبکه نمونه‌برداری مورد نیاز: کوتاه مدت
- محل‌های نمونه‌برداری: ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۶ و ۱۹

پ.۶-۵- مثال پنجم

- هدف: تعیین محدوه و آثار پساب‌های مورد نظر
- سوال اصلی:
  - محدوده تاثیرگذار این آلاینده‌ها نسبت به نقاط تخلیه در آب‌های پذیرنده چیست؟
  - تغییرات ایجاده شده در کیفیت آب‌های مجاور چیست؟
  - پساب‌های تخلیه شده زیست‌بوم‌های آبی را تحت تاثیر قرار می‌دهد؟
- پایش:
  - تعیین توزیع مکانی آلاینده‌ها

- محاسبه اثرات آلاینده‌ها بر آبزیان و مصارف مختلف آن

- اطلاعات مورد انتظار:

- محدوده‌ای که کیفیت آب دچار تغییر شده در مقایسه با شرایط اولیه
- روابط اثر و عامل در سطوح مختلف زیست‌بوم‌های آبی (به‌عنوان مثال نیازهای غذایی اصلی گونه‌های ماهی و جمعیت ماهیان).
- نقشه توزیع جمعیت
- تطابق و مقایسه با دستورالعمل‌های کیفیت آب

- شبکه نمونه‌برداری مورد نیاز: کوتاه مدت
- محل‌های نمونه‌برداری: ۴، ۶، ۸، ۱۲ و سایر ایستگاه‌ها در صورت لزوم

پ.۶-۶- مثال ششم

- هدف: ارزیابی کارایی فعالیت‌های مدیریت کیفیت آب
- سوال اصلی:

- نتایج مثبت و منفی ناشی از فعالیت‌های مدیریت کیفیت آب برحسب آثار آن بر روی غلظت متغیرهای آلاینده آب چیست؟

- پایش:

- تعیین میزان تاثیر مدیریت کیفیت آب بر روی تغییرات موثر بر کیفیت آب
- مقایسه سطوح آلودگی قبل و بعد از فعالیت‌های مدیریتی
- تعیین روندهای کوتاه و درازمدت

- اطلاعات مورد انتظار:

- شواهدی که نشان دهد میانگین غلظت آلاینده‌ها قبل از انجام فعالیت‌های مدیریت بالاتر بوده است.
- غلظت آلاینده در طول زمان کاهش یافته است

- شبکه نمونه‌برداری مورد نیاز: ثابت و کوتاه مدت
- محل‌های نمونه‌برداری: ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۹

پیوست ۷

اندازه‌گیری میزان جریان آب

پ.۷-۱- اندازه‌گیری میزان جریان آب

پ.۷-۱-۱- جریان‌های عادی

جریانی است که می‌توان با چکمه داخل رودخانه رفته و اندازه‌گیری بده را با مولینه انجام داد. لوازم مورد نیاز برای این نوع اندازه‌گیری شامل موارد زیر می‌باشد.

- مولینه که خود شامل بدنه، پروانه، دنباله، میله ۱ متری (حداقل ۲ متر) کابل داخل آب و کنتور یا شماره اندازه
- چکمه تا ران و چکمه تا سینه
- متر فلزی ۳۰ تا ۵۰ متری (یا طناب متراژ شده) خودکار و دفترچه اندازه‌گیری

الف- مسایل ایمنی قبل از ورود به داخل رودخانه

پس از آماده کردن مولینه و بستن کابل به شماره اندازه یا میله دو متری که مولینه با آن بسته شده است، بستر مناسب و مسیر مستقیم و عمود بر جریان در عرض رودخانه انتخاب شود. جهت جلوگیری از هرگونه خطری هنگام ورود به رودخانه، باید ابتدا با کمک میله ۲ متری عمق یابی و عرض رودخانه را با احتیاط طی نمود و طناب یا کابل متراژ شده در جناح مقابل به‌طور محکم بسته شود.

باید توجه نمود اندازه‌گیری بده باید در مسیر قبلی و کنار طناب و با کمک میله انجام شود تا خطرات احتمالی آن کم‌تر گردد.

در فصول تر و یا زمان بارندگی، حتما باید به میزان جریان آب توجه داشت تا در صورت وقوع سیلاب، بلافاصله با کمک طناب از رودخانه خارج شد.

با توجه به بستر رودخانه اگر کف بستر یکنواخت باشد، می‌توان فاصله‌ها را بین ۱ تا ۴ متر انتخاب نمود ولی اگر مسیر یکنواخت نباشد باید سعی شود حتی در بعضی از نقاط که پستی و بلندی آن زیاد باشد ۳۰ سانتی‌متر تا ۲ متر انتخاب نمود، در هر صورت باید فاصله‌ها را طوری انتخاب نمود که پس از اندازه‌گیری مقطع رسم شده مشخصه تمام پستی و یا بلندی های کف آن بستر را نشان دهد.

ب- اندازه‌گیری داخل آب

حال با توجه به کاربرگ پ. ۷-۱ درصورتی‌که لب رودخانه عمق نداشته باشد ردیف اول از شماره ۲ تا ۸ را صفر نوشته ولی درصورتی‌که لب آب عمق داشته باشد، عمق آن را یادداشت نموده و با توجه به تجربه و دید کارشناسی سرعت آن را بین $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۲}{۳}$ یا $\frac{۳}{۴}$ سرعت بعدی یادداشت می‌شود.

ردیف ۲ فاصله از مبدا یک متر را یادداشت و میله مولینه را در فاصله یک متری از لب آب قرار داده، و ارتفاع آب از روی میله یادداشت شود مثلا می‌شود ۴۰ سانتی‌متر در ستون ۳، عمق یادداشت می‌شود، ستون ۴ را با توجه به عمق آب (درصورتی‌که عمق آب کم‌تر از ۵۰ سانتی‌متر باشد) ۰/۶ نوشته و در این حالت عمق آب را در ۰/۶ ضرب ($۴۰\times۰/۶=۲۴$) و مولینه را در فاصله ۲۴

سانتی‌متری سطح آب و به‌طور عمود قرار داده و دو پا طوری از هم باز نگهداشته شود که جریان آب به‌طور طبیعی عبور نماید. کنتور یا شماره اندازه روی زمان ۴۰ ثانیه تنظیم و سپس با فشار دکمه، شماره اندازه شروع به‌کار می‌کند و در مدت ۴۰ ثانیه تعداد دور کنتور را اندازه‌گیری نموده و آن را در ستون ۵ یادداشت کرده و در ستون ۶ زمان یعنی همان ۴۰ ثانیه یادداشت شود.

به همین ترتیب به مقاطع بعدی رفته و ستون‌ها پر شود تعداد مقاطع بستگی به عرض رودخانه دارد مثلا ۱۰–۱۵ و یا ۲۰ مقطع به همان ترتیب که گفته شد، انجام می‌شود، این عملیات را عملیات صحرایی می‌گویند حال برای محاسبه به صورت زیر عمل می‌شود.

- هر مولینه شماره مخصوص داشته که روی بدنه آن حک و دارای دو پروانه و هر پروانه شماره مخصوص دارد که باید شماره مولینه و شماره هر یک از پروانه‌هایی‌که استفاده شده است، بالای سر برگ بده یادداشت شود زیرا برای هر پروانه فرمول خاصی تهیه شده است که باید از آن استفاده نمود، توجه شود از پروانه بزرگ برای آب‌های سیلابی و از پروانه کوچک برای آب‌های کم و غیرسیلابی استفاده شود. اگر محاسبات دستی و یا با ماشین حساب انجام شود به شرح زیر خواهد بود:

۱- تعداد دور در ستون ۵ را بر زمان ۴۰ ثانیه ستون ۶ تقسیم کرده تا تعداد دور در یک ثانیه به‌دست آید و حاصل در ستون ۷ نوشته می‌شود. (N =<۱۸/۴۲ V=۰/۱۳۴۷*N +۰/۱۸)

۲- حال هر یک از اعداد ستون ۷ را در فرمول بالا به‌جای N قرار داده تا سرعت در آن نقطه به‌دست آید و در ستون ۸ نوشته می‌شود. حال ردیف ۱ و ۲ از ستون ۸ را با هم جمع و بر ۲ تقسیم کرده تا سرعت متوسط هر مقطع به‌دست آید و در ستون ۱۰ یادداشت می‌شود.

* **توجه:** ستون ۹ مربوط به زمانی است که ارتفاع آب بیش از ۵۰ سانتی‌متر باشد که در آن حالت باید مولینه را به‌جای ۰/۶ از سطح آب ۰/۲ و ۰/۸ از سطح آب قرار داده و در ستون ۴ یادداشت شود و مانند مراحلی که برای ۰/۶ از سطح آب انجام شده برای ۰/۲و ۰/۸ انجام تا سرعت متوسط قائم یک نقطه به‌دست آید و در ستون ۹ یادادشت شود.

۳- حال عمق‌های ردیف ۱ و۲ از ستون ۳ با هم جمع و بر عدد ۲ تقسیم می‌شود تا عمق متوسط هر مقطع به‌دست آید این عدد در ستون ۱۱ نوشته می‌شود.

۴- عرض مقطع اختلاف ردیف ۱و ۲ از ستون ۲ را به‌دست آورده و در ستون ۱۲ نوشته می‌شود.

۵- عمق متوسط مقطع ستون ۱۰ را در ستون ۱۲ عرض مقطع ضرب کرده تا سطح مقطع به‌دست آید و در ستون ۱۳ یادداشت می‌شود.

حال با توجه به فرمول $Q = S \times V$ ستون ۱۳ سطح مقطع را در ستون ۱۰ سرعت متوسط ضرب کرده تا بده جزیی هر مقطع به‌دست آید بعد از جمع بده‌های هر مقطع بده کل به‌دست خواهد آمد که بر حسب متر مکعب بر ثانیه یادداشت می‌شود.

حال برای به‌دست آوردن سطح مقطع اندازه‌گیری شده می‌توان ارقام ستون عمودی ۱۳ را با هم جمع کرده و در محل خود یادداشت نمود. سرعت متوسط از فرمول $V = \frac{Q}{S}$ به‌دست می‌آید.

کاربرگ پ. ۷-۱- اندازه‌گیری آبدهی [۸]

رودخانه — شماره پروانه و نوع آن — ارتفاع سطح آب قبل از اندازه گیری:

ایستگاه — تاریخ اندازه گیری : — ارتفاع سطح آب بعداز اندازه گیری:

استان — دما آب — ارتفاع سطح آب نسبت به رپر

شهرستان — دما هوا

ساعت — تاریخ — سطح مقطع(m2) — سرعت متوسط(m/s) — بده(m3/s)

شماره مقطع	فاصله از مبدا	عمق به متر	ارتفاع مولینه ازسطح آب	تعداد دور	مدت به ثانیه	تعداد دور دریک ثانیه	سرعت: دریک نقطه ۰٫۶/۰٫۸	سرعت: متوسطقائم ۰٫۲/۰٫۸+۲	سرعت: متوسط مقطع	عمق متوسط مقطع	عرض مقطع	سطح مقطع	دبی به متر مکعب درثانیه
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

نام اندازه گیر : تاریخ و ساعت : امضاء

پ.۷-۱-۲- اندازه‌گیری بده در فصل سیلاب (از بالای پل تلفریک)

زمانی‌که امکان رفتن به داخل رودخانه وجود ندارد باید از بالای پل تلفریک اندازه‌گیری به‌عمل آید، وسایل مورد نیاز عبارتند از:

- مولینه
- دنباله مخصوص سیلاب
- کنتور
- جرثقیل دستی
- کابل ۱۰ تا ۲۵ متری در صورت امکان به‌جای کابل از جرثقیل با کابل مغزی دار استفاده شود.
- وزنه‌های ۳۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ پوندی با توجه به سرعت آب از شدت سرعت آب بیش‌تر باشد باید از وزنه‌های سنگینی‌تر استفاده نمود.
- خودکار و دفتر چه اندازه‌گیری
- انبردست
- جلیقه نجات

الف- مسایل ایمنی

- جرثقیل را به اطاقک پل تلفریک بسته و سپس مولینه و دنباله به وزنه و کابل جرثقیل بسته می‌شود. کنتور را ابتدا آزمایش نموده تا از کار کردن مولینه و کنتور اطمینان حاصل شود. ارتفاع کف وزنه تا محور مولینه را با متر اندازه‌گیری و در دفتر یادداشت می‌شود.
- هندل مخصوص حرکت را به کابل تلفریک وصل نموده، از بست‌های دو طرف کابل و یوبارها بازدید نموده و از بسته بودن آنها اطمینان حاصل شود، ضمنا در هنگام سوار شدن به داخل گهواره به هیچ عنوان از کابل وسط گهواره که قرقره‌ها از روی آن عبور می‌کند، استفاده نشود. به همکاران یادآوری شود این کابل باید قبلا با رنگ آبی و سفید به فاصله‌های یک متری رنگ آمیزی شده باشد پس از اطمینان از همه آنها سوار گهواره شده، مولینه و وزنه را توسط جرثقیل به بالا کشیده تا موقع حرکت مولینه به سنگ و موانع دیگر برخورد نکند.
- در هنگام اندازه‌گیری بده در فصل سیلاب از بالای پل به متصدی اعلام شود (در فاصله زمانی بالای پل) درصورتی‌که درجه سطح آب اشل تغییری کرد باید اعلام شود زیرا در صورت تغییر اشل در فاصله اندازه‌گیری باید از اشل‌های ثبت شده میانگین گرفته و به‌عنوان اشل یادداشت شود.
- هرگز دفترچه‌ای را که اندازه‌گیری بده ایستگاه‌های قبلی در آن یادداشت شده است (قبل از این‌که به دفتر دیگری منتقل شود) همراه خود به بالای پل برده نشود.
- در هنگام اندازه‌گیری بده در فصل سیلاب به جریان آب توجه شود، زیرا سیلاب درختان اطراف رودخانه را از جا کنده و با خود حمل می‌کند. به محض مشاهده چنین حالتی فورا مولینه توسط جرثقیل بالا کشیده شود. درصورتی‌که مولینه به

اجسام موجود در رودخانه مانند شاخه‌های درخت گیر کند با حفظ خونسردی و توسط دسته جرثقیل کابل را به آرامی رها نموده تا شاخه‌های درخت از وزنه و مولینه جدا شده و آزاد گردد.

- در این زمان باید بر روی برگ اندازه‌گیری نام رودخانه، ایستگاه اندازه‌گیری، تاریخ و ساعت انـدازه‌گیـری، درجـه اشـل سطح آب و نام شخصی که اندازه‌گیری را انجام می‌دهد، یادداشت شود.
- توسط هندل گهواره را به سمت رودخانه حرکت داده تا لب آب قرار گیرد درصورتی‌که لب آب عمق نداشته باشد وزنه را در سطح آب قرار داده و کنتور را صفر کرده و سپس وزنه به کف آب هدایت شود و از روی کنتور عمق آب را خوانـده و در ردیف ۱ ستون ۳ یادداشت نموده و با توجه به وضعیت سرعت جریان آب سرعت آن را بـین $\frac{1}{2}$، $\frac{1}{3}$ و یـا $\frac{3}{4}$ سـرعت مقطع بعدی در ستون ۸ یادداشت شود.
- برای جلوگیری از گیر کردن وزنه و مولینه به کف رودخانه، وزنه را توسط جرثقیل به سطح آب آورده، که در ایـن حالـت گهواره از لب آب ۱ تا ۲ متر فاصله خواهد داشت که این فاصله در ردیف دوم و ستون دوم یادداشت می‌شود. وقتی وزنه در سطح آب قرار گرفت کنتور جرثقیل را باید بر روی صفر باشد. پس از آن با سرعت لازم، وزنه و مولینـه بـه کـف آب هدایت می‌شود و عمق آب از روی کنتور تعیین شده و در ستون سوم فرم، عمق آب نوشته می‌شود.
- پس از تعیین عمق آب، مولینه به اندازه ۰/۶ عمق آب از سطح آب پایین برده می‌شود و میزان تعـداد دور مولینـه تعیـین می‌شود. برای سهولت کار، چون وزنه در کف آب قرار گرفته، آن را ۰/۴ عمق از کف بالا آورده می‌شود. (در مثال شماره ۱ تشریح شده است).
- درصورتی‌که ارتفاع آب بیش‌تر از یک متر باشد این بار مولینه را به‌جای ۰/۶ از سطح یک بار در ۰/۲ عمـق آب و یـک بار دیگر در ۰/۸ عمق آب از سطح آب قرار داده می‌شود. (در مثال شماره ۲ تشریح شده است).
- سپس دکمه کنتور مولینه را فشار داده و تعداد دور آن در ۴۰ ثانیه تعیین و در ستون شماره ۵ فرم شماره یـک یادداشـت می‌گردد.

پ.۷-۲- مثال‌ها

الف- مثال ۱

عمق رودخانه فرض شده ۸۰ سانتی‌متر است که این عمق آب را در ۰/۴ ضرب نموده حاصل برابر ۳۲ سانتی‌متر است. حال بایـد مولینه را ۳۲ سانتی‌متر از کف به بالا آورده و توجه شود توجه داشته باشید مولینه بالای وزنه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بسته شده است. حال تفاضل بین ۰/۶ عمق آب (یعنی ۳۲ سانتی‌متر) و فاصله بین مولینه و وزنه (یعنی ۲۰ سانتی‌متر) برابر ۱۲ سانتی‌متر باشد که باید به این میزان مولینه بالا کشیده شود. براساس تجارب به‌دست آمده هر دنده جرثقیل معادل ۳ سانتی‌متر می‌باشد در این صـورت بایـد توسط دسته جرثقیل وزنه را به اندازه ۴ دنده به بالا آورده یا از روی کنتور ۱۲ سانتی‌متر بالا آورده شود.

ب- مثال ۲

اگر ارتفاع آب ۱۱۰ سانتی‌متر باشد برای سهولت کار بدین ترتیب عمل می‌شود، در ردیف ۲ ستون ۳، عدد ۰/۲ از کف قرار داده ۲۲=۰/۲×۱۱۰ سانتی‌متر، قبلا مولینه را ۲۰ سانتی‌متر بالای وزنه قرار داده ۲=۲۰-۲۲ در این حالت باید مولینه ۲ سانتی‌متر بالا کشیده شود، کافی است توسط جرثقیل مولینه یک دنده بالا کشیده شود. حال دکمه کنتور را فشار داده تا تعداد دور در ۴۰ ثانیه مشخص گردد و در ستون ۵ در مقابل عدد ۰/۸ از سطح یادداشت شود.

این بار مولینه را ۰/۲ از سطح آب قرار داده و ۰/۸ از کف آب بالا آورده می‌شود ۸۸ = ۰/۸ × ۱۱۰ که قبلا ۲۰ سانتی‌متر بالا آورده شده است (۶۸=۲۰- ۸۸) حالا باید مولینه را ۶۸ سانتی‌متر بالا آورده و با توجه به هر دنده جرثقیل ۳ سانتی‌متر، باید ۲۳ دنده بالا آورده شود یا از ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متری، ۶۸ سانتی‌متر کم شود (۴۲=۶۸-۱۱۰) تعیین درجه کنتور جرثقیل روی ۴۲ قرار گیرد. در این موقع دکمه کنتور مولینه را روشن کرده تا تعداد دور در ۴۰ ثانیه مشخص و این تعداد دور در مقابل ۰/۲ از سطح آب یادداشت شود. بقیه مقاطع تیر به همین صورت انجام و توجه شود که همیشه سرعت ۰/۲ از سطح بیش‌تر از ۰/۸ می‌باشد.

پیوست ۸

پایش زیستی

پ.۸-۱- کلیات، ضرورت‌ها و لزوم پایش زیستی

انتخاب نوع برنامه پایش زیستی یا شیمیایی و تعادل بین این دو روش بستگی به هدف برنامه پایش دارد. از آن‌جا که موجودات زنده به هر نوع تاثیرات نامطلوب بر روی زیست‌بوم آبی واکنش نشان می‌دهند لذا روش پایش زیستی قابلیت تشخیص زود هنگام و سریع هر نوع تاثیر نامطلوب بر روی زیست‌بوم آبی را دارا می‌باشد.

داده‌های زیستی مستقیما به شرایط اکولوژیک سامانه آبی یا به عبارت دیگر سلامت اکولوژیک سامانه آبی وابسته می‌باشند درحالی‌که چنین چیزی در مورد داده‌های شیمیایی صادق نیست. با این وجود داده‌های زیستی نسبت به داده‌های شیمیایی دقیق و روشن نمی‌باشند. از سوی دیگر پایش شیمیایی کیفیت آب از مزیت دقت بالا برخوردار می‌باشد. به‌عنوان نمونه چنان‌چه در یک برنامه پایش در یک زیست‌بوم آبی اقدام به اندازه‌گیری غلظت یک ماده (به‌عنوان مثال لیندان ترکیب یک نوع آفت‌کش) شود، در این صورت وجود مقادیر بالای غلظت این آفت‌کش نشان دهنده آلودگی زیست‌بوم آبی با این ماده شیمیایی است. در این حالت ادامه اجرای برنامه پایش شیمیایی به‌طور دقیق مشخص می‌کند که آیا میزان غلظت این ماده کاهش یا افزایش یافته است. به منظور تعیین سلامت زیست‌بوم آبی جهت مصارف انسانی و نیز میزان موفقیت برنامه‌های پایش وجود چنین اطلاعات بسیار مفید خواهد بود.

با این وجود اطلاع از نوع مواد شیمیایی مورد اندازه‌گیری یکی از ضروریات اصل اجرای برنامه پایش شیمیایی می‌باشد. در این ارتباط به عنوان مثال اجرای یک برنامه پایش یک پارامتر در یک زیست‌بوم آبی هیچ‌گونه اطلاعاتی از میزان غلظت یک پارامتر دیگر در اختیار محقق قرار نخواهد داد، لذا در برخی از برنامه‌های پایش شیمیایی آب به‌دلیل عدم انتخاب صحیح عامل مورد اندازه‌گیری وجود آلودگی در زیست‌بوم آبی آشکار نخواهد شد.

در این زمینه اجرای برنامه‌های پایش زیستی می‌تواند وجود هرگونه استرس در زیست‌بوم آبی را مشخص نماید. بنابراین در برنامه‌های پایش زیست محیطی در مقیاس وسیع کاربرد این روش پایش می‌تواند بسیار مفید باشد.

از سوی دیگر اجرای برنامه‌های پایش شیمیایی در ارتباط با پایش سازگاری[1] و در جاهایی که نوع مواد آلاینده و نوع مشکلات مرتبط با کیفیت آب به دقت مشخص شده، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را تولید نماید

پ.۸-۲- انواع روش‌های پایش زیستی

یک برنامه پایش می‌تواند کل جامعه زیستی در ناحیه و یا زیرمجموعه‌ای از آن، مانند بی‌مهرگان، جلبک‌ها و ماهی‌ها را مورد مطالعه قرار دهد. از سوی دیگر به منظور پایش مداوم تاثیرات فاضلاب، از برخی شاخص‌ها مانند تغییر در عملکرد فیزیولوژیک گونه‌ها (به عنوان مثال تغییر در میزان تنفس در واحد زمان در گونه‌های ماهی و بی‌مهرگان آبزی) استفاده می‌شود.

پایش زیستی عمدتا جهت ارزیابی شرایط زیست‌بوم در مقیاس وسیع و یا تعیین اثرات زیست محیطی در زیست‌بوم در مقیاس ناحیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این برنامه‌ها انواع مختلفی را شامل می‌شود.

- نوع اول پایش زیستی: به منظور گزارش شرایط زیست محیطی در یک ناحیه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- Compliance monitoring

- نوع دوم پایش زیستی: جهت تشخیص این‌که آیا وضعیت رودخانه به لحاظ شرایط اکولوژیک در یک منطقه ثابت، رو به بهبود و یا رو به نقصان است کاربرد دارند.
- نوع سوم پایش زیستی: در مقیاس کوچک‌تر مورد استفاده قرار گرفته وسعی در پاسخ‌گویی به سوالاتی را در ارتباط با تاثیرات ناشی از تخلیه نوع خاصی از فاضلاب و یا سایر فعالیت‌های انسانی در یک سامانه آبی خواهد داشت.

پ-۸-۳- طراحی برنامه‌های پایش زیستی

طراحی برنامه‌های پایش زیستی همواره از مشکلات خاص خود برخوردار بوده است. معمولا روش پایش شرایط یک محل در طول یک دوره زمان مشخص می‌باشد. از سوی دیگر به منظور یافتن پاسخ برای سوالات مربوط به تغییرات در روند کیفیت زیست محیطی، شناسایی و محاسبه روند این تغییرات می‌تواند اطلاعات لازم را در اختیار محقق قرار دهد. با این وجود طراحی این برنامه ممکن است در دو صورت باعث بروز مشکلاتی شود.

الف- حالت اول: شناسایی عوامل بروز اثرات زیست محیطی می‌تواند با مشکلاتی همراه باشد. به عنوان مثال در روش‌های استاندارد معمولا از محیط‌های شاهد (محیط یا محیط‌های مشابه که تحت تاثیر اثرات زیان‌بار زیست محیطی قرار نداشته‌اند) استفاده می‌شود. در ساده‌ترین روش اقدام به مقایسه بین روند تغییرات بین چندین منطقه که تحت تاثیر عوامل آلاینده قرار گرفته‌اند با یک منطقه که تحت تاثیر این عوامل زیان‌بار قرار نداشته است، می‌شود. این روش‌ها به عنوان طرح BACI (کنترل‌های قبل و بعد از بروز اثر) شناخته می‌شوند. در هنگام اجرای برنامه‌های پایش در رودخانه‌ها و نهرها از آن‌جا که نواحی شاهد معمولا در بالادست این زیست‌بوم‌های آبی قرار گرفته‌اند، لذا می‌توانند باعث بروز مشکلاتی شوند. یکی از پیش‌فرض‌های آماری اجرای طرح‌های BACI این است که مناطق تحت تاثیر قرار گرفته و نمونه‌های شاهد از یکدیگر مستقل باشند درحالی‌که علیرغم این موضوع بسیاری از تئوری‌های اکولوژیک بر این فرض استوار هستند که نواحی پایین دست رودخانه تحت تاثیر (و نه مستقل از) نواحی بالادست می‌باشند. از سوی دیگر استفاده از طرح BACI همیشه در پایش بیولوژیک امکان‌پذیر نمی‌باشد. اجرای این روش مستلزم ارزیابی اثر یک فعالیت جاری (که ممکن است برای سال‌ها ادامه داشته باشد) بر روی زیست‌بوم است. یکی از مشکلات در این حالت فقدان اطلاعات در زمینه شرایط گونه‌های آبزی در زمانی‌که این فعالیت شروع نشده بود، می‌باشد. پیچیدگی این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که حتی در غیاب بروز اثرات، میزان تغییرات مکانی در جوامع بی‌مهرگان آبزی بسیار بالاست. در چنین مواردی معمولا پیدا کردن نواحی شاهد در رودخانه مورد بررسی چندان مشکل نیست (به عنوان مثال نواحی بالادست در رودخانه‌ها) درحالی‌که یافتن این نواحی در سایر رودخانه همواره امکان‌پذیر نیست. در این حالت باید اقدام به برداشت نمونه از چندین ناحیه شاهد نمود تا محقق امکان مقایسه داده‌های جمع‌آوری شده از نواحی تحت تاثیر، نواحی شاهد را داشته باشد.

ب- حالت دوم: در هنگام قضاوت در ارتباط با کیفیت زیست محیطی یک منطقه به وجود می‌آید. درحالی‌که شناسایی روند تغییرات کار چندان مشکلی نیست با این وجود زمانی‌که محقق باید در زمینه شرایط کل یک منطقه در غیاب تاثیرات زیست محیطی زیان‌بار قضاوت نماید، مشکلاتی به وجود خواهد آمد. در این ارتباط یک روش کل جامع جهت ارزیابی جوامع زیستی یک منطقه در غیاب تاثیرات زیان‌بار ناشی از انسان وجود ندارد. برای حل این مشکل تاکنون سه روش کلی به‌کار گرفته شده‌اند.

- انتخاب نواحی شاهد در همان رودخانه می‌باشد.
- استفاده از نواحی مرجع[1] می‌باشد. که شامل نواحی است با حداقل اثرات زیان‌بار یا حتی فاقد هرگونه اثر زیان‌بار در رودخانه‌های مشابه یا حتی رودخانه‌هایی در نواحی مشابه است تا اقدام به مقایسه گونه‌های جانوری تحت تاثیر با این نواحی شود. یکی از مشکلات روش نواحی مرجع، پیدا کردن نواحی تحت تاثیر قرار نگرفته و یا کم‌تر تحت تاثیر قرار گرفته است. در نهرها و رودخانه‌های کوچک همواره امکان یافتن نواحی با شرایط اکولوژیک مناسب وجود دارد درحالی‌که در رودخانه‌های بزرگ پیدا کردن چنین نواحی تقریبا دشوار است. از آنجا که هر رودخانه بزرگ معمولا در ناحیه خود منحصر به فرد است، لذا امکان مقایسه شرایط اکولوژیکی در این رودخانه با رودخانه‌های مشابه وجود ندارد. با این وجود در مورد رودخانه‌های کوچک پیدا کردن نواحی مرجع در رودخانه‌های مشابه تقریبا محتمل است.
- روش سوم شامل استفاده از تکنیک هایی است که توسط آنها اقدام به پیش‌بینی وضعیت گونه‌های آبزی در غیاب اثرات زیان‌بار و متعاقب آن مقایسه با شرایط موجود است.

پ.۸-۴- روش‌های نمونه‌برداری و استانداردسازی

ارزیابی و پایش زیستی غالبا جز مطالعات مقایسه ای می‌باشند (مقایسه موجودات زنده یک ناحیه در یک دوره زمانی با همان گونه‌های آن ناحیه در یک دوره زمانی متفاوت و یا مقایسه نواحی تحت تاثیر با نواحی فاقد تاثیر). بر این اساس مهم‌ترین عامل در انتخاب روش نمونه‌برداری در مطالعات پایش و ارزیابی زیستی تکرارپذیری می‌باشد. در این ارتباط نوع روش منتخب را باید در کلیه محل‌ها و زمان‌های نمونه‌برداری مورد استفاده قرار داد، زیرا در غیراین‌صورت به‌طور دقیق نمی‌توان مشخص نمود که تفاوت بین نمونه‌ها مربوط به تاثیرات زیست محیطی است یا صرفا در اثر تفاوت بین روش‌های نمونه‌برداری به‌وجود آمده است.

بسته به نوع محیط نمونه‌برداری روش منتخب برای نمونه‌برداری نیز متفاوت خواهد بود. به‌عنوان مثال برای نمونه‌های پلانکتون هم از تور و هم از سامانه‌های نمونه‌بردار آب که حجم مشخصی از آب را برداشت می‌نمایند، می‌توان استفاده نمود. اما از آن‌جا که زیستگاه‌های بستر رودخانه بسیار نامتجانس هستند لذا به‌عنوان مثال از سامانه‌های نمونه‌بردار سوربر[2] که برای رودخانه‌های با بستر قلوه‌سنگ مناسب هستند، نمی‌توان جهت نمونه‌برداری از زیستگاه‌های با بستر رسی استفاده نمود.

پ-۸-۵- شاخص‌های زیستی، بی‌مهرگان آبزی و دلایل استفاده از بی‌مهرگان در برنامه‌های پایش زیستی

شاخص‌های زیستی مختلفی وجود دارند که مهم‌ترین آنها بی‌مهرگان آبزی، بی‌مهرگان آبزی بزرگ شامل موجوداتی هستند که با چشم غیرمسلح قابل رویت بوده و فاقد ستون فقرات هستند. این موجودات تقریبا در تمامی انواع آب‌های جاری، از آب‌های خروشان نواحی کوهستانی گرفته تا آب‌هایی با جریان کند و رودخانه‌هایی با بستر گلی زندگی می‌کنند. نمونه‌هایی از بی‌مهرگان آبزی

1- Reference sites
2- Surber

بزرگ شامل حشرات در مراحل لارو یا شفیره، خرچنگ آب شیرین، صدف خوراکی، حلزون‌ها و کرم ها می‌باشند. این گونه‌ها در بسیاری از مراحل چرخه زندگی خود به صخره‌ها، کنده‌های درخت و گیاهان آبزی می‌چسبند تا امکان مقاومت در برابر جریان را داشته باشند. این بی‌مهرگان آبزی به دلایل زیر به عنوان شاخص مناسبی از کیفیت رودخانه به شمار می‌روند:

- این موجودات تحت تاثیر شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی محیط رودخانه قرار دارند.
- از آن‌جا که این موجودات فاقد قدرت تحرک زیاد می‌باشند، لذا می‌توانند نشان دهنده اثرات کوتاه و طولانی مدت بروز حوادث آلودگی در یک زیست‌بوم باشند.
- این موجودات می‌توانند اثرات تجمعی آلاینده را نشان دهند.
- با مطالعه این موجودات می‌توان به تاثیرات ناشی از تخریب زیستگاه‌های آبی که با مطالعه شاخص‌های کیفیت آب آشکار نمی‌شوند، پی برد.
- این موجودات یکی از اجزای اساسی زنجیره‌های آبی رودخانه به شمار می‌روند.
- برخی از انواع این گونه‌ها از حساسیت بیش‌تری در برابر آلودگی برخوردار می‌باشند.
- نمونه‌برداری و شناسایی این گونه‌ها نسبتا ساده است.

به‌هرصورت بی‌مهرگان آبزی به دلایل متعدد در برنامه‌های پایش زیست‌بوم‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از مهم‌ترین دلایل این امر وجود تنوع بسیار بالا در بین گونه‌های بی مهره است. به عنوان مثال حشرات حدود ۵۴ درصد از کل گونه‌های موجودات زنده را به خود اختصاص می‌دهند. لذا هر نوع برنامه پایش زیستی که در آن گونه‌های حشرات گنجانده نشوند می‌تواند منجر به چشم‌پوشی از بخش وسیعی از تنوع زیستی موجود در زیست‌بوم آبی شود. در این زمینه وجود گونه‌های با محل زندگی اکولوژیک خاص و تخصصی احتمال حساسیت به تغییرات زیست محیطی را افزایش خواهد داد. از سوی دیگر گونه‌های بی‌مهرگان دارای انتشار جهانی بوده و در هر نوع زیست‌بوم آبی احتمال وجود گونه‌های بی‌مهرگان وجود دارد. لذا در هر نوع برنامه پایش زیستی می‌توان بی‌مهرگان را جای داد. از سوی دیگر بی‌مهرگان به‌دلیل قدرت تحرک اندک در شرایط اضطراری که میزان آلودگی زیست‌بوم افزایش می‌یابد قادر به انتقال از محل و بازگشت مجدد نبوده لذا می‌توانند شاخصی از تاریخچه منطقه به لحاظ آلودگی باشند.

به‌طور کلی می‌توان عنوان نمود که حساسیت زیاد برخی از گونه‌ها در برابر آلودگی در مقایسه با انواع مشابه، عامل اصلی مطالعه آنها در برنامه‌های پایش زیستی می‌باشد. بنابراین می‌توان عنوان نمود که چنان‌چه جامعه اصلی غالب در یک رودخانه گونه‌های مقاوم در برابر آلودگی بوده و بسیاری از گونه‌های حساس در برابر آلودگی در منطقه مورد مطالعه وجود نداشته باشند، احتمال بروز مشکل آلودگی در آن رودخانه زیاد است. به عنوان مثال برخی از حشرات آبزی که در مرحله شفیره‌گی به سنگ‌های بستر رودخانه می‌چسبند در مقابل بسیاری از آلاینده‌ها حساس بوده و چنان‌چه میزان اکسیژن محلول در رودخانه به زیر غلظت معینی کاهش یابد به سرعت از بین می‌روند.

از سوی دیگر چنان‌چه یک ارزیابی زیستی نشان دهد که هیچ کدام از انواع این گونه‌ها در محدوده مورد مطالعه مشاهده نشده است، یکی از فرضیات مطرح می‌تواند این باشد که میزان اکسیژن محلول به زیر سطح آستانه تولید مثل این گونه‌ها رسیده یا این‌که میزان کاهش اکسیژن محلول در حدی بوده که باعث از بین رفتن تمامی آنها شده است. این امر می‌تواند هم دارای مزایا و هم دارای

معایبی باشد. به عبارت دیگر، یکی از مزایای ارزیابی‌های زیستی این است که با کمک آن می‌توان وجود ضعف در زیست‌بوم‌های آبی ناشی از بروز آلودگی یا تخریب زیستگاه‌ها را شناسایی نمود. درحالی‌که تعیین علت دقیق کاهش انواع خاصی از گونه‌ها با استفاده از این روش‌ها امکان‌پذیر نیست. به‌عنوان نمونه در مثال بالا عدم وجود این گونه‌ها می‌تواند ناشی از کاهش اکسیژن محلول باشد اما در اینجا می‌توان این سوال را مطرح کرد که کاهش اکسیژن محلول در اثر جریان کند آب در رودخانه‌ایجاد شده است یا در واقع در اثر مصرف اکسیژن محلول توسط آلاینده‌های موجود در آب بوده است؟ از سوی دیگر حذف این گونه‌ها می‌تواند ناشی از تخلیه سایر مواد آلاینده به‌وسیله کارخانه‌ها یا هرزآب اراضی کشاورزی، افزایش دمای آب، تخریب زیستگاه‌های بستر رودخانه (به عنوان مثال ورود شن یا رس زیاد باعث از بین رفتن بستر سنگی رودخانه شده است) یا سایر شرایط زیر باشد. بر این اساس انجام ارزیابی زیستی را باید با اجرای یک برنامه ارزیابی زیستگاه و کیفیت نیز توام نمود تا به این ترتیب بتوان به توضیح علل شرایط ایجاد شده در محیط پرداخت.

در مبحث ارزیابی زیستی، زیستگاه به فضایی اطلاق می‌شود که توسط موجودات زنده اشغال می‌شود. در یک رودخانه زیستگاه بی‌مهرگان آبزی بزرگ شامل صخره‌ها و رسوبات بستر رودخانه، گیاهان درون و اطراف رودخانه، لاشه برگ ها و سایر مواد تجزیه‌پذیر که وارد رودخانه می‌شوند، کنده‌های درخت شناور در آب و سایر مواد چوبی است. این بی‌مهرگان آبزی به محل امن و مواد غذایی که توسط این زیستگاه فراهم می‌شود نیاز مبرم داشته و به نظر می‌رسد که عمدتا تمایل به تجمع در مکان‌هایی دارند که امن‌ترین محل، بیش‌ترین ماده غذایی و بیش‌ترین میزان اکسیژن محلول را در اختیار آنها قرار می‌دهد.

در برنامه ارزیابی زیستگاه عمدتا به این موارد پرداخته شده و اقدام به طبقه‌بندی رودخانه‌ها براساس کیفیت این عوامل می‌شود. از سوی دیگر طی برنامه پایش کیفیت آب اقدام به شناسایی شرایطی که باعث بروز این تغییرات در محیط رودخانه شده مانند کاهش اکسیژن محلول، دما، مواد مغذی و اسید بهتر می‌گردد.

در حال حاضر یکی دیگر از مهم‌ترین شاخص زیستی جهت بررسی نمونه‌های آب سطحی اندازه‌گیری پیگمان‌های کلروفیل فیتوپلانکتون‌ها است که می‌تواند به‌عنوان شاخصی جهت تعیین توده زیستی جلبکی استفاده شود. علاوه بر این اندازه‌گیری‌های کلروفیل می‌تواند جهت ارزیابی پدیده پرغذایی در دریاچه‌ها، مخازن آبی و رودخانه‌های بزرگ و شاخصی جهت حاصل‌خیزی در آب‌های سطحی مورد استفاده قرار گیرد.

پیوست ۹

تعاریف مربوط به عملیات نمونه‌برداری و انواع نمونه‌برداری از آب‌های سطحی

پ.۹-۱- تعاریف نمونه‌برداری

- نمونه‌های شاهد[1] نمونه‌هایی عاری از پارامتر مورد آنالیز هستند و توسط آزمایشگاه برای ارزیابی و کنترل آلودگی نمونه تهیه و استفاده می‌شوند.
- نمونه‌های هم مکان[2] نمونه‌هایی هستند که از نظر مکان و زمان نمونه‌برداری کم‌ترین فاصله ممکن را دارند و یکسان دانسته می‌شوند. این نمونه‌ها برای ثبت دقت کل مراحل نمونه‌برداری و آنالیز ضروری هستند.
- منطقه کنترل[3] منطقه‌ای از آب‌های سطحی که تحت تاثیر تخلیه پساب‌های خروجی[4] نیست.
- شاهد تجهیزات[5] نمونه ای از آب بدون یون است که برای شستن یا آبکشی تجهیزات نمونه‌برداری به کار رفته است. این شاهد در ثبت و سنجش کیفیت روش رفع آلودگی تجهیزات مفید است. شاهد تجهیزات پس از تکمیل مراحل رفع آلودگی جمع‌آوری می‌شود.
- شاهد میدانی[6] شاهدی است که تمام مراحل نمونه‌برداری و محافظت روی آن انجام می‌شود ولی با نمونه آب طبیعی در تماس نیست.
- شاهد فیلتراسیون[7] آب بدون یونی است که کاملا مانند نمونه واقعی از تجهیزات صاف‌سازی عبور داده می‌شود. آنالیز این شاهد نشان‌گر آلودگی‌هایی است که از تجهیزات صاف‌سازی ناشی می‌شود. این شاهد، هم‌چنین برای سنجش خطاهای احتمالی ناشی از روش‌های نامناسب تمیز کردن در مکان نمونه‌برداری، به کار می‌رود. این نمونه دقیقا همانند نمونه اصلی محافظت می‌شود.
- نمونه مرجع[8] این نمونه برای ثبت خطای فاحش و دقت بخش آنالیز شده دسته[9] بزرگی از نمونه است که از یک مکان و در یک زمان جمع‌آوری شده است. تعداد بسیار زیادی آنالیز توسط تعداد زیادی از آزمایشگاه‌های مستقل و با روش‌های متفاوت بر روی دسته نمونه انجام می‌شود.
- نمونه‌های تکراری[10] اغلب به منظور ارزیابی دقت کل فرایند نمونه‌برداری نمونه‌های تکراری در یک یا چند نقطه جمع‌آوری می‌شوند. توصیه می‌شود به‌ازای هر ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی از یک ایستگاه دو سری نمونه برداشت و آنالیز شود.

1- Blank samples
2- Co-located samples
3-Control site
4- Effluent
5- Equipment blank
6- Field blank
7- Ffiltration blank
8- Reference sample
9- Batch
10- Replicate samples

- نمونه‌های غنی شده[1] نمونه‌های غنی شده برای به‌دست آوردن اطلاعات مربوط بـه خطاهـای سیـستماتیک[2] در فراینـد تجزیه‌ای به کار می‌روند. عموما محلول غنی‌سازی را آزمایشگاه تجزیه تهیه می‌کند، اما گروه نمونه‌بـرداری نیـز ممکـن است که این محلول‌ها را پیش از آغاز نمونه‌برداری تهیه کند.
- نمونه منقسم[3] نمونه‌های منقسم بخش حجم‌هایی از یک ظرف نمونه هستند و توسـط یـک یـا چنـد آزمایـشگاه آنـالیز می‌شوند. این نمونه‌ها برای اندازه‌گیری خطاهای ناشی از آلودگی، خطاهای تصادفی و معین و هرگونه متغیر دیگری کـه پس از نمونه‌برداری تا زمان آنالیز وارد نتایج می‌شود، به کار می‌روند. عموما نمونه‌های منقسم به منظور مقایسه دو یا چند آزمایشگاه استفاده می‌شوند. در تقسیم نمونه‌ها باید دقت شود تا نمونه‌ها کاملا همگن باشند. توصیه می‌شود بـه‌ازای هـر ۱۰ نمونه آنالیز شده یک نمونه به‌صورت تصادفی، دو بار آنالیز شود، در مواردی که پارامتر مورد نظر به‌ندرت در نمونه‌هـا ردیابی می‌شود، این عمل را می‌توان با نمونه‌های غنی شده، ترکیب کرد.
- * شاهد سفر[4]: شاهد سفر برای تشخیص هر آلودگی احتمالی که از ظرف و درپوش آن و یا مواد نگهدارنده و طی مراحل انتقال و ذخیره‌سازی وارد نمونه می‌شود، به‌کار می‌رود. شاهدهای میـدانی در منطقـه نمونـه‌بـرداری در معـرض محـیط (اتمسفر) نمونه‌برداری قرار دارند. این نمونه‌ها اطلاعاتی از آلودگی ناشی از روش‌های کار با نمونه و حین تماس با محیط فراهم می‌کنند.

پ.۹-۲- انواع نمونه‌برداری

از آب‌های سطحی (در اینجا رودخانه) دو نوع مختلف نمونه می‌توان برداشت نمود. ساده‌ترین نـوع کـه بـا عنـوان نمونـه گـرب[5] شناخته می‌شود در زمان، عمق و موقعیت مشخص برداشت می‌شود.

معمولا کمیت آب برداشت شده جهت انجام کلیه آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه کفایت می‌کنـد. بـا ایـن وجـود در پاره‌ای از مواقع، چنان‌چه تجهیزات نمونه‌برداری کوچک بوده و یا این‌که انجام آنالیز بر روی چندین متغیر مدنظر باشد دو نمونه گرب را می‌توان جهت برداشت نمونه در موقعیت مورد نظر استفاده و سپس نمونه برداشت شده را با یکدیگر مخلوط نمود. نمونه‌های گرب را با عنوان نمونه‌های اسپات[6] یا اسنپ[7] نیز نام می‌برند. به منظور تحقق اهداف برنامه پایش در برخی موارد لازم است از نمونـه‌هـای ترکیبی (به‌عنوان نمونه‌هایی که از نواحی مختلف جمع‌آوری شده‌اند) استفاده نمود. معمولا این نمونه‌های ترکیبـی شـامل انـواع زیـر هستند:

- نمونه‌های تلفیقی عمقی: عمدتا شامل دو یا تعداد بیش‌تری نمونه‌های جمع‌آوری شده از فواصل مشخص بـین سـطح و عمق می‌باشد. این نمونه‌ها را می‌توان با استفاده از پمپ آب (برای این منظور پمپ‌های آب شناور وجود دارد) که با نرخ پمپاژ مشخص و با سرعت ثابت آب را در فاصله این اعماق مورد نظر به سمت بالا پمپاژ می‌کند، نمونه‌گیری نمود.

1- Spiked samples
2- Bias
3-Split sample
4- Trip blank
5- Grab
6-Spat
7-Snap

- نمونه‌های تلفیقی سطحی: این نمونه‌ها از ترکیب مجموعه‌ای از نمونه‌های برداشت شده که دارای توزیع مکانی در نقاط مختلف نمونه‌برداری در سامانه آبی می‌باشند، ایجاد می‌شوند. این نمونه‌ها معمولا از یک عمق مشخص آب گرفته می‌شوند.
- نمونه‌های تلفیقی زمانی: این نمونه‌ها از تلفیق حجم‌های مساوی آب جمع‌آوری شده از یک ایستگاه نمونه‌برداری در فواصل زمانی مشخص تهیه می‌شوند.
- نمونه‌های تلفیقی بده: برای این منظور ابتدا باید ضمن برداشت نمونه‌ها اقدام به محاسبه نرخ بده در فواصل مشخص در طول دوره مطالعاتی نمود. برای این منظور بهتر است در فواصل زمانی ۲ ساعت در طول ۲۴ ساعت اقدام به نمونه‌برداری کرد. سپس نمونه تلفیقی از طریق ترکیب نمونه‌هایی که متناسب با نرخ بده در زمان نمونه‌برداری باشند به‌وجود می‌آید.
- نمونه ساحلی[1] عموما جمع‌آوری نمونه در مناطق نزدیک به ساحل شامل نمونه‌های ساده در یک نقطه خاص است. بسیار مهم است که تغییری در مکان نمونه‌برداری ایجاد نشود، مگر این که خطری ایمنی گروه یا اشخاص را تهدید کند. در چنین مواردی باید نقطه دیگری جایگزین شود و تمام جزییات نقطه جدید و دلایل ضرورت تغییر مکان در دفتر یادداشت میدانی ثبت شود. ثبت این اطلاعات باید در اسرع وقت پس از بازگشت انجام شود. برای اجتناب از آلودگی ناشی از ذرات معلق رسوب، ترجیحا نمونه‌برداری باید با استفاده از یک قایق، یا از روی لنگرگاه انجام شود و در صورت عدم امکان موارد فوق، نمونه‌بردار باید وارد آب شود و نمونه‌گیری را از نقطه‌ای انجام دهد که امواج حاصل از فعالیت، موجب تلاطم رسوب و آلودگی آب به ذرات معلق نشود. یک بطری برچسب‌دار برداشته و در عمقی مناسب که مواد (رسوب‌ها) وارد ظرف نشود، رو به جریان (در صورت وجود جریان) آب بایستاده. درپوش ظرف را برداشته و بطری را یکباره به زیر آب فرو برده تا نسبتا پر شود. درپوش ظرف را بسته و ظرف به شدت تکان داده شود. درپوش را برداشته و آب را خالی کرده یک بار دیگر این کار تکرار شود و سپس نمونه اصلی جمع شود. ظرف باید در جای سرد نگهداری شود و (درصورت لزوم) در اسرع وقت مراحل صاف‌سازی و محافظت انجام شود.
- نمونه‌برداری با قایق: اگر نمونه‌های آب باید با استفاده از قایق جمع‌آوری شوند، پیش از شروع سفر اطلاعات کامل جوی در طول زمان نمونه‌برداری باید به‌دست آید.

- **شناسایی مکان**

نقطه نمونه‌برداری از آب‌های عمیق، با استفاده از گوی‌های شناور و یا مشخصاتی از ساحل که به راحتی قابل تشخیص باشند، نشانه‌گذاری می‌شوند. نشانه‌گذاری‌ها باید هم به صورت مکتوب و هم با عکسبرداری توصیف شوند. نمونه‌برداری در زمانی صورت می‌گیرد که قایق رو به باد قرار دارد. اگر امکان توقف کامل قایق وجود ندارد، نمونه‌برداری و ثبت مشخصات محل باید به صورت هم زمان توسط دو نفر انجام شود.

1- Shore sample

- **آب سطحی**

هنگام نمونه‌برداری از آب سطحی، نمونه باید از محل دماغه قایق جمع شود، زیرا لنگر قایق در دماغه آن قرار دارد و در صورت جریان داشتن آب نیز، دماغه آن در جهت مخالف جریان آب قرار خواهد گرفت. این‌گونه اقدامات احتیاطی مانع آلوده شدن نمونه توسط بدنه قایق نیز می‌شود.

- **رودها و نهرها**

بخش عمده‌ای از نمونه‌هایی که از رودها و نهرها گرفته می‌شوند، به صورت ساده و از نقطه‌ای در سطح مقطع جریان و نزدیک به سطح برداشته می‌شوند. نمونه‌برداری به منظور ارزیابی محتوای معلق در جریان‌های سریع، به روش‌ها و تجهیزات ویژه نیاز دارد.

- **نمونه‌برداری از کناره یا ساحل رود و نهر**

در صورت امکان، نمونه‌ها باید ترجیحا از نقاط نزدیک به میانه جریان جمع شوند تا نقاط نزدیک به ساحل، زیرا این امر احتمال آلوده شدن نمونه در اثر عوامل ساحلی، ورود خاک، تاثیرات محیط از جمله گرده گیاهان و مانند آن را کاهش می‌دهد. نمونه‌برداری نباید در مکان‌هایی که اختلاط کامل بین دو یا چند جریان آب صورت نگرفته است، انجام شود. هم‌چنین باید از جمع‌آوری کف و لایه[1] سطحی اجتناب شود. اگر به خاطر شرایط محیطی ناگزیر به نمونه‌برداری از ساحل باشید، هرگونه انحراف از دستورالعمل استاندارد باید به دقت در دفتر یادداشت ثبت و در اسرع وقت به پایگاه داده‌ها منتقل شود.

- **نمونه‌برداری از روی پل**

برخی از ایستگاه‌ها به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که نمونه‌برداری از روی پل انجام شود. این امر اجازه می‌دهد که نمونه‌برداری از مرکز جریان رود یا نهر بدون نیاز به ورود به آب انجام شود. مکان دقیق نمونه‌برداری باید نشانه‌گذاری شود تا از یکسان بودن نقطه نمونه‌برداری شده رود یا نهر در دفعات مختلف اطمینان حاصل شود.

- **نمونه‌برداری از خروجی(فاضلاب)**

معمولا نمونه‌برداری توسط دارنده مجوز تخلیه (تخلیه کننده) یا سازمان کنترل کننده انجام می‌شود. نمونه‌ها از داخل جریان خروجی گرفته می‌شوند تا نماینده ترکیب آب مورد مطالعه باشند. یک نقطه مناسب، مرکز جریان خروجی است که در آن احتمال خطای ناشی از تمایل شدید برخی اجزا به شناور شدن یا ته نشین شدن پس از اختلاط با آب، به حداقل می‌رسد.

- **آب‌های پذیرنده**

مراحل نمونه‌برداری و ملاحظات ایمنی در موارد قبلی، در مورد نمونه‌برداری از آب‌های پذیرنده نیز کاربرد دارد. تعیین نقاط نمونه‌برداری کاملا بستگی به شرایط محیط دارد و برای سنجش تاثیر خروجی فاضلاب روی آب‌های پذیرنده معمولا با دارنده مجوز نیز مشورت می‌شود. تعیین نقاط شامل ملاحظات زیر است:

  - یک سایت یا مکان کنترل

1- Film

- یک سایت برای بررسی اثرات تخلیه پس از اختلاط کامل با آب‌های پذیرنده
- یک سایت برای بررسی خارج از منطقه (در پایین‌دست محل تخلیه پس از ترفیق کامل فاضلاب خروجی)

این نوع نمونه‌ها را می‌توان به صورت ساده یا ترکیبی جمع‌آوری کرد. دلایل و اساس نمونه‌برداری ترکیبی ذکر شده برای نمونه‌های خروجی فاضلاب در مورد آب‌های پذیرنده نیز به کار می‌روند. معمولا تغییرات سرعت جریان آب‌های پذیرنده در طول زمان نمونه‌برداری چندان محسوس و معنی‌دار نیست، بنابراین نمونه ترکیبی متناسب با سرعت جریان ضروری نیست.

پیوست ۱۰

تعداد نمونه‌های مورد نیاز

پ.۱۰-۱- تعداد نمونه‌های مورد نیاز

معمولا به منظور برداشت نمونه از محل پل در وسط رودخانه در جایی‌که اختلاط آب به‌خوبی صورت می‌گیرد باید در چندین نقطه در عرض و عمق رودخانه نمونه‌برداری انجام شده و آنها را آنالیز نمود. چنان‌چه نتایج به‌دست آمده در ارتباط با عامل مورد نظر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته باشند، یک ایستگاه را می‌توان به‌عنوان شاخص در وسط رودخانه یا سایر نواحی با دسترسی آسان در نظر گرفت. چنان‌چه نتایج به‌دست آمده از آنالیز به لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت داشته باشد، باید اقدام به برداشت نمونه ترکیبی[1] از نقاط مختلف در مقطع عرضی رودخانه نمود. معمولا هر چه تعداد نقاط برداشت شده بیش‌تر باشد نمونه ترکیبی به‌عنوان شاخص بهتری از کل کیفیت آب رودخانه خواهد بود. به هر حال نمونه‌برداری از ۳ تا ۵ نقطه کافی می‌باشد، البته هر چه مقطع عرضی رودخانه باریک باشد تعداد نمونه‌ها نیز کاهش می‌یابد. در جدول شماره پ. ۱۰-۱ تعداد نمونه‌برداری پیشنهادی جهت تهیه نمونه ترکیبی با توجه به ابعاد رودخانه و میزان جریان آن ارائه شده است.

جدول پ. ۱۰-۱- تعداد نمونه پیشنهادی جهت تهیه نمونه ترکیبی در آب‌های جاری [۱۷]

متوسط بده (متر مکعب در ثانیه)	نوع جریان جاری	تعداد نقاط نمونه‌برداری (عرض)	تعداد نمونه‌برداری در عمق
کم‌تر از ۵	نهر و جویبار	۲	۱
بین ۵ تا ۱۴۰	رودخانه کوچک	۴	۲
بین ۱۵۰ تا ۱۰۰۰	رودخانه	۶	۳
بالاتر از ۱۰۰۰	رودخانه بزرگ	بیش‌تر یا مساوی ۶	۴

هر چند محل نمونه‌برداری را می‌توان بر روی نقشه یا تصاویر هوایی شناسایی نمود اما با این وجود تصمیم نهایی در این زمینه مستلزم شناسایی موقعیت دقیق ایستگاه نمونه‌برداری بعد از مطالعات میدانی است.

محل مناسب نمونه‌برداری در پروفیل عرضی رودخانه نیز بسته به عمق رودخانه، جنس بستر، عرض رودخانه و سایر شرایط متفاوت است لیکن به‌طور معمول در ۱:۳ عمق و در وسط رودخانه محل مناسبی می‌باشد.[2]

- روش آماری تعیین فراوانی نمونه‌برداری

براساس تحلیل‌های آماری داده‌های جمع‌آوری شده از شبکه پایش موجود، فراوانی نمونه‌برداری را می‌توان تعیین نمود که یکی از جنبه‌های اصلی بازنگری در طراحی شبکه است. جهت تخمین دقیق میانگین یک متغیر کیفی، لازم است تغییرپذیری (واریانس) آن مورد توجه قرار گیرد. به عبارتی هرقدر واریانس یک متغیر بیش‌تر باشد، جهت تخمین میانگین آن به تعداد نمونه‌های بیش‌تری نیاز خواهد بود.[3]

جهت تعیین حدود اطمینان میانگین (سالانه) یک متغیر کیفی، لازم است واریانس میانگین آن محاسبه گردد. اگر واریانس جمعیت نمونه σ^2 باشد، و n نمونه وجود داشته باشد، واریانس میانگین از رابطه زیر به دست می‌آید:

1- Composite sample
2- TNRCC1999
3- Sanders et al.1983

$$\mathrm{var}(\bar{x}) = \frac{\sigma^2}{n}$$

برای سطح اطمینان $\alpha-۱۰۰$، حدود اطمینان میانگین عبارت است از:

$$\left[\bar{x} - z_{\alpha/2}\mathrm{var}(\bar{x})^{1/2} \le \mu \le \bar{x} + z_{\alpha/2}\mathrm{var}(\bar{x})^{1/2}\right]$$

که در آن μ میانگین جمعیت نمونه و $z_{\alpha/۲}$ متغیر نرمال استاندارد با سطح $\alpha/۲$ می‌باشد. با جایگزینی و مرتب سازی، رابطه زیر جهت تخمین n به دست می‌آید:

$$n \ge \left[\frac{z_{\alpha/2}\sigma}{\mu - \bar{x}}\right]^2$$

نظر به این‌که انحراف معیار جمعیت (σ) معلوم نیست، به جای آن از انحراف معیار نمونه (s) استفاده می‌شود. به این دلیل لازم است به جای توزیع نرمال از توزیع t– استیودنت استفاده گردد. هم‌چنین تفاضل $\mu - \bar{x}$ یا E به عنوان خطا (ی مجاز) به صورت درصدی از میانگین در نظر گرفته می‌شود. بنابراین:

$$n \ge \left[\frac{t_{1-\alpha/2}s}{E}\right]^2$$

پارامتر s براساس دادهای موجود به دست می‌آید. هم‌چنین یک مقدار برای E به عنوان خطای مجاز در نظر گرفته می‌شود (مثلا ۵ یا ۱۰ درصد). جهت محاسبه $t_{\alpha/۲}$ نیاز به درجه آزادی است که برابر $n-۱$ است. اما n معلوم نیست. بنابراین باید به صورت سعی و خطا عمل شود. ابتدا یک n فرض شده و $t_{\alpha/۲}$ از جدول مربوط به دست می‌آید. سپس n از رابطه فوق حاصل می‌گردد و جایگزین n فرضی اولیه می‌شود. محاسبات مجددا تکرار می‌شود تا در دو تکرار متوالی مقدار n ثابت شود.

به عنوان مثال فرض کنید میانگین و انحراف معیار یک متغیر کیفی به ترتیب برابر ۵۰۰ و ۲۰۰ و خطای مجاز برابر ۵٪ باشد. برای سطح اطمینان ۹۵٪ با فرض اولیه $n = ۳۰$:

$$1-\alpha = 0.95 \Rightarrow \alpha = 0.05;\ \alpha/2 = 0.025;\ 1-\alpha/2 = 0.975$$

$$\nu = n-1 = 29;\quad t_{1-\alpha/2,\nu} = 2.04 \Rightarrow n \ge \left[\frac{2.04\times 200}{0.05\times 500}\right]^2 = 266$$

$$\nu = n-1 = 365;\quad t_{1-\alpha/2,\nu} \cong 1.97 \Rightarrow n \ge \left[\frac{1.97\times 200}{0.05\times 500}\right]^2 = 248$$

$$\nu = n-1 = 247;\quad t_{1-\alpha/2,\nu} = 1.97 \Rightarrow n \ge \left[\frac{1.97\times 200}{0.05\times 500}\right]^2 = 248$$

لذا به تعداد ۲۴۸ نمونه نیاز می‌باشد.

پیوست ۱۱

تجهیزات نمونه‌برداری

پ.۱۱-۱- نمونه‌بردار اکسیژن محلول

این وسیله شامل یک لوله فلزی به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول ۳ سانتی‌متر با انتهای بسته در یک سمت و در پوش متحرک در سمت دیگر می‌باشد. در این لوله یک محفظه به‌گونه‌ای قرار داده می‌شود که یک بطری BOD با حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر در آن قرار می‌گیرد به‌گونه‌ای که درب بطری ۲ تا ۳ سانتی‌متر زیر درب دستگاه نمونه‌بردار واقع شود. درب بطری حاوی یک لوله است که به سمت پایین جایی که بطری BOD قرار دارد، گسترش می‌یابد. قسمت بالای این لوله باز بوده که از طریق قسمت خارجی نمونه‌برداری با آب پر می‌شود. یک لوله دوم نیز که همراه با قسمت داخل درب بطری یا آب پر شده و حدود ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر به سمت بالا امتداد پیدا می‌کند. در پاره‌ای از موارد این لوله دوم با چارچوب دستگاه نمونه‌برداری که به‌وسیله طناب بسته می‌شود تلفیق می‌شود.

زمانی‌که از دستگاه استفاده می‌شود بطری BOD در محفظه مربوط قرار داده شده، درب دستگاه به خوبی در جای خود محکم و سپس نمونه‌بردار را به عمقی که قرار است از آن نمونه برداشت شود می‌فرستند.

از طریق لوله بالایی هوا به طور متوالی خارج شده و هم‌زمان از طریق لوله پایین آب به داخل بطری BOD جریان می‌یابد. از آن‌جا که حجم نمونه‌بردار حداقل ۵ برابر حجم بطری نمونه‌برداری است بنابراین آب ورودی حداقل ۴ بار از دستگاه خارج شده و آبی که نهایتا در بطری باقی می‌ماند. هیچ‌گونه تماس با هوایی که قبلا در داخل نمونه‌بردار وجود داشته نخواهد داشت.

به شرطی که دستگاه به آرامی به سمت پایین انتقال یافته تا در عمقی که قرار است نمونه برداشت شود قرار داده شود، دستگاه منعکس‌کننده محتوی اکسیژن در عمق مورد نظر خواهد بود. چنان‌چه قرار باشد یک نمونه از اعماق زیاد برداشت شود، می‌توان جلوی جریان ورودی به درون نمونه‌بردار از طریق یک چوب‌پنبه و یا وسیله مشابه گرفت. این وسیله پس از رسیدن دستگاه به عمق مورد نظر برداشته می‌شود.

هنگامی که دستگاه به سطح آب برگردانده شود، درب دستگاه برداشته شده و یک شیشه مات قبل از برداشت بطری BOD بر روی آن قرار داده می‌شود. در این حالت آب باقی‌مانده در نمونه‌برداری را می‌توان جهت انجام آنالیزهای شیمیایی بر روی آن مورد استفاده قرار داد. با این وجود شایان ذکر است که این آب حین انتقال نمونه‌برداری بین سطح و عمقی که نمونه اکسیژن محلول از آن برداشت شده به درون آن انتقال یافته است، علاوه بر این با توجه به حجم ۱/۵ لیتری آن به نظر می‌رسد که میزان آن برای انجام کلیه آنالیزهای موردنظر کافی باشد.

پ.۱۱-۲- نمونه‌بردار عمق آب

این وسیله که گاهی اوقات از آن به عنوان گرب نیز نامیده می‌شود به‌گونه‌ای طراحی شده است که قادر به برداشت نمونه از هر عمقی را داشته باشد. این وسیله از یک لوله با قطر تقریبی ۱۰ سانتی‌متر و طول ۳۰ سانتی‌متر تشکیل شده که به یک چارچوب که در امتداد آن حرکت می‌کند، متصل شده است. این چارچوب در دو انتها دارای برجستگی‌هایی بوده که مانع افتادن لوله می‌شود. قسمت‌های انتهایی لوله دارای لبه‌های فلزی بوده که به‌وسیله قفل‌های فلزی در حالت کاملا بسته نگه داشته می‌شوند. با آوردن

اندکی فشار به یک اهرم می‌توان قفل فنری را باز نمود. به منظور نمونه‌برداری وزنه‌ای (که با عنوان پیام‌آور خوانده می‌شود) از طریق طنابی که به نمونه‌برداری متصل است به سمت پایین انتقال یافته همراه با لغزش چفت فنری درب نمونه‌برداری بسته می‌شود.

هنگامی که از نمونه‌بردار استفاده می‌شود، برآمدگی‌های انتهایی، درب وسیله را در حالت باز نگه می‌دارند. به محض این‌که نمونه‌بردار با طناب به عمق مورد نظر فرستاده می‌شود آب از طریق انتهای باز دستگاه وارد شده، و به این ترتیب آب موجود در دستگاه نمونه‌برداری نماینده آب موجود در همان عمق می‌باشد. هنگامی که نمونه‌بردار به یک بطری نمونه‌برداری منتقل می‌شود، نمونه‌ای که به این ترتیب به دست می‌آید را می‌توان برای تمامی آنالیزها به جز اکسیژن محلول مورد استفاده قرار داد.

پ.۱۱-۳- نمونه‌بردار چند منظوره

نمونه‌بردار چند منظوره مرسوم‌ترین وسیله نمونه‌برداری در نهرها و رودخانه‌ها به شمار می‌رود. این وسیله از یک بلوک سنگین مجهز به گیره‌ها و یا ابزار مشابه به منظور نگهداری یک بطری نمونه‌برداری، یک مکان به منظور نگهداری موقعیت وسیله در آب‌های جاری و نهایتا حلقه‌هایی در بالا و پایین که طناب به آنها وصل می‌شود، تشکیل شده است. یک انتهای طناب را می‌توان به حلقه بالایی متصل نمود که در این حالت یک ابزار که حداقل اصطکاک را ایجاد نماید بین طناب و حلقه پایینی متصل شده و در این بطری را در هنگام پایین بردن در حالت معکوس نگه می‌دارد. در یک حالت دیگر می‌توان دو طناب را مورد استفاده قرار داد به‌گونه ای که یکی از آنها به حلقه پایین و دیگری به حلقه بالایی متصل می‌شود.

هر دوی این سامانه‌ها به‌گونه‌ای عمل می‌کنند که هنگام پایین بردن وسیله به حالت معکوس می‌باشند در حالتی که به محض رسیدن به عمق مورد نظر مجددا به حالت اصل خود باز می‌گردد. این وسیله به منظور نمونه‌برداری از نقاط کم‌عمق بسیار مناسب می‌باشد.

به منظور نمونه‌برداری از نقاط عمیق‌تر پس از انتقال نمونه‌بردار به صورت معکوس به عمق مورد نظر با کشیدن طناب مجددا به حال اول باز گردانده می‌شود. علیرغم این‌که ممکن است در حین انتقال نمونه‌بردار به پایین، مقداری آب به آن وارد شود، اما این وسیله از این مزیت برخوردار است که نیازی به انتقال نمونه برداشت شده به ظرف دیگری جهت انتقال به آزمایشگاه نمی‌باشد. با این وجود شایان توجه است که نمونه برداشت شده از طریق این نمونه‌برداری را نمی‌توان جهت اکسیژن محلول مورد استفاده قرار داد

پیوست ۱۲

راهنمای تکمیل کاربرگ‌های ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی

پ.۱۲-۱- راهنمای تکمیل کاربرگ‌های ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی

- به هنگام ثبت داده‌ها به واحد اندازه‌گیری پارامتر موردنظر توجه شود.
- در مواردی که امکان اندازه‌گیری یک یا چند پارامتر وجود ندارد در ستون مربوطه خط تیره (-) قرار داده شود.
- درصورتی‌که مقدار یک پارامتر صفر یا ناچیز می‌باشد عبارت «ناچیز» ذکر گردد.
- درصورتی‌که برای یک پارامتر بیش از یک گزینه وجود دارد، شماره همه گزینه‌ها به ترتیب الویت نوشته شود.
- **نام ایستگاه سنجش:** منظور نام و یا کد ایستگاهی است که اندازه‌گیری پارامترهای کیفی در آن انجام می‌گیرد.
- **نام شاخه:** منظور نام شاخه‌ای از رودخانه است که ایستگاه سنجش بر روی آن قرار دارد. درصورتی‌که شاخه مورد نظر فاقد نام مشخصی می‌باشد، نام شاخه اصلی به همراه نام نزدیک‌ترین آبادی به شاخه مورد نظر نوشته شود.
- **درجه شاخه:** منظور از درجه شاخه وضعیت آن نسبت به شاخه اصلی می‌باشد و به صورت اعداد از ۱ تا ۵ بیان می‌گردد.
- **محل اتصال شاخه:** منظور مختصات (X,Y,Z) محل اتصال شاخه فرعی به شاخه اصلی می‌باشد.
- **نوع ایستگاه سنجش:** منظور از نوع ایستگاه یکی از حالات زیر می‌باشد:

۱- ایستگاه آب‌سنجی ۲- ایستگاه پایش کیفی دایمی ۳- ایستگاه پایش کیفی موقت ۴- سایر (ذکر شود.)

- **فاصله از ایستگاه قبلی:** منظور فاصله ایستگاه سنجش مورد نظر از اولین ایستگاه سنجش کیفی در بالادست می‌باشد. این فاصله برحسب کیلومتر و براساس طول خط‌القعر رودخانه بین دو ایستگاه می‌باشد.
- **وضعیت عمومی منطقه:** منظور مشاهدات عمومی نمونه‌بردار در محل نمونه‌برداری می‌باشد. این مشاهدات می‌توانند شامل موارد زیر باشند:
  - کاربری اراضی:

۱- کشاورزی ۲- صنعتی ۳- معدنی ۴- شهری و روستایی ۵- تفریحی و توریستی ۶- مناطق حفاظت شده ۷- بایر

عوارض و پدیده‌های خاص:

۸- کوه ۹- تپه ۱۰- دشت ۱۱- گسل ۱۲- سازندهای خاص

- **وضعیت پوشش گیاهی:** منظور نوع و تراکم پوشش گیاهی به صورت زیر می‌باشد:
  - نوع پوشش گیاهی:

۱- جنگل پهن برگ ۲- جنگل سوزنی برگ ۳ – مرتع علفی ۴- مرتع بوته‌ای ۵- کشاورزی- زراعت ۶- کشاورزی- باغ

  - تراکم پوشش گیاهی:

۱- بسیار کم (۱۵٪ - ۰ ٪) ۲- کم (۳۵٪ - ۱۵٪) ۳- متوسط (۳۵٪ - ۱۵٪) ۴- زیاد (۶۰٪ - ۳۵٪)

۵- بسیار زیاد (۶۰٪ <)

- **روش اندازه‌گیری بده:** منظور روش اندازه‌گیری بده یکی از حالات زیر می‌باشد:

۱- گیج ۲- اشل ۳- مولینه ۴- سایر (ذکر شود)

- **تاریخ آخرین بارندگی مهم:** منظور تاریخ وقوع آخرین بارندگی مهم که موجب ایجاد رواناب گردیده است، می‌باشد.
- **عمق رودخانه:** منظور میانگین عمق رودخانه در محل ایستگاه سنجش می‌باشد.
- **تاریخ و ساعت نمونه‌برداری:** به صورت روز/ ماه/ سال (برای مثال ۱۳۸۰/۳/۳) و ساعت نمونه‌برداری به صورت دقیقه ساعت (برای مثال۱۴۳۵) نوشته شود. توجه شود که ساعت باید در مقیاس ۲۴۰۰ (دوهزار و چهارصد) نوشته شود.
- **وضعیت جریان:** منظور از وضعیت جریان یکی از حالات زیر می‌باشد:

۱- بدون جریان ۲- کم ۳- معمولی ۴- سیلابی ۵- زیاد ۶- خشک

- در حالت بدون جریان در رودخانه آب جریان ندارد ولی در حفره‌ها و بستر رودخانه آب وجود دارد. در حالت خشک بستر رودخانه کاملا خشک می‌باشد.
- **وضعیت ظاهری آب:** منظور از وضعیت ظاهری آب وضعیت آب از نظر پارامترهای زیر می‌باشد:

۱- بو ۲- کدورت ۳- رنگ ۴- آبزیان (ماهیان و سایر جانوران) ۵- گیاهان ۶- کف آلودگی ۷- سایر (ذکر شود)

- **کاربری رودخانه:** منظور کاربرد اصلی آب رودخانه به یکی از صورت‌های زیر می‌باشد:

۱- شرب ۲- کشاورزی ۳- صنعت ۴- پرورش ماهی ۵- حفظ زیست‌بوم و محیط زیست ۶- سایر (ذکر شود)

- **تاسیسات و سازه‌های بالادست ایستگاه:**

۱- سد ۲- گابیون ۳- بند ۴- کانال ۵- پل ۶- جاده

- **تاسیسات و سازه‌های نزدیک منبع آبی:**

۱- سد ۲- بند ۳- کانال آبیاری ۴- زهکش ۵- جاده ۶- مخازن سوختی ۷- دفن زباله ۸- بیمارستان ۹- گورستان ۱۰- چاه‌های فاضلاب

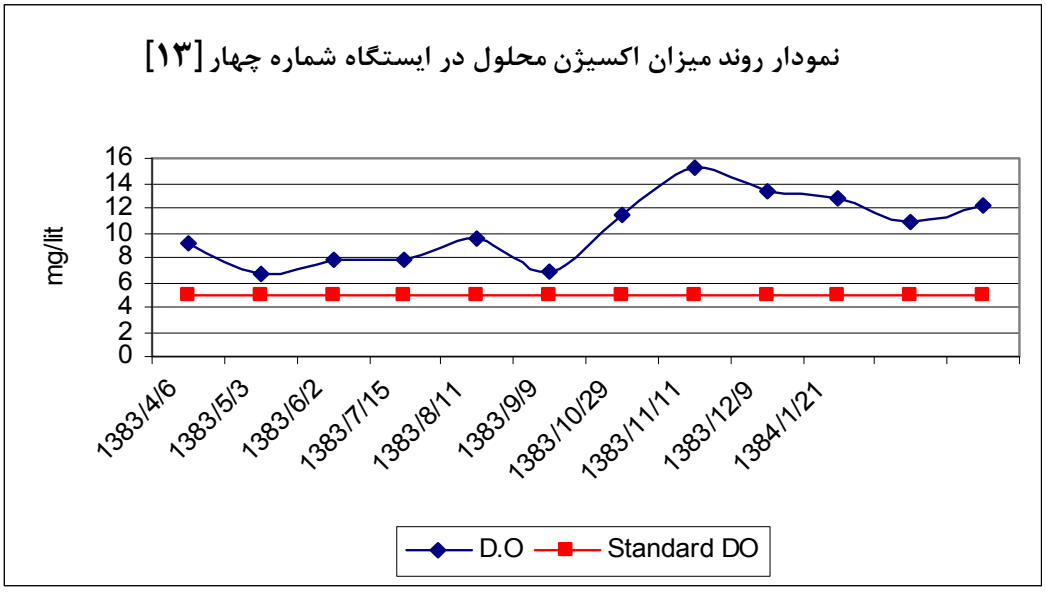
- **کاربری منبع آب:** منظور کاربرد اصلی منبع آب به صورت یکی از مصارف زیر می‌باشد:

۱- شرب ۲- کشاورزی ۳- صنعت ۴- پرورش ماهی ۵- حفظ زیست‌بوم و محیط زیست ۶- سایر (ذکر شود)

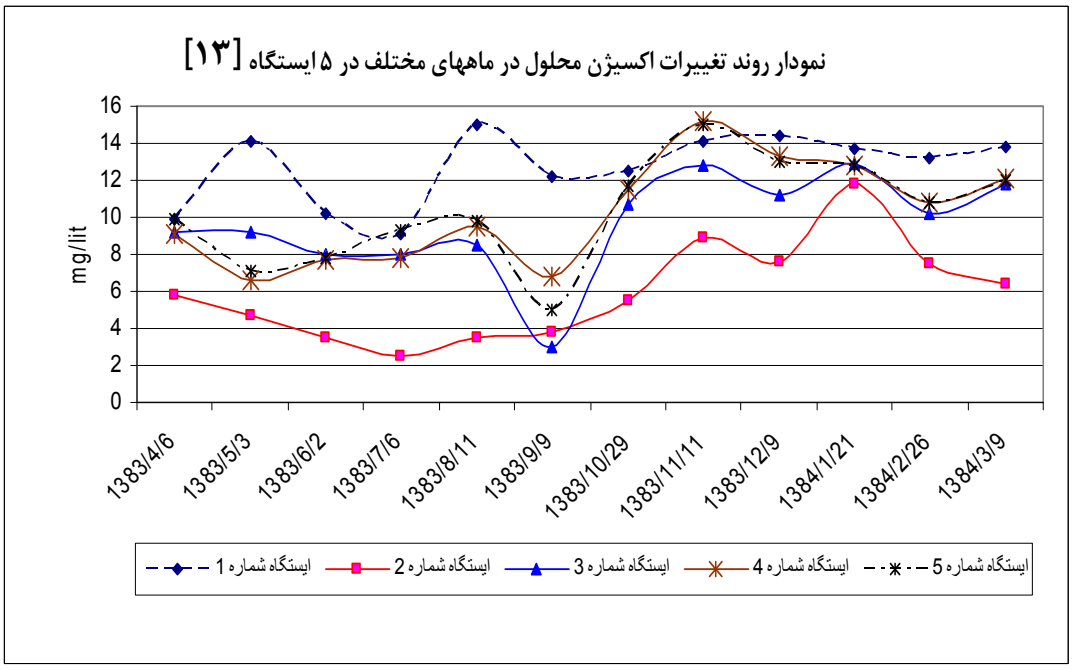
- **تاریخ نمونه‌برداری:** منظور تاریخ نمونه‌برداری به صورت روز/ ماه/ سال (برای مثال ۱۳۸۰/۳/۳) می‌باشد.
- **تاریخ آخرین بارندگی مهم:** منظور تاریخ وقوع آخرین بارندگی مهم که موجب ایجاد رواناب گردیده است، می‌باشد.

پیوست ۱۳

مثال‌هایی از نمودارها و جداول مربوط به تجزیه و تحلیل داده‌ها



نمودار پ.۱۳-۱- روند تغییرات میزان اکسیژن محلول در یک ایستگاه و مقایسه آن با استاندارد (حداقل)



نمودار پ. ۱۳-۲- روند تغییرات میزان اکسیژن محلول در ۵ ایستگاه در یک حوضه

جدول پ-۱۳-۱- نتایج اندازه‌گیری میزان اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مختلف در ۱۲ ماه [۱۳]

ایستگاه	پارامتر	واحد	تاریخ نمونه‌برداری												میانگین	حداکثر	حداقل
			۱۳۸۳/۴/۶	۱۳۸۳/۵/۳	۱۳۸۳/۶/۲	۱۳۸۳/۷/۶	۱۳۸۳/۸/۱۱	۱۳۸۳/۹/۹	۱۳۸۳/۱۰/۲۹	۱۳۸۳/۱۱/۱۱	۱۳۸۳/۱۲/۹	۱۳۸۴/۱/۲۱	۱۳۸۴/۲/۲۶	۱۳۸۴/۳/۹			
ایستگاه شماره ۱	اکسیژن محلول	میلی‌گرم در لیتر	۹/۹۵	۱۴/۱	۱۰/۲۱	۹/۱	۱۵	۱۲/۲	۱۲/۵	۱۴/۱	۱۴/۴	۱۳/۷	۱۳/۲	۱۳/۸	۱۲/۶۹	۱۵/۰۰	۹/۱۰
ایستگاه شماره ۲			۵/۸۳	۴/۷	۳/۵	۲/۵	۳/۵	۳/۸	۵/۵	۸/۹	۷/۶	۱۱/۸	۷/۵	۶/۴	۵/۹۶	۱۱/۸۰	۲/۵۰
ایستگاه شماره ۳			۹/۲۲	۹/۲	۸	۸	۸/۵	۳/۰۵	۱۰/۷	۱۲/۸	۱۱/۲	۱۲/۹	۱۰/۲	۱۱/۸	۹/۶۳	۱۲/۹۰	۳/۰۵
ایستگاه شماره ۴			۹/۰۸	۶/۶۵	۷/۷۴	۷/۸	۹/۵	۶/۸	۱۱/۵	۱۵/۲	۱۳/۳	۱۲/۸	۱۰/۸	۱۲/۱	۱۰/۲۷	۱۵/۲۰	۶/۶۵
ایستگاه شماره ۵			۹/۹۵	۷/۱۲	۷/۸	۹/۳	۹/۷۸	۵	۱۱/۷	۱۵	۱۳	۱۲/۸	۱۰/۸	۱۲	۱۰/۳۵	۱۵/۰۰	۵/۰۰

پ.۱۳-۱- خلاصه تجزیه و تحلیل تغییرات اکسیژن [۱۳]

- **اکسیژن محلول (DO)**

میزان حداقل و حداکثر مطلق اکسیژن محلول در رودخانه‌های محدوده مطالعاتی به ترتیب ۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه شماره ۲ و ۱۵/۲ میلی‌گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه شماره ۴ می‌باشد. هم‌چنین متوسط حداقل و حداکثر به ترتیب ۵/۹۸ میلی‌گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه شماره ۲ و ۱۲/۶۹میلی‌گرم بر لیتر مربوط به ایستگاه شماره ۱ می‌باشد.

میزان اکسیژن محلول در آب با بده رابطه مستقیمی دارد به‌طوری‌که با افزایش بده میزان اکسیژن محلول نیز افزایش می‌یابد. از آن‌جا که ایستگاه شماره ۱ در پایین دست سد Y قرار دارد خروج آب از دریچه‌های سد با بده بالا باعث افزایش میزان اکسیژن محلول در آب می‌گردد، از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر میزان اکسیژن محلول وجود مواد آلی در آن می‌باشد که وجود این مواد میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی و شیمیایی را افزایش داده و باعث کاهش میزان اکسیژن محلول می‌شود. بر این اساس می‌توان بیان داشت که مهم‌ترین عامل کاهش اکسیژن محلول در ایستگاه شماره ۲ که در خروجی شهر X قرار دارد ورود فاضلاب‌های حاوی مواد آلی شهر X به رودخانه می‌باشد.

با توجه به استاندارد کیفی آب رودخانه EPA، میزان اکسیژن محلول در آب که حداقل ۵ میلی‌گرم می‌باشد و هم‌چنین در نمودار می‌توان بیان داشت که مقدار این پارامتر در ایستگاه‌های ۱، ۳، ۴ و ۵ در حد استاندارد بوده ولی در ایستگاه شماره ۲ در ماه‌های کم آبی پایین‌تر از حد مجاز و در ماه‌های پر آبی این میزان در حد استاندارد قرار می‌گیرد.

منابع و مراجع

۱- راهنمای آزمایش آب و فاضلاب – وی دین آدامز – خانم دکتر صادقی – انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست – ۱۳۷۹

۲- مهارآلودگی آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی – گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه – کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران – ۱۳۸۱

۳- هیدرولوژی کاربردی – دکتر محمد مهدوی - انتشارات دانشگاه تهران – ۱۳۷۱

۴- راهنمای کنترل و تضمین کیفیت نمونه‌برداری از آب‌های سطحی و خروجی فاضلاب – گروه آلاینده‌های محیط زیست پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی

۵- طرح شبکه بهینه سنجش منابع آب کشور – جلد دوم مطالعات کیفیت و آلودگی منابع آب – شرکت مهندسی مشاور جاماب – ۱۳۸۲

۶- دستورالعمل نمونه‌برداری آب نشریه شماره ۲۷۴ - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۷- دستورالعمل تعیین اسیدیته و قلیاییت و تعیین نیتروژن آب نشریه شماره ۲۶۶ - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۸- دستورالعمل آمار برداری منابع آب نشریه شماره ۳۳۰ - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۹- دستورالعمل آزمون میکروبیولوژی آب نشریه شماره ۲۵۹- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۱۰- راهنمای مطالعات ظرفیت تعیین خودپالایی رودخانه نشریه شماره ۴۸۱ - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

۱۱- آمارنامه سال ۱۳۷۵ – سازمان آمار کشور

۱۲- گزارش‌های هیدرولوژی و هواشناسی حوضه‌های مختلف کشور – شرکت جاماب ۱۳۷۵ – وزارت نیرو

۱۳- گزارش مطالعات کیفی آب رودخانه ژاوه - شرکت مشانیر – وزارت نیرو ۱۳۸۵.

14- Water Quality Monitoring – (UNEP-WHO) – Jamic B- E&FN Spon -1996

15- Water Quality Assessment – UNESCO , WHO, UNEP- London 1996

16- Environmental Monitoring Handbook – Frak R. Burden – Mc Graw Hill- 2002

17- Principles of surface water quality modeling and control- Robert V. Thomann , John A. Muller – Harper & Row Publishers – New York- 1987

18- Water Quality Standards – Hand Book – Second edition – EPA – August 1994

19- Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual Monitoring Water Quality – Office of water EPA- 1997

20- National Field Manual for the Collection of Water Quality Data – USGS- 2005

21- Virginia Department of Environmental Quality Millennium 2000 Water Quality Monitoring Strategy (2004 Revision)

22- Standard Method 2005