جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها

نشریه شماره ۵۵۱

معاونت امور فنی

دفتر نظام فنی اجرایی

http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو

دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا

http://seso.moe.org.ir

۱۳۹۰

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۱۰۰/۱۶۹۲۳
	تاریخ:	۱۳۹۰/۲/۲۷

موضوع: دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویبنامه شماره ٤٢٣٣٩/ت٣٣٤٩٧هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «**دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، با ارسال نسخه‌ای از آن به دفتر نظام فنی اجرایی رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

ابراهیم عزیزی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

Email:tsb.dta@mporg.ir **web:** http://tec.mporg.ir/

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

مدیریت تقاضا و تامین آب برای کاربری‌های مختلف با در نظر گرفتن محدودیت‌های کمی و کیفی، شناسایی، کنترل و کاهش آلاینده‌های آب به منظور ارتقای شاخص‌های کیفیت منابع آب و حفظ محیط زیست از رویکردهای مدیریت منابع آب کشور محسوب می‌شود. در این راستا شناسایی و پایش کیفیت منابع آب از جمله مخازن سدها به عنوان یکی از گام‌های اصلی مدیریت کیفیت منابع آب، جایگاه ویژه‌ای دارد. به‌طوری‌که در تبصره ۲ ماده ۱۰۶ قانون برنامه سوم توسعه با موضوع توسعه و تجهیز شبکه‌های آماربرداری از منابع آب کشور و ایجاد و توسعه شبکه‌های اندازه‌گیری منابع آلوده کننده آب و تقویت مبانی مدیریت کیفیت آب تأکید ویژه‌ای بر این موضوع شده است. برنامه‌ریزی و عملیاتی کردن این موضوع مستلزم تدوین استانداردها و ضوابط مورد نیاز به منظور پوشش نیازهای اطلاعاتی بخش‌های مختلف مدیریت آب، کاهش هزینه اجرای برنامه‌های پایش، جلوگیری از موازی کاری و ... می‌باشد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه نشریه «دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها» را با هماهنگی دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تأیید و ابلاغ به عوامل ذینفع فنی اجرایی کشور به معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور (دفتر نظام فنی اجرایی) ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ ت۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

نشریه حاضر به منظور هماهنگ و استانداردسازی روش‌های طراحی و اجرای برنامه‌های پایش کیفیت مخازن سدها و با هدف برنامه‌ریزی و مدیریت این منابع تهیه شده است. در تهیه این دستورالعمل از تجربیات بین‌المللی و داخلی به‌ویژه نتایج پروژه‌های مشابه در کشور استفاده شده است. هم‌چنین در روش‌های ارائه شده ملاحظات فنی و اجرایی، نیروی انسانی و منابع مالی مورد توجه قرار گرفته است.

بدین‌وسیله معاونت نظارت راهبردی از تلاش و جدیت کارشناسان این دفتر و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس حاج‌رسولیها و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید از ایزد منان توفیق روزافزون آنان را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۹۰

omoorepeyman.ir

ترکیب اعضای تهیه‌کننده، کمیته و ناظران تخصصی

این دستورالعمل در **موسسه آب دانشگاه تهران** و همکاری افراد زیر تهیه شده است. اسامی این افراد به ترتیب حروف الفبا به شرح زیر می‌باشند:

آقای محمدعلی بنی‌هاشمی	موسسه آب دانشگاه تهران	دکترای هیدرولیک
آقای رامتین تاج‌الدین	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس عمران
آقای همایون ذاکر	شرکت مهندسی مشاور آب و محیط خاورمیانه	دکترای هیدرولیک
آقای محمدرضا سالاری	شرکت مهندسی مشاور آب و محیط خاورمیانه	فوق‌لیسانس عمران
آقای دکتر محسن سعیدی	دانشگاه علم و صنعت ایران	دکترای مهندسی محیط زیست
خانم رویا نزاکتی اسماعیل‌زاده	کارشناس آزاد	دکترای علوم محیط زیست

گروه نظارت که مسوولیت نظارت تخصصی بر تدوین این دستورالعمل را بر عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای علی نظری‌دوست	سازمان حفاظت محیط زیست	دکترای علوم محیط زیست
خانم مهین کاظم‌زاده	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور – وزارت نیرو	لیسانس مهندسی راه و ساختمان
آقای سیدحسین هاشمی	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای مهندسی محیط زیست

اعضای کمیته تخصصی محیط زیست طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور که بررسی و تایید دستورالعمل حاضر را به عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای کوشیار اعظم واقفی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	لیسانس مهندسی شیمی
خانم عالیه ثابت‌رفتار	دانشگاه آزاد اسلامی	دکترای علوم محیط زیست
آقای محمدعلی حامدی	شرکت مهندسین مشاور رویان	دکترای برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای
آقای جواد حسن‌نژاد	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مدیریت محیط زیست
آقای بهروز دهزاد	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای اکولوژی آب‌های داخلی
خانم نادیا روستایی	سازمان حفاظت محیط زیست	فوق‌لیسانس مهندسی شیمی
خانم مهین کاظم‌زاده	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور – وزارت نیرو	لیسانس مهندسی راه و ساختمان
آقای محمد محمدی	دانشگاه جامع علمی کاربردی	دکترای علوم محیط زیست
آقای سیدرضا یعقوبی	شرکت اندیشه زلال	فوق‌لیسانس محیط زیست

همکاران دفتر نظام فنی اجرایی در هدایت و راهبری پروژه:

آقای علیرضا دولتشاهی	دفتر نظام فنی اجرایی	لیسانس مهندسی کشاورزی
خانم فرزانه آقارمضانعلی	دفتر نظام فنی اجرایی	فوق‌لیسانس مهندسی صنایع
خانم ساناز سرافراز	دفتر نظام فنی اجرایی	فوق‌لیسانس مهندسی منابع آب

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول- کلیات	**۵**
۱-۱- مقایسه مخازن پشت سدها با دریاچه‌های طبیعی	۷
۱-۲- ویژگی‌های بدنه‌های آبی	۸
۱-۲-۱- ویژگی‌های هیدرودینامیکی	۹
۱-۲-۲- ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی	۱۰
۱-۲-۳- ویژگی‌های زیستی	۱۱
۱-۳- پایش و ارزیابی کیفیت آب	۱۱
۱-۳-۱- تبیین اهداف پایش	۱۲
۱-۳-۲- سطوح مختلف پایش	۱۴
فصل دوم - دستورالعمل چگونگی تعیین ایستگاه‌های پایش	**۱۷**
۲-۱- تعیین محدوده طرح	۱۹
۲-۲- نحوه شناسایی ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست مخزن سد	۱۹
۲-۲-۱- شناسایی کاربری اراضی موجود و مصارف مختلف منابع آبی	۱۹
۲-۲-۲- شناسایی ویژگی‌های زمین‌شناسی و فیزیوگرافی	۲۰
۲-۲-۳- شناسایی ویژگی‌های هواشناسی	۲۱
۲-۲-۴- نحوه بررسی شدت فرسایش حوضه آبریز بالادست سد و رسوبات ورودی به مخزن	۲۱
۲-۲-۵- نحوه بررسی تراکم پوشش گیاهی	۲۲
۲-۲-۶- طرح‌ها و برنامه‌های توسعه در حوضه آبریز بالادست موثر در کیفیت آب مخزن	۲۲
۲-۳- چگونگی شناسایی منابع آلاینده	۲۳
۲-۳-۱- منابع آلاینده نقطه‌ای	۲۳
۲-۳-۲- منابع آلاینده غیرنقطه‌ای	۲۳
۲-۴- نحوه تعیین ایستگاه‌های پایش	۲۴
۲-۴-۱- بررسی انواع ایستگاه‌های پایش	۲۴
۲-۴-۲- تعیین معیارهای انتخاب ایستگاه‌های پایش	۲۵
۲-۴-۳- بررسی مقدماتی	۲۵
۲-۴-۴- تعیین نقاط پایش	۲۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل سوم- دستورالعمل چگونگی تعیین پارامترهای مورد سنجش	**۳۱**
۳-۱- نحوه شناسایی پتانسیل آلاینده‌ها در هر مخزن	۳۳
۳-۱-۱- بررسی سوابق موجود در خصوص اطلاعات کیفیت آب اعم از شیمیایی و زیستی	۳۳
۳-۱-۲- بررسی وضعیت موجود کیفیت آب مخزن	۳۳
۳-۱-۳- بازدید صحرایی از سواحل راست و چپ	۳۴
۳-۱-۴- سایر مشاهدات	۳۴
۳-۲- نحوه انتخاب پارامترهای مورد سنجش براساس انواع آلودگی منابع	۳۵
۳-۲-۱- سنجش بده	۳۵
۳-۲-۲- پارامترهای مورد سنجش کیفیت آب	۳۶
فصل چهارم- زمان‌بندی نمونه‌برداری	**۴۳**
۴-۱- معیارهای انتخاب زمان نمونه‌برداری	۴۵
۴-۲- انواع فواصل زمانی نمونه‌برداری	۴۵
۴-۲-۱- نمونه‌برداری پیوسته و مستمر	۴۵
۴-۲-۲- نمونه‌برداری ادواری	۴۵
۴-۲-۳- نمونه‌برداری موردی	۴۵
۴-۳- فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی و کیفی آب	۴۶
۴-۳-۱- فواصل زمانی نمونه‌برداری کیفی آب	۴۶
۴-۳-۲- فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی آب	۴۸
فصل پنجم - دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری	**۴۹**
۵-۱- دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری شیمیایی	۵۱
۵-۱-۱- برداشت نمونه‌ها برای آنالیز شیمیایی آب	۵۲
۵-۲- دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری زیستی	۵۶
۵-۲-۱- بررسی نحوه انتخاب پارامترهای زیستی مورد سنجش	۵۷
۵-۲-۲- بررسی چگونگی تعیین محل نمونه‌برداری گونه‌های زیستی مورد نظر	۵۹
۵-۲-۳- ارائه متدولوژی نمونه‌برداری از گونه‌های زیستی	۵۹
۵-۳- دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری میکربی	۶۲
۵-۳-۱- بررسی نحوه انتخاب پارامترهای میکربی مورد سنجش	۶۲

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۳-۲- چگونگی نمونه‌برداری	۶۲
فصل ششم- نحوه تعیین تجهیزات پایش و چگونگی کاربرد آنها	**۶۵**
۶-۱- امکان‌سنجی از نظر هزینه و پتانسیل انجام آزمایش‌ها در منطقه	۶۷
۶-۲- فهرست تجهیزات مورد نیاز جهت پایش	۶۷
۶-۲-۱- تجهیزات نمونه‌برداری از آب	۶۸
۶-۳- نحوه کنترل کیفی تجهیزات	۷۰
فصل هفتم- روش‌ها و برنامه تجزیه وتحلیلی اطلاعات	**۷۱**
۷-۱- چگونگی تعیین مشخصات منابع آلاینده	۷۳
۷-۱-۱- تعیین موقعیت منبع آلودگی	۷۳
۷-۱-۲- تعیین نوع، مقدار و سهم منبع آلودگی	۷۴
۷-۱-۳- تعیین اثرات آلودگی	۷۴
۷-۲- چگونگی تهیه نقشه‌های تغییرات کیفی آب	۷۵
۷-۲-۱- تعیین روند تغییرات افقی	۷۶
۷-۲-۲- تعیین روند تغییرات عمودی	۷۹
۷-۳- بررسی و شناسایی پدیده‌های مرتبط با پرغذایی مخزن	۷۹
۷-۳-۱- پدیده مغذی شدن (اوتریفیکاسیون)	۸۰
۷-۳-۲- پدیده شکوفایی جلبک	۸۱
۷-۳-۳- رشد انبوه علف‌های هرزآبی و تعیین گونه علف‌ها	۸۲
۷-۳-۴- تهیه نقشه‌های مراحل وقوع پدیده پرغذایی در مخزن	۸۳
۷-۴- بررسی کاربرد مدل‌های کیفی در عملیات پایش	۸۳
فصل هشتم - دستورالعمل نحوه واکنش به موقع نسبت به تنزل کیفیت و مقابله با آن با توجه به نتایج پایش	**۸۷**
۸-۱- روش‌های ردیابی عوامل آلاینده	۸۹
۸-۲- کنترل پارامترها و مقایسه با استانداردها	۹۰
۸-۳- تعیین نشان‌گرهای مهم در بروز شرایط ویژه	۹۲
۸-۴- شناسایی شرایط ویژه	۹۲
۸-۵- تعیین اقدامات کنترلی به منظور مقابله با بحران	۹۲
۸-۵-۱- کنترل رشد بیش از حد جلبک‌ها ناشی از افزایش مواد مغذی در مخزن	۹۳
۸-۵-۲- کنترل آلودگی رسوبات به فلزات سنگین و مواد آلی انسان‌ساخت	۹۵

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۸-۵-۳- کنترل رشد بیش از حد علف‌های هرزآبی ناشی از افزایش مواد مغذی	۹۶
۸-۵-۴- کنترل اسیدی شدن آب مخزن	۹۶
فصل نهم - دستورالعمل نحوه طراحی و اجرای سامانه گردش اطلاعات و ایجاد بانک اطلاعاتی	**۹۷**
۹-۱- طرح اولیه ایجاد بانک اطلاعات	۹۹
۹-۱-۱- تجهیزات و وسایل مورد نیاز جهت ایجاد بانک‌های داده ها	۹۹
۹-۱-۲- کارمندان و تخصص های مورد نیاز جهت ایجاد بانک داده‌ها	۱۰۰
۹-۲- نحوه ایجاد مرکز ذخیره اطلاعات خام کیفیت آب	۱۰۰
۹-۳- روش‌های مختلف پردازش اطلاعات	۱۰۲
۹-۴- نحوه کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (**GIS**) در عملیات پایش	۱۰۲
فصل دهم - برنامه دوره‌ای بررسی نتایج، جهت بازنگری برنامه پایش	**۱۰۳**
۱۰-۱- بررسی میزان دستیابی به اهداف پایش در فواصل زمانی معین	۱۰۵
۱۰-۲- پایش مستمر شاخص‌های کلیدی به منظور کنترل عملیات پایش	۱۰۵
۱۰-۳- چگونگی بازنگری در طراحی موجود شبکه پایش	۱۰۵
۱۰-۳-۱- تعیین مقاطع زمانی مناسب برای بررسی نتایج و کنترل روند پایش	۱۰۶
۱۰-۳-۲- ارائه گزارش بازدید، کنترل و نظارت مستمر و دوره‌ای بر پایش زیست محیطی	۱۰۶
پیوست ۱- نمونه کاربرگ و جداول ثبت اطلاعات	**۱۰۷**
پیوست۲- فهرست کنترل‌های پیشنهادی برای عملیات میدانی	**۱۱۳**
پیوست۳- مثال روش‌های تجربی برآورد وضعیت تغذیه‌گرایی	**۱۱۷**
پیوست ۴- نمودار جریان فرایند پایش و ارتباط با فصول این دستورالعمل	**۱۲۵**
پیوست ۵- پیشینه مطالعات در ایران و جهان، قوانین و مقررات و بسترهای حقوقی پایش	**۱۲۹**
منابع و مراجع	**۱۴۱**

omoorepeyman.ir

فهرست نمودارها و شکل‌ها

عنوان **صفحه**

نمودار ۱– ۱– ارتباط میان انواع اصلی و واسطه‌ای بدنه‌های آب شیرین ۹
نمودار ۱– ۲– زمان ماندگاری برای بدنه‌های مختلف آب شیرین ۱۰
نمودار ۱–۳– ساختار کلی برنامه‌های پایش کیفی ۱۳
شکل ۲–۱– شماتیک نقاط پایش در سطح مخزن ۲۸
شکل ۵–۱– نمونه‌ای از دستگاه‌های اندازه‌گیری چند پارامتری قابل حمل ۵۲
نمودار ۷–۱– نمودار جریان بررسی و تعیین مشخصات و اثرات منابع آلاینده مخزن ۷۶
شکل ۷–۱– ناحیه بندی طولی شرایط کیفیت آب در مخازن سدهای رودخانه‌ای و ویژگی‌های هر ناحیه ۷۷
شکل ۷–۲– ناحیه بندی طولی دریاچه دی‌گری در آمریکا به منظور پایش کیفی– همان‌گونه که از میانگین نتایج هر مقطع پیداست دریاچه به پنج ناحیه تقسیم و ایستگاه‌های ۳، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۵ برای تعیین روند تغییرات طولی انتخاب می‌شوند ۷۸
شکل ۷–۳– نمونه گراف‌ها سالانه و چند ساله تغییرات میانگین ماهانه غلظت مواد موثر بر پدیده پرغذایی در مخزن ۸۵
شکل ۷–۴– منحنی‌های هم‌دما و هم غلظت پارامترهای کیفی نسبت به عمق در هر یک از ایستگاه‌های سطحی مخزن ۸۵
شکل پ.۳–۱– گراف تجربی والنوایدر (۱۹۸۱) جهت تعیین وضعیت تغذیه‌گرایی سیستم ۱۲۱

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها و کاربرگ

عنوان	صفحه
جدول ۱- ۱- تفاوت‌های بین دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها	۸
جدول۲-۱- اطلاعات مربوط به مصرف منابع آبی و تولید فاضلاب به تفکیک کاربری اراضی بالادست مخزن	۲۰
جدول۲-۲ ویژگی‌های هواشناسی ایستگاه‌های موجود در حوضه آبریز	۲۱
جدول۲- ۳- ویژگی‌های فرسایشی حوضه آبریز بالادست مخزن و روش‌های تعیین آن	۲۲
جدول۲-۴ اطلاعات مربوط به طرح‌های توسعه‌ای در حوضه آبریز بالادست مخزن	۲۳
جدول ۲-۵- مهم‌ترین منابع آلاینده‌های مخازن	۲۴
جدول ۳-۱- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط با کاربری‌های غیرصنعتی آب مخزن	۳۷
جدول ۳-۲- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط با منابع آلودگی غیرصنعتی آب مخزن	۳۸
جدول ۳-۳- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب براساس کاربری‌های صنعتی آب مخزن	۳۹
جدول ۳-۴- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط منابع آلاینده صنعتی آب مخزن	۴۰
جدول ۴-۱- تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری تامین آب شرب	۴۶
جدول ۴-۲- تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری تامین آب کشاورزی	۴۶
جدول۴-۳- تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری برقابی	۴۶
جدول ۴-۴ تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری شیلات، اکولوژی و پرورش آبزیان	۴۷
جدول۴-۵- تواتر زمانی نمونه‌برداری میکربی در مخازن با کاربری کشاورزی و شرب	۴۷
جدول ۵-۱- روش محافظت، زمان نگهداری و جنس ظرف نمونه‌های فیزیکی و شیمیایی آب مخازن	۵۴
جدول ۵-۲- مهم‌ترین شاخص‌های میکربی آب	۶۲
جدول ۷-۱- اطلاعات مربوط به تعیین مشخصات منابع آلاینده	۷۳
جدول۷-۲- شاخص‌ها و علایم مغذی شدن و پاسخ‌های مخزن به این علایم	۷۹
جدول ۷-۳- طبقه‌بندی وضعیت تغذیه‌گرایی و قابلیت باروری آب مخازن براساس میانگین غلظت مواد مغذی، کلروفیل، عمق دیسک سکی و اکسیژن محلول	۸۱
جدول ۷-۴- مدل‌های قابل استفاده در شبیه‌سازی کیفی مخازن و پارامترهای کیفی قابل شبیه‌سازی در هر مدل	۸۴
جدول ۸-۱- مقادیر بین‌المللی حداکثر مجاز غلظت‌ها در آب مخزن جهت مقایسه و تطابق وضعیت کیفی آب مخزن جه در صورت عدم وجود استاندارد و میزان سطح اقدام ملی	۹۱
جدول پ.۱-۲- ویژگی‌های هواشناسی ایستگاه‌های موجود در حوضه آبریز	۱۰۹
جدول پ. ۱-۳- ویژگی‌های فرسایشی حوضه آبریز بالادست مخزن	۱۰۹
جدول پ. ۱-۴- اطلاعات مربوط به طرح‌های توسعه‌ای در حوضه آبریز بالادست مخزن	۱۱۰
جدول پ. ۱-۵- اطلاعات مربوط به تعیین مشخصات منابع آلاینده	۱۱۰
کاربرگ پ.۱-۱- نمونه کاربرگ برداشت نمونه‌ها در محل	۱۱۱
جدول پ.۳-۱- مشخصات۳ دریاچه و یک مخزن مورد بررسی	۱۲۲

omoorepeyman.ir

مقدمه

پایش کیفیت آب فعالیت متمرکزی است که برای بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب در ارتباط با بهداشت انسانی، شرایط اکولوژیکی و کاربری آب انجام می‌شود. نوع اطلاعاتی که از یک برنامه پایش کیفیت به‌دست می‌آید، بستگی کامل به اهداف برنامه پایش دارد. این اطلاعات محصول جمع‌آوری نمونه‌های آب، آنالیز و تفسیر داده‌های کیفی آب می‌باشد.

هم‌چنین اطلاعاتی که از این نمونه‌های آب به‌دست می‌آید، ممکن است تطابق کامل با کل بدنه آب[1] مورد پایش نداشته باشد. چرا که وضعیت کیفی آب هم در بدنه آب و هم در نمونه‌های آب تحت تاثیرعوامل مختلف زمانی و مکانی قرار دارند. بنابراین، به‌دست آوردن اطلاعات کافی و قابل اعتماد از نمونه‌های آب بستگی زیادی به طراحی مناسب شبکه پایش دارد. طراحی شبکه پایش کیفیت در اولین مرحله برنامه پایش انجام می‌شود، ولی تاثیر به سزایی در کل برنامه پایش دارد. جایگاه طراحی برنامه پایش کیفیت بسیار فراتر از آن است که صرفا فرایندی برای تعیین محل نمونه‌برداری، شاخص‌های کیفی و فاصله زمانی نمونه‌برداری‌ها محسوب گردد.

برای طراحی یک شبکه پایش کیفیت مناسب، شبکه پایش باید به‌صورت یک سامانه واحد در نظر گرفته شود و نه مجموعه‌ای از بخش‌های غیرمرتبط با یکدیگر. این دیدگاه جامع، به طراح برنامه پایش کمک می‌کند تا هر یک از بخش‌های سامانه پایش را به‌صورت جزیی از یک سامانه کلی در نظر بگیرد زیرا نمی‌توان آن را مستقل از بقیه سامانه طراحی نمود. اطمینان از طراحی هماهنگ بین همه اجزای سامانه پایش، اهمیتی حیاتی برای موفقیت نهایی برنامه پایش دارد.

مخازن سدها معمولا در دره رودخانه‌ها با احداث دیواری (سد) در مسیر جریان رودخانه به‌وجود می‌آیند. البته ممکن است برخی از مخازن در خارج از مسیر رودخانه با احداث دیواره‌هایی حصار مانند ایجاد شوند که به آنها به اصطلاح «مخازن محصور» گفته می‌شود. از آن‌جا که در ایران همه مخازن اصلی کشور در دره رودخانه‌ها ایجاد شده‌اند، بنابراین، این دستورالعمل منحصرا برای پایش کیفیت این نوع مخازن تدوین گردیده است.

در این دستورالعمل انواع مختلف مشکلات مرتبط با کیفیت آب مخازن سدها (افزایش غلظت مواد آلی، تغذیه‌گرایی، آلودگی‌های سمی و اسیدی شدن مخزن) مورد بحث قرار گرفته‌اند. هم‌چنین اجزا و آلاینده‌های شیمیایی و هم‌چنین ویژگی‌های زیستی مخازن سدها به تفصیل پوشش داده شده‌اند.

بیماری‌هایی که منشا آنها آلودگی منابع آبی است، در اثر انتقال عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، جانوران تک‌یاخته و انواع کرم‌ها از آب‌های آلوده به انسان به‌وجود می‌آیند. این عوامل بیماری‌زا نقش بسیار محدودی در زیست‌بوم‌های آبی بازی می‌کنند، ولی می‌توانند مشکلات بسیار حاد بهداشتی ایجاد نمایند. پایش این عوامل بیماری‌زا معمولا به‌طور غیرمستقیم با اندازه‌گیری شاخص‌های آلاینده‌های میکربی صورت می‌گیرد که در این دستورالعمل از این دیدگاه پیروی شده است.

نظر به آن‌که پایش رادیواکتیو در حیطه وظایف سازمان انرژی اتمی ایران می باشد، ایزوتوپ‌های رادیواکتیو (طبیعی یا مصنوعی) در این دستورالعمل مورد بحث قرار نگرفته‌اند. هم‌چنین نظر به کاربری بسیار محدود مخازن سدهای کشور برای تخلیه حرارتی، عواقب تغییرات دمای ناشی از تخلیه حرارتی به مخزن، نیز بررسی نشده است.

1- Water Body

omoorepeyman.ir

این دستورالعمل در ده فصل تنظیم شده و در تهیه هر یک از فصول، از جدیدترین و معتبرترین منابع علمی و کاربردی بهره‌گیری شده است. رئوس مطالب هر فصل به شرح زیر می‌باشد:

فصل اول: کلیات

در این فصل کلیاتی در مورد مخازن سدها، کیفیت آب مخازن سدها، اهداف پایش کیفی مخازن سدها، سطوح مختلف پایش، مطالعات انجام شده و بسترهای حقوقی پایش در ایران آورده شده است.

فصل دوم: ایستگاه‌های پایش

در این فصل معیارهای اصلی انتخاب ایستگاه‌های پایش و راهنمایی‌های عملی در مورد انتخاب آنها ارائه شده است. هم‌چنین جداول استاندارد در مورد جمع‌آوری اطلاعات مختلف در مورد ایستگاه‌های پایش معرفی شده است.

فصل سوم: پارامترهای مورد سنجش

در این فصل شناسایی آلاینده‌های مخزن، نحوه ارزیابی وضع موجود مخزن و انتخاب پارامترهای مورد سنجش براساس انواع منابع آلودگی ارائه شده است.

فصل چهارم: زمان‌بندی نمونه‌برداری

در این فصل به معیارهای انتخاب زمان نمونه‌برداری و فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی و کیفی آب پرداخته شده است.

فصل پنجم: نحوه نمونه‌برداری

در این فصل دستورالعمل نمونه‌برداری‌های فیزیکی- شیمیایی، زیستی و میکربی به همراه برنامه‌های کنترل کیفی عملیات نمونه‌برداری میدانی ارائه شده است.

فصل ششم: تجهیزات پایش و کاربرد آنها

در این فصل انواع تجهیزات مورد نیاز عملیات پایش اعم از تجهیزات نمونه‌برداری آب (شیمیایی، زیستی و میکربی) و نمونه‌برداری از رسوبات بستر ارائه شده است. هم‌چنین، برنامه‌های نگهداری تجهیزات و کنترل کیفی آنها بیان شده است.

فصل هفتم: روش‌ها و برنامه تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این فصل،کنترل پارامترها و مقایسه با استانداردهای کیفی، همراه با روش طبقه‌بندی وضعیت کیفی آب مخزن (مطلوب، قابل قبول، آلوده و بحرانی) توضیح داده شده‌اند.

فصل هشتم: واکنش به افت کیفیت آب

مشخصات منابع آلاینده اعم از نوع، مقدار، محل و سهم هریک، فرایندهای مختلف تغییرات کیفی، بررسی کاربرد مدل‌های کیفی آب در عملیات پایش و اقدامات کنترلی به منظور مقابله با افت کیفیت آب مهم‌ترین موارد این فصل را تشکیل می‌دهند.

omoorepeyman.ir

فصل نهم: طراحی و اجرای سامانه گردش اطلاعات

در این فصل طرح ایجاد بانک اطلاعات، مرکز ذخیره اطلاعات خام کیفی آب، پردازش اطلاعات، کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سامانه گردش اطلاعات ارائه شده است.

فصل دهم: برنامه دوره‌ای بررسی نتایج و بازنگری برنامه پایش

در این فصل در مورد میزان دستیابی به اهداف پایش، شاخص‌های کلیدی کنترل عملیات پایش و بازنگری در طرح شبکه پایش مطالبی ارائه شده است. ولی 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 برنامه‌های پایش کیفیت منابع آب سطحی، زیرزمینی و مخازن سدها» تهیه کند.

به‌منظور داشتن تصویر کلی از جریان پایش در این دستورالعمل توصیه می‌شود به پیوست ۴ که نمودار جریان فرایند پایش و ارتباط فصول در آن ارائه شده است، مراجعه گردد.

- هدف

سدها از مهم‌ترین سازه‌های کنترل و تامین آب برای کاربری‌های مختلف هستند که می‌توانند اثرات محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای به همراه داشته باشند. تغییر ویژگی‌های جریان مانند سرعت و عمق آب می‌توانند موجب تغییر کیفیت آب و وقوع پدیده‌هایی مانند لایه‌بندی شوند. مدیریت کیفیت آب در مخازن سدها نیازمند مطالعه و ارزیابی تغییرات کیفیت آب و شناخت پدیده‌هایی که در آن رخ می‌دهند می‌باشد، بخشی از این ارزیابی و شناخت می‌تواند با پایش کیفیت آب مخزن سد به دست آید.

این دستورالعمل با هدف معرفی چارچوب، اجزای اصلی و الزامات طراحی و اجرای برنامه‌های پایش کیفیت آب مخازن به منظور پاسخ‌گویی به نیازهای اطلاعاتی در برنامه‌های مدیریت کیفیت آب مخازن سدها، تهیه شده است.

- دامنه کاربرد

این دستورالعمل برای پایش کیفیت آب انواع مخازن سدها در کشور تهیه شده است و محدودیت جغرافیایی در کاربرد آن وجود ندارد. مخاطبین آن، شرکت‌های آب منطقه‌ای، بهره‌برداران سدها، مهندسین مشاور، پژوهشگران، دانشجویان و سایر سازمان‌ها و افرادی که با مسایل کیفیت آب در مخازن سدها سر و کار دارند، می‌باشد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلیات

omoorepeyman.ir

۱-۱- مقایسه مخازن پشت سدها با دریاچه‌های طبیعی

مخازن سدها، دریاچه‌های مصنوعی هستند که توسط انسان برای اهدافی خاص ایجاد شده‌اند. نام دریاچه به این دلیل به مخازن سدها هم اطلاق می شود که مخازن را می‌توان مانند دریاچه‌ها به‌صورت حجمی از آب با ترکیب خاص توصیف نمود که گونه‌های مختلف زندگی در آن جریان دارد. البته تفاوت‌های زیادی بین دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها وجود دارد که در جدول (۱-۱) فهرست شده‌اند [۱]. آب مخازن سدها دارای کاربری‌های[۱] مختلفی است که مهم‌ترین آنها عبارتند از[۲]:

- تامین آب شهری
- آبیاری کشاورزی
- پرورش ماهی
- تولید برق
- اکوتوریسم
- کاربری‌های صنعتی
- تفریحات (شنا، قایق‌سواری و ...)

در مقایسه با دریاچه‌های طبیعی، طراحی مناسب مخزن همراه با کارکرد سازه‌های کنترلی، قابلیت‌های بیش‌تری برای مداخله بشر در جهت دستیابی به کیفیت مطلوب آب مخزن را فراهم کرده است (دامنه عمل در رابطه با مدیریت و کنترل مخازن به‌طور قابل توجهی وسیع‌تر می‌باشد). از طرف دیگر، مداخله بشر و کنترل مخزن می‌تواند پیچیدگی طراحی و اجرای عملیات پایش کیفیت آب و تفسیر نتایج به‌دست آمده را به دنبال داشته باشد (به ویژه در مواقعی که ماهیت این کنترل‌ها با گذشت زمان تغییرمی‌نماید و باعث تغییر در پاسخ‌دهی سامانه می‌شود). بنابراین، فرایند ارزیابی کیفیت آب مخازن، باید در برگیرنده اثرات مستقیم مدیریتی بر بدنه‌های آبی باشد.

بر خلاف دریاچه‌های طبیعی که در نواحی پست حوضه آبریز تشکیل می‌شوند، مخازن سدها معمولا در دره رودخانه‌ها با احداث سد در مسیر جریان رودخانه به‌وجود می‌آیند. البته ممکن است برخی از مخازن در خارج از مسیر رودخانه با احداث دیواره‌هایی حصار مانند ایجاد شوند که به آنها اصطلاحا «مخازن محصور» گفته می‌شود [۲]. آب ورودی به این مخازن از طریق لوله یا انحراف مسیر بخشی از جریان رودخانه مجاور تامین می‌شود. دو تفاوت عمده بین مخازن سدها با مخازن محصور وجود دارد که عبارتند از[۲]:

- مخازن سدها معمولا بزرگ‌تر از مخازن محصور بوده و ریخت‌شناسی بسیار نامنظمی دارند.
- در مخازن سدها، کنترل آب داخل مخزن تنها از طریق کنترل جریان خروجی امکان‌پذیر است، در حالی که در مخازن محصور هم جریان ورودی و هم جریان خروجی هر دو قابل کنترل می‌باشند.
- اغلب مخازن محصور[۲] با دیواره‌های ضد آب از محیط اطراف خود جدا شده‌اند درحالی‌که در مخازن سدها ارتباط قابل توجهی بین مخزن با ساحل اطراف آن وجود دارد.

۱- مورد استفاده مشخص شده برای یک بدنه آب (یا بخشی از بدنه آب) در استانداردهای کنترل کیفیت آب.
۲- منظور مخازن انسان ساخت سطحی یا همان surface impoundment است.

omoorepeyman.ir

تا کنون در ایران همه مخازن اصلی کشور در دره رودخانه‌ها ایجاد شده‌اند و این دستورالعمل منحصرا برای پایش کیفیت این نوع مخازن تدوین گردیده است. در بعضی از متون ممکن است واژه‌های «سد» و «مخزن سد» به یک معنی به کار گرفته شده باشند. در این دستورالعمل واژه «سد» به معنی سازه فیزیکی (دیواره) نگهدارنده آب و واژه «مخزن سد» یا «مخزن» به معنی دریاچه مصنوعی پشت سد استفاده شده است.

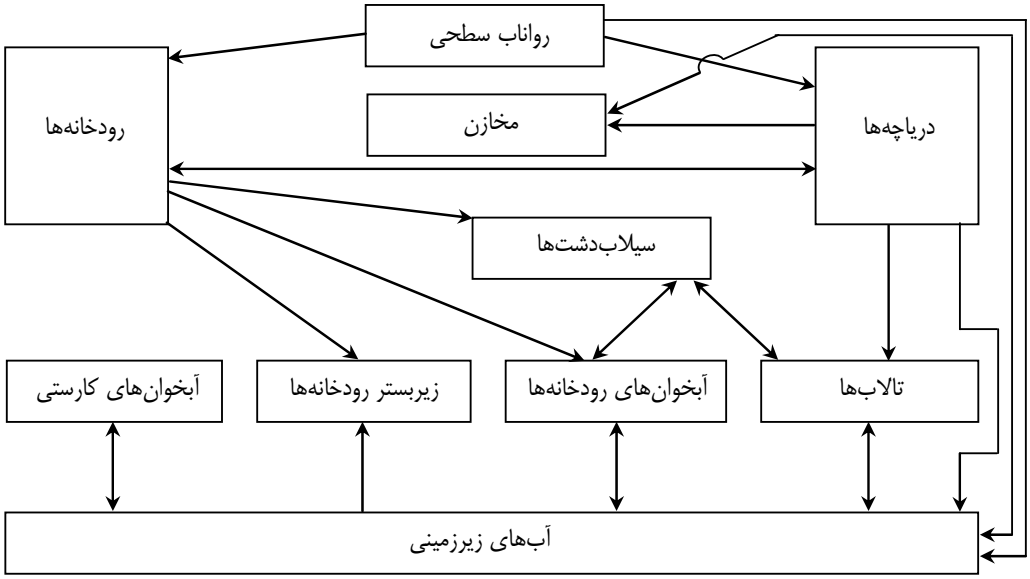
جدول ۱- ۱- تفاوت‌های بین دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها[۱]

مخازن	دریاچه‌های طبیعی
– در بسیاری از نقاط جهان از جمله در جنگل های بارانی گرمسیری، توندرا و دشت‌های خشک پراکنده می‌باشند. هم‌چنین در مناطقی که دریاچه های طبیعی کم‌تر یافت می‌شوند، وفور بیش‌تری دارند. – اغلب در حاشیه حوضه آبریز ایجاد می‌شوند و دارای شکل طولی نامنظم می‌باشند. – نسبت سطح زهکشی شده به سطح مخزن معمولا بزرگ‌تر از ۱۰ به ۱ می‌باشد. – به دلیل امکان تنظیم سطح آب به‌طور مصنوعی، خط ساحلی قابل تغییر است. – نوسانات سطح آب معمولا زیاد است. – زمان ماندگاری آب نسبتا کوتاه می‌باشد. – نرخ رسوب‌گذاری در بیش‌تر موارد سریع می باشد. – بارگذاری مواد مغذی معمولا زیاد می‌باشد. – سرعت توالی زیست‌بوم معمولا زیاد است. – دارای پوشش گیاهی و جانوری متغیری است. – خروجی آب متغیر می‌باشد ولی اغلب در زیر سطح آب قرار دارد. – ورودی آب عمدتا از یک یا چند رودخانه بزرگ تامین می‌گردد.	– در مناطق پوشیده از یخ و برف به وفور یافت می‌شوند. دریاچه‌های واقع در نواحی کوهستانی عمیق و قدیمی می‌باشند. دریاچه‌های واقع در سواحل رودخانه‌ها و دشت‌های ساحلی کم‌عمق می‌باشند. – معمولا در وسط حوضه آبریز قرار دارند و دارای شکل مدور می‌باشند. – نسبت سطح زهکشی شده به سطح دریاچه معمولا کم‌تر از ۱۰ به ۱ می‌باشد. – خط ساحلی ثابت می باشد (به جز در دریاچه‌های کم‌عمق واقع در نواحی نیمه‌خشک). – نوسانات سطح آب معمولا کم می‌باشد (به جز در دریاچه‌های کم‌عمق واقع در نواحی نیمه‌خشک). – در دریاچه‌های عمیق زمان ماندگاری آب طولانی است. – معمولا در شرایط طبیعی نرخ رسوب‌گذاری در دریاچه اندک می‌باشد. – بارگذاری مواد مغذی متغیر می باشد. – سرعت توالی زیست‌بوم کم است. – دارای پوشش گیاهی و جانوری پایداری است (اغلب شامل گونه‌های بومی تحت شرایط طبیعی و دست‌نخورده می‌باشد). – خروجی آب در سطح قرار دارد. – ورودی آب عمدتا از جریان‌های متعدد کوچک تامین می‌گردد.

۱-۲- ویژگی‌های بدنه‌های آبی

کلیه بدنه‌های آبی را می‌توان مراحل مختلف از یک چرخه بزرگ هیدرولوژیکی دانست که با یکدیگر مرتبط میباشند. آب‌های شیرین بخشی کوچک ولی مهم ازاین چرخه بزرگ هیدرولوژیکی می‌باشند. رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی انواع اصلی آب‌های شیرین را تشکیل می‌دهند. برخی از بدنه‌های آب‌های شیرین از قبیل مخازن سدها، کارست‌ها و مرداب‌ها به هیچ یک از این سه نوع اصلی تعلق ندارند و در واقع مرحله‌ای واسطه‌ای (گذرا) بین دو یا سه نوع اصلی آب‌های شیرین محسوب می‌شوند که حاوی ترکیبی از مشخصه های اصلی هیدرودینامیکی و کیفی سه نوع اصلی بدنه های آبی هستند. ارتباط تنگاتنگی، چه به صورت مستقیم و چه از طریق مراحل واسطه‌ای، بین انواع اصلی آب‌های شیرین وجود دارد. بدنه های آبی واسطه که ارتباط دهنده محیط‌های اصلی آب شیرین هستند و نوع ارتباط آنها در نمودار (۱-۱) نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir



نمودار ۱- ۱- ارتباط میان انواع اصلی و واسطه‌ای بدنه‌های آب شیرین

همه بدنه‌های آب سطحی[۱] را می توان با سه مولفه اصلی هیدرودینامیکی، فیزیکی- شیمیایی و زیستی به‌طور کامل توصیف نمود. ارزیابی‌های کیفی آب، بر مبنای پایش مناسب این مولفه‌ها صورت می گیرد.

۱-۲-۱- ویژگی‌های هیدرودینامیکی

اطلاع کامل از خواص هیدرودینامیکی، شرط لازم برای ایجاد یک شبکه پایش کیفیت است. تفسیر داده‌های کیفی بدنه‌های آبی اگر بر مبنای تغییرات زمانی و مکانی رژیم هیدرولوژیکی آنها نباشد، بی‌معنی خواهد بود. هر یک از انواع اصلی و مراحل واسطه‌ای آب‌های شیرین، دارای ویژگی‌های هیدرودینامیکی متفاوتی می‌باشند که در زیر ویژگی‌های هیدرودینامیکی سه نوع اصلی آب‌های شیرین و مخازن سدها که مرحله واسطه‌ای بین رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌باشند، توضیح داده شده‌اند [۱] و [۲].

- **رودخانه‌ها:** رودخانه‌ها دارای جریان یک‌سویه و با میانگین سرعت جریان نسبتا زیاد (معمولا بیش‌تر از ۰/۱ متر بر ثانیه) می‌باشند. جریان رودخانه‌ها تابعی از وضعیت آب و هوایی، ریخت‌شناسی حوضه آبریز و ساختار زمین‌شناسی بستر رودخانه می‌باشد. به‌طور کلی، به‌دلیل جریان آب و تلاطم موجود، اختلاط عمودی آب به‌صورت کامل و پیوسته اتفاق می‌افتد. ولی اختلاط جانبی (افقی) تنها در فاصله قابل‌توجهی در پایین‌دست تلاقی دو جریان صورت می‌پذیرد.
- **دریاچه‌ها:** نظر به آن‌که دریاچه‌ها دارای میانگین سرعت جریان بسیار کم (معمولا بین ۰،۰۰۱ و ۰،۰۱ متر بر ثانیه، در سطح) می‌باشند، برای توصیف کمی انتقال جرم در دریاچه‌ها معمولا از پارامتر «زمان ماندگاری» استفاده می‌شود که برای دریاچه‌های مختلف از یک ماه تا چند صد سال متفاوت می‌باشد (نمودار۱-۲). بر خلاف رودخانه‌ها، جریان‌های

۱- بدنه آب سطحی، به حجم مجزا و قابل توجهی از آب‌های سطحی مانند یک دریاچه، یک مخزن سد و یا شاخه‌یک رودخانه گفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

داخل دریاچه‌هاچند سویه هستند. هم‌چنین در بیش‌تر دریاچه‌ها دوره‌های لایه‌ای شدن و اختلاط عمودی به‌صورت تناوبی اتفاق می‌افتد که تناوب این دوره‌ها وابسته به عمق دریاچه و شرایط آب و هوایی است.

- **آب‌های زیرزمینی:** آب‌های زیرزمینی دارای الگوی جریان یکنواختی بوده (سرعت و جهت جریان چند کیلومتر در روز تا چند متر در سال ثابت است) و سرعت جریان میانگین درلایه‌های آبدار معمولا بین چند کیلومتر در روز تا چند متر در سال می‌باشد. تخلخل و نفوذپذیری بستر ژئولوژیکی لایه آبدار، عامل اصلی تعیین کننده سرعت جریان آب‌های زیرزمینی است، در نتیجه اختلاط جریان در آب‌های زیرزمینی معمولا اتفاق نمی‌افتد جز در موارد احتمالی حمله آب شور به منابع شیرین و بسته به ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی محل، دینامیک جریان می‌تواند به‌شدت متغیر باشد.
- **مخازن سدها:** ویژگی‌های هیدرودینامیکی مراحل واسطه‌ای آب‌های شیرین، ترکیب خاصی از ویژگی‌های هیدرودینامیکی دو یا سه نوع اصلی آب‌های شیرین (که در بالا شرح داده شده‌اند) می‌باشد. یکی از مهم‌ترین این مراحل واسطه‌ای، مخازن سدها هستند که مرحله واسطه‌ای بین رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌باشند نمودار (۱-۱). یک ویژگی مشترک در اغلب مخازن این است که جریان‌های ورودی و خروجی به آنها تحت کنترل قرار دارند. حجم این مخازن می‌تواند مانند دریاچه ناصر در مصر بسیار بزرگ و یا مانند سدهایی که در مسیر رودخانه‌های کوچک احداث می‌شوند و الگوی عملیاتی فصلی دارند، بسیارکوچک باشد. ویژگی‌های هیدرودینامیکی مخازن به‌شدت متاثر از رژیم مدیریت عملیاتی آنها می‌باشد.

نمودار ۱- ۲- زمان ماندگاری برای بدنه‌های مختلف آب شیرین

۱-۲-۲- ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی

هر بدنه آب شیرین دارای الگوی خاصی از ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی است که عمدتا ناشی ازشرایط آب و هوایی، وضعیت ریخت‌شناسی و ژئوشیمیایی حوضه آبریز و لایه‌های آبدار زیرین آن است.

بیش از ۹۰ درصد آب‌های سطحی که به‌طور کامل از تاثیر فعالیت‌های بشری مصون مانده‌اند، کیفیت مطلوب برای اغلب کاربری‌های آب را دارا هستند. البته در برخی از آب‌های سطحی دست نخورده مانند دریاچه‌های نمک، آب‌های هیدروترمال، دریاچه‌های آتشفشانی اسیدی و غیره شرایط شیمیایی به‌گونه‌ای است که برای استفاده انسان مناسب نمی‌باشند. با این وجود، برخی ارگانیزم‌های زنده خود را با شرایط زندگی در این‌گونه محیط‌های سخت وفق داده‌اند. غلظت طبیعی نمک‌های محلول، فلوراید، آرسنیک و ... در برخی از آب‌های زیرزمینی نیز ممکن است فراتر از حداکثر غلظت مجاز آنها باشد.

omoorepeyman.ir

۱-۲-۳- ویژگی‌های زیستی

توسعه حیات گیاهی و جانوری در آب‌های سطحی توسط مجموعه‌ای از عوامل مختلف زیست محیطی کنترل می‌شود. این عوامل زیست محیطی در انتخاب گونه‌های مختلف و تعیین قابلیت‌های فیزیولوژیکی هر یک از گونه‌های انتخاب شده موثر می‌باشند. در مقایسه با ویژگی‌های شیمیایی آب، که با روش‌های تجزیه‌ای مناسب قابل اندازه‌گیری می‌باشند، ویژگی‌های زیستی آب ترکیبی از شاخصه‌های کمی و کیفی بوده و به‌سادگی قابل توصیف نیست. در نتیجه ارزیابی کیفیت آب بر مبنای ویژگی‌های زیستی (پایش زیستی)، در مقایسه با پایش شیمیایی، دارای فرایندی نسبتا پیچیده می‌باشد [۳].

پایش زیستی معمولا در دو سطح متفاوت صورت می‌گیرد:

- عکس‌العمل گونه‌های زیستی خاص به تغییرات زیست محیطی
- عکس‌العمل جامعه زیستی (مجموعه‌ای از گونه‌های زیستی مرتبط با هم) به تغییرات زیست محیطی

آنالیز شیمیایی برخی از گونه‌های زیستی (از قبیل صدف و خزه‌آبی) و یا بافت‌های اندامی (مثل ماهیچه و کبد) را می‌توان ترکیبی از پایش شیمیایی و پایش زیستی دانست. کیفیت زیستی و شیمیایی- زیستی حاوی بعد زمانی بسیار طولانی‌تری در مقایسه با کیفیت شیمیایی آب می‌باشد، چرا که اثرتغییرات شیمیایی و یا هیدرولوژیکی بر روی حیات گیاهی و جانوری ممکن است روزها، ماه‌ها و یا حتی سال‌ها ادامه داشته باشد که در این نوع پایش که آلودگی درون بدن موجودات زنده را شامل می‌شود این مهم پوشش داده می‌شود.

۱-۳- پایش و ارزیابی کیفیت آب

با توجه به پیچیدگی عوامل تعیین‌کننده کیفیت آب و گستردگی شاخص‌هایی که برای توصیف کیفیت آب استفاده می‌شود، ارائه تعریف جامع و در عین حال ساده ای برای «کیفیت آب» بسیار مشکل است. به‌علاوه، با افزایش تقاضا برای مصرف آب و پیشرفت روش‌های اندازه‌گیری و تفسیر داده‌های کیفی در طول سده گذشته، درک ما نیز از«کیفیت آب» همواره تغییر کرده است. به‌نظر می‌رسد، مناسب‌ترین تعریف برای «کیفیت آب» عبارت است از:

«ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و زیستی که معمولا در ارتباط با مناسب بودن یک بدنه آبی برای یک کاربری خاص ارائه می‌شوند».

معمولا کاهش کیفیت (آلودگی) یک بدنه آبی در دو مرحله اتفاق می‌افتد. در مرحله اول، تغییرات کیفیت آب فراتر از محدوده طبیعی بوده و نشانه‌هایی از دخالت انسان را دارد، ولی کاهش کیفیت در حدی نیست که تهدیدی برای حیات گیاهی و جانوری محسوب گردد و یا محدودیتی برای کاربری‌های آب ایجاد نماید. این‌گونه تغییرات محدود در کیفیت آب فقط با اندازه‌گیری‌های مستمر شیمیایی و در یک بازه زمانی طولانی قابل شناسایی است. برای مثال می‌توان به افزایش غلظت یون کلر از ۲ میلی‌گرم در لیتر در سال ۱۹۶۰ به ۶ میلی‌گرم در لیتر در سال ۱۹۹۰ در دریاچه ژنو اشاره نمود. در مرحله بعدی، کاهش کیفیت آب می‌تواند در حدی باشد که بعضی از کاربری‌های آب را محدود نماید. در این مرحله، وقتی که غلظت‌های پارامترهای کیفی شیمیایی از حداکثر

omoorepeyman.ir

غلظت‌های قابل قبول فراتر برود، و یا آن‌که زیست‌بوم و حیات گیاهی و جانوری به‌طور محسوسی تغییر کند، کیفیت آب را «آلوده» تعریف می‌کنند.

با توجه به تعریف ارائه شده برای کیفیت آب، تعریف زیر برای پایش کیفی آب انتخاب شده است:

«پایش کیفیت آب فعالیت متمرکز و مستمری است که برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و زیستی آب در ارتباط با بهداشت انسانی، شرایط اکولوژیکی و کاربری آب انجام می‌شود» [۱]

براساس تعریف سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] پایش کیفیت آب عبارتست از [۱]:

«فرایند برنامه‌ریزی شده نمونه‌برداری، اندازه‌گیری و ثبت یا علامت‌گذاری ویژگی‌های مختلف آب اغلب با هدف ارزیابی تناسب و تطابق با هدف یا اهداف کاربری تعریف شده برای آب»

در رابطه بامفهوم پایش کیفیت آب باید به این نکته مهم اشاره نمود که مفهوم «پایش کیفیت آب» و «ارزیابی کیفیت آب»، متفاوت است [۱و۲]. ارزیابی کیفیت آب، به کلیت فرایند ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و زیستی آب در ارتباط با بهداشت انسانی، شرایط اکولوژیکی و کاربری آب اطلاق می‌شود، در حالی‌که پایش کیفیت آب به‌صورت فرایند عملی جمع‌آوری اطلاعات در مکان‌های خاص و در فواصل زمانی معین تعریف می‌شود. درواقع پایش کیفیت آب بخشی از فرایند ارزیابی کیفی آب محسوب می‌گردد.

در یک برنامه پایش کیفیت آب، داده‌های مختلف کیفیت آب جمع‌آوری و تفسیر می‌گردند. تفسیر مناسب داده‌های جمع‌آوری شده، به نوبه خود، نیاز به اطلاعات بیش‌تری از قبیل هیدرولوژی، شرایط آب و هوایی، کاربری زمین‌های اطراف و نوع بستر بدنه آب دارد.

پایش کیفیت آب، یک سامانه حیاتی پشتیبان برای تصمیم‌گیری در برنامه‌های مدیریت آب به حساب می‌آید. اطلاعاتی که از برنامه پایش کیفیت آب به‌دست می‌آید، می‌تواند کمک مهمی برای مدیران در فرایند تصمیم‌گیری آنها محسوب گردد.

۱-۳-۱- تبیین اهداف پایش

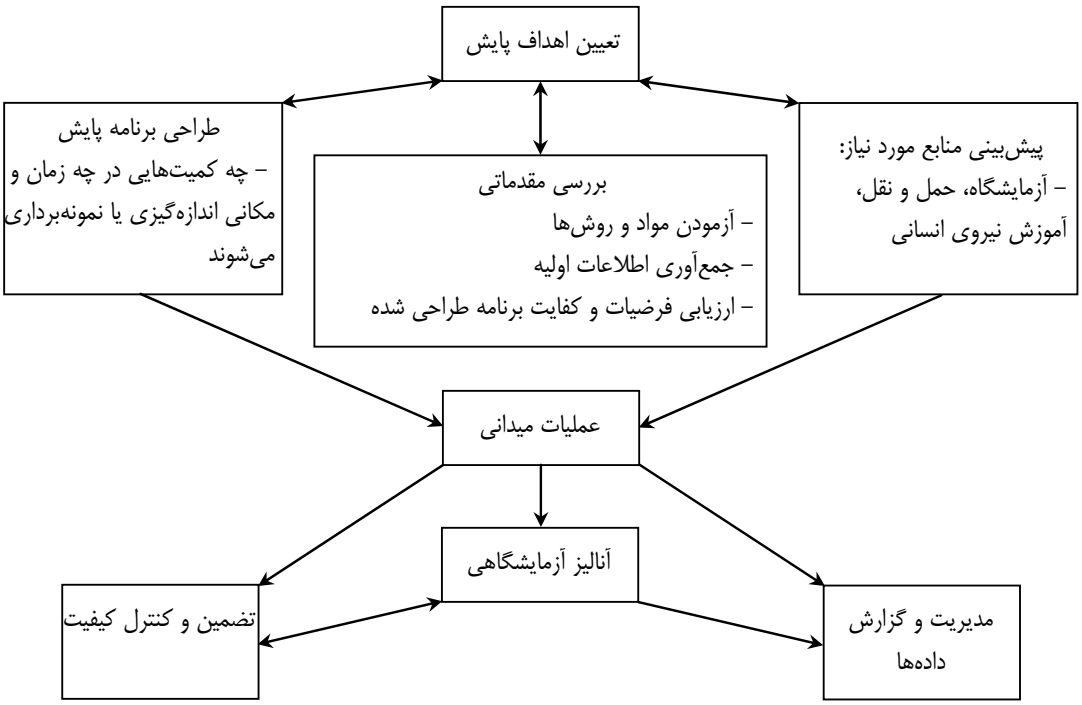
برنامه‌های پایش می‌تواند بسیار متنوع باشد. این برنامه‌ها بر مبنای اهداف پایش، شرایط محیط، کاربری‌های آب و غیره طراحی می‌شوند. علی‌رغم تنوع زیاد برنامه‌های پایش، همه این برنامه‌ها دارای اجزای استانداردی می‌باشند که در نمودار (۱-۳) نشان داده شده‌اند. تبیین اهداف پایش یکی از مهم‌ترین اجزای یک برنامه پایش کیفیت است که در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرد. سایر اجزای برنامه پایش در فصل‌های بعدی مورد بحث قرار گرفته‌اند.

طراحی یک برنامه پایش کیفیت با این سوالات شروع می شود که:

- به چه دلیل پایش انجام می‌شود؟
- چه کسانی از داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از پایش استفاده خواهند کرد؟
- داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از پایش چگونه برای اهداف مدیریت کیفیت آب مخزن به‌کار گرفته خواهند شد؟

1- International Standard Organization

omoorepeyman.ir



نمودار ۱-۳- ساختار کلی برنامه‌های پایش کیفی [۱]

تبیین اهداف پایش اولین قدم در طراحی شبکه پایش کیفی است. پایش کیفی آب فعالیتی است که در ازای صرف هزینه، اطلاعاتی را برای اهداف مدیریتی در اختیار می‌گذارد. بنابراین، در تبیین اهداف پایش باید هم افراد مسوول در تخصیص بودجه و هم مدیرانی که نیاز به اطلاعات کیفی آب دارند به‌صورت فعالانه شرکت داشته باشند.

برای تبیین دقیق اهداف پایش، یک طراح برنامه پایش باید:

- اهداف پایش را با استفاده کنندگان نهایی از داده‌ها و اطلاعات پایش و افراد مسوول در تخصیص بودجه به بحث بگذارد.
- گزارش اولیه‌ای از اهداف پایش را به‌صورت مکتوب تهیه نماید.
- گزارش اولیه را با استفاده‌کنندگان از داده‌ها و اطلاعات پایش مرور کرده و گزارش نهایی را تهیه نماید.

به‌طور کلی اهدافی که برای یک برنامه پایش می‌توان در نظر گرفت عبارتند از [۱] و [۲]:

– تعیین وضعیت کیفی موجود و تغییرات زمانی کیفیت آب

با مقایسه شاخص‌های کیفیت آب با استانداردها، کیفیت آب مخزن برای کاربری‌های مختلف سنجیده می‌شود. با تداوم پایش و ارزیابی کیفی، روند تغییرات زمانی در کیفیت آب، غلظت و بار آلاینده‌های بالقوه آب مخزن مشخص می‌گردد.

– تشخیص عوامل و منابع آلاینده

در مخازنی که کیفیت آب آنها استانداردهای لازم را برای کاربری تعیین شده نداشته باشد، پایش با هدف تشخیص عوامل و منابع آلاینده و تعیین سهم نسبی هریک از آلاینده‌ها، انجام می‌شود.

omoorepeyman.ir

– طراحی و اجرای برنامه‌های مدیریت آب

هدف از پایش، جمع‌آوری اطلاعات حیاتی برای طراحی برنامه‌های مدیریت منابع آب و یا استفاده از آنها در مدل‌های پیش‌بینی‌کننده می‌باشد که نهایتا برای برنامه‌های مدیریتی به کار خواهد رفت.

– آگاهی از میزان موثر بودن برنامه‌های مدیریت منابع آب

هدف از پایش، کسب اطمینان از موفقیت برنامه‌های مدیریت منابع آب و تعیین میزان موفقیت این برنامه‌ها می‌باشد.

– عکس‌العمل در برابر شرایط فوق‌العاده

هدف از پایش، تعیین سریع غلظت و نوع آلاینده‌ها و ارزیابی سریع وضعیت موجود پس از وقوع حوادث طبیعی و غیرطبیعی است.

با توجه به‌این‌که اغلب منابع آب دارای کاربری‌های چندگانه هستند، در عمل، بیش‌تر برنامه‌های پایش کیفی دارای اهداف چندگانه می‌باشند (پایش‌های چندمنظوره) و به‌ندرت اتفاق می‌افتد که یک برنامه پایش کیفی منحصرا برای یکی از اهداف فوق طراحی گردد. البته در پایش‌های چند منظوره هم، ممکن است تاکید بیش‌تری بر روی یک هدف خاص وجود داشته باشد که در این‌صورت طراحی برخی از اجزای دیگر برنامه پایش، تا حدودی تغییر خواهد یافت.

۱-۳-۲- سطوح مختلف پایش

تجربه نشان داده است که انتخاب سطح مناسب برای یک برنامه پایش که داده‌های متناسب با اهداف در نظر گرفته شده را تولید نماید، بسیار مشکل است. از یک‌طرف، طراحی شبکه پایش باید به‌گونه‌ای باشد که داده‌های ضروری برای تامین اهداف مورد نظر از برنامه پایش کیفی را تولید نماید و از طرف دیگر، نباید منجر به جمع‌آوری انبوهی از داده‌های غیرضروری گردد که علی‌رغم صرف هزینه‌های گزاف، در ارزیابی کیفی آب استفاده‌ای ندارند. به‌علاوه، برنامه‌های پایش کیفی باید با وضعیت اجتماعی– اقتصادی و سطح علمی – تکنولوژیکی کشور هم‌خوانی داشته باشد [۵]. برای مثال، اندازه‌گیری برخی شاخص‌های کیفی آب نیاز به تکنسین‌های آموزش‌دیده بسیار ماهر و امکانات آزمایشگاهی بسیار پرهزینه‌ای دارند.

در یک طبقه‌بندی ساده، یک برنامه پایش کیفی می‌تواند در یکی از سه سطح مختلف زیر طراحی گردد:

پایش ساده: دراین نوع برنامه پایش کیفی، تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده بسیار محدود، شاخص‌های کیفی انتخاب شده بسیار کم و عملیات داده‌پردازی بسیار ساده (قابل انجام با یک ماشین حساب ساده جیبی) می‌باشد.

پایش متوسط: در این نوع برنامه پایش کیفی، تجهیزات آزمایشگاهی محدودی مورد نیاز است. هم‌چنین، منابع مالی بیش‌تری برای افزایش تعداد ایستگاه‌های پایش، تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده و تعداد شاخص‌های کیفی انتخاب شده لازم می‌باشد. عملیات داده‌پردازی در این سطح از برنامه‌های پایش با رایانه‌های شخصی معمولی قابل انجام است.

پایش پیشرفته: سطح پیشرفته پایش کیفی، نیاز به تکنولوژی پیشرفته و مهندسین و تکنسین‌های آموزش دیده بسیار ماهر دارد. تجهیزات آزمایشگاهی، قابلیت انجام آنالیز همه انواع آلاینده‌ها را دارد و تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده و تعداد شاخص‌های کیفی انتخاب شده بسیار قابل توجه است. در این حالت امکانات مناسبی برای ذخیره داده‌ها و پردازش آنها نیز لازم است.

omoorepeyman.ir

همه اجزای برنامه پایش کیفی، از اهداف پایش گرفته تا تفسیر داده‌ها، با سطح در نظر گرفته شده برای پایش مرتبط می‌باشند. همواره سعی می‌شود تا سطح برنامه‌های پایش کیفی متناسب با افزایش پیچیدگی‌های مسایل کیفیت آب و هم‌چنین افزایش قابلیت‌های علمی، ازسطح ساده به سطح بالاتری ارتقا یابد.

باید توجه داشت که مرزبندی دقیقی بین انواع مختلف پایش در این نوع طبقه‌بندی وجود ندارد و نمی‌توان معیار مشخصی بر مبنای تعداد نمونه‌ها و یا شاخص‌های انتخاب شده برای این نوع طبقه‌بندی تعیین نمود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۲

دستورالعمل چگونگی تعیین ایستگاه‌های پایش

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- تعیین محدوده طرح

تعیین محدوده طرح عبارت است از فرایند تحدید حدود جغرافیایی مطالعات و عملیات پایش. تعیین محدوده طرح در دو مقیاس زیر انجام می‌پذیرد:

- **محدوده بلافصل:** این محدوده شعاع بلافصل مخزن، از ورودی ها تا خروجی مخزن سد را دربر می‌گیرد.
- **محدوده تاثیرگذار:** این محدوده مطالعاتی، حوضه آبریز بالادست را در برمی‌گیرد. بدیهی است که در این دستورالعمل پایش کیفیت محدوده بلافصل مد نظر بوده وکلیه ایستگاه‌های پایش در محدوده بلافصل تعریف می‌گردند.

۲-۲- نحوه شناسایی ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست مخزن سد

۲-۲-۱- شناسایی کاربری اراضی موجود و مصارف مختلف منابع آبی

کاربری اراضی موجود در حوضه آبریز بالادست مستقیما بر نوع آلاینده‌های ورودی به رودخانه و در نهایت به مخزن موثر بوده و کاربری آب مخزن عامل تعیین کننده در درجه اهمیت پارامترهای کیفیت انتخابی جهت پایش و کنترل کیفیت آب مخزن می‌باشد. بر این اساس انتخاب صحیح پارامترهای پایش کیفیت نیازمند شناخت از کاربری اراضی بالادست و انواع کاربری‌های فعلی و آتی آب مخزن می‌باشد. بنابراین تیم پایش قبل از انتخاب پارامترهای مورد سنجش باید شناخت کافی از کاربری اراضی بالادست مخزن در حوضه آبریز و کاربری‌های آب مخزن کسب نماید. برای این منظور ضروری است تا منابع اطلاعاتی زیر تهیه و مورد بررسی قرار گیرند:

- نقشه کاربری اراضی: در این نقشه نوع کاربری‌های موجود به تفکیک فعالیت مشخص می‌گردد. برای این منظور باید تفکیک کاربری‌ها براساس فعالیت‌های زیر صورت پذیرد.
  - اکولوژی و حفاظت از محیطزیست
  - کشاورزی
  - جنگل‌داری و مرتع‌داری
  - آبزی‌پروری
  - توریستی (تفرج متمرکز و یا گسترده)
  - شهری و روستایی
  - صنعتی
- تهیه جدول اطلاعاتی مصرف منابع آبی: در این مرحله، اطلاعات مربوط به میزان مصرف منابع آبی باید به تفکیک کاربری تعیین شده در نقشه فوق، در چارچوب جدول پیشنهادی (۲-۱) درج گردد.

omoorepeyman.ir

جدول۲-۱- اطلاعات مربوط به مصرف منابع آبی و تولید فاضلاب به تفکیک کاربری اراضی بالادست مخزن

نوع کاربری	سطح	نوع محصول	میزان تولید	تعداد افراد ساکن/شاغل	منبع تامین آب	میزان مصرف آب	میزان فاضلاب تولیدی	ملاحظات کلی

تعاریف مربوط به جدول فوق عبارتند از:

- **نوع کاربری:** بیان‌گر نوع کاربری و هم‌چنین فعالیت‌های موجود در هر کاربری می‌باشد. به‌طور مثال کاربری کشاورزی از نوع فاریاب و یا کاربری صنعتی از نوع صنایع کانی غیرفلزی
- **سطح کاربری:** بیان‌گر مساحت اشغال‌شده توسط هر یک از کاربری‌ها می‌باشد.
- **نوع محصول:** بیان‌گر اطلاعات مربوط به نوع محصولات تولیدی در سه بخش کشاورزی، آبزی‌پروری و صنعتی می‌باشد.
- **میزان تولید:** بیان‌گر اطلاعات مربوط به میزان محصولات تولیدی در سه بخش کشاورزی، آبزی پروری و صنعتی می‌باشد.
- **تعداد افراد ساکن یا شاغل:** بیان‌گر اطلاعات مربوط به تعداد افراد ساکن و یا شاغل در هر یک از کاربری‌ها می‌باشد.
- **منبع تامین آب:** بیان‌گر اطلاعات مربوط به نوع منبع آبی مصرفی برای هر یک از کاربری‌ها می‌باشد.
- **میزان مصرف:** بیان‌گر اطلاعات مربوط به میزان آب مصرفی برای هر یک از کاربری‌ها می‌باشد.
- **میزان فاضلاب تولیدی:** بیان‌گر اطلاعات مربوط به میزان فاضلاب تولیدی برای هر یک از کاربری‌ها می‌باشد.
- **ملاحظات کلی:** در این ستون اطلاعاتی که ممکن است به‌نحوی خاص بر کیفیت آب مخزن تاثیر گذارد، ذکر می‌گردد. مانند نوع کود و سموم مصرفی در کاربری کشاورزی و یا اطلاعات مربوط به صنایع و فعالیت‌هایی که با مواد خطرناک سروکار دارند یا آلاینده‌های اصلی فاضلاب تولیدی در هر کاربری.

۲-۲-۲- شناسایی ویژگی‌های زمین‌شناسی و فیزیوگرافی

زمین‌شناسی و فیزیوگرافی به‌خصوص زمین‌شناسی سطحی حوضه آبریز بالادست مخزن با توجه به عبور آب‌های سطحی و رواناب‌ها از سطح زمین و اندرکنش آب با خاک مستقیما بر نوع آلاینده‌های دارای منشا طبیعی (مانند فلزات سنگین، ترکیبات سولفیدی و فسفات‌ها) ورودی به رودخانه و مخزن موثر است. بنابراین شناسایی این ویژگی‌ها نیز از وظایف اولیه تیم پایش است. برای تهیه و بررسی اطلاعات فیزیوگرافی منطقه باید از منابع و ابزار زیر استفاده نمود:

- نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی، اطلاعاتی چون ارتفاع از سطح دریا، درصد و جهت شیب را باید تعیین و در قالب جدولی ارائه نمود.
- نقشه‌های زمین‌شناسی و ژئوهیدرولوژی در سطح حوضه آبریز، با استفاده از این نقشه‌ها و گزارش‌های مربوط به آن نوع ساختارهای اصلی خاک در مناطق مختلف حوضه باید تعیین و برآوردهایی از اجزای احتمالی منتقل شونده از خاک به آب سطحی و زیرزمینی منتهی به رودخانه و مخزن در حوضه آبریز باید برآورد گردند. پس از آن پارامترهای کیفیت آب که

omoorepeyman.ir

احتمالا بر اثر منابع طبیعی (فرسایش خاک و سازندهای زمین شناسی) وارد آب مخزن سد خواهد شد تعیین تا در مرحله انتخاب پارامترهای پایش در حالات خاص مد نظر قرار گیرد.

۲-۲-۳- شناسایی ویژگی‌های هواشناسی

برخی ویژگی‌های هواشناسی در حوضه آبریز بالادست مخزن و در محدوده مخزن از دیدگاه اثر بر حرکت سطحی آب در مخزن و رفتار و انتقال آلاینده‌ها در حوضه و در مخزن دارای اهمیت می‌باشند. از این‌رو تیم پایش باید اطلاعات هواشناسی در ایستگاه‌های سینوپتیک، باران سنجی و کلیماتولوژی موجود در حوضه آبریز و در محدوده مخزن را (در صورت وجود) از سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو تهیه و در یک دوره حداقل ۱۰ ساله مورد بررسی قرار دهد. برای این منظور اطلاعات زیر در قالب جدول پیشنهادی زیر به صورت میانگین‌های ماهانه در یک دوره ۱۰ ساله باید تهیه گردند (جدول ۲-۲).

جدول۲-۲ ویژگی‌های هواشناسی ایستگاه‌های موجود در حوضه آبریز

پارامتر	میانگین حداقل	میانگین حداکثر
بارش (میلی‌متر)		
دما (درجه سانتی‌گراد)		
رطوبت (درصد)		
تبخیر (میلی‌متر)		
ساعات آفتابی		
جهات بادهای غالب		
سرعت بادهای غالب (متر بر ثانیه)		

۲-۲-۴- نحوه بررسی شدت فرسایش حوضه آبریز بالادست سد و رسوبات ورودی به مخزن

فرسایش خاک در حوضه آبریز علاوه بر انتقال رسوب و مواد معلق به رودخانه و مخزن که خود به عنوان پارامترکیفیت آب مطرح است باعث انتقال آلاینده‌ها (ازجمله فلزات سنگین، فسفر، سموم) به همراه خاک به درون منبع آبی می‌گردد. بررسی اطلاعات موجود مربوط به میزان، شدت و یا پتانسیل فرسایش خاک در سطح زیر حوضه‌های مختلف حوضه آبریز باید پیش از برنامه‌ریزی نهایی عملیات پایش انجام گیرد. برای برآورد حجم رسوبات ورودی به مخزن ضروری است تا اطلاعات مربوط به پتانسیل منطقه برای فرسایش و یا لغزش براساس میزان مقاومت سنگ‌ها و خاک نسبت به فرسایش و یا لغزش از وزارت جهاد کشاورزی، مراکز آبخیزداری و سایر مراجع مرتبط جمع‌آوری و در قالب جدول و یا نقشه ارائه گردد. برای این منظور جدول (۲-۳) و منابع و روش استخراج شدت فرسایش و لغزش پیشنهاد می‌گردد.

omoorepeyman.ir

جدول۲- ۳- ویژگی‌های فرسایشی حوضه آبریز بالادست مخزن و روش‌های تعیین آن

مفروضات	زیر حوضه	کاربری اراضی		نوع فرسایش و مساحت آن		شدت فرسایش		پراکنش مکانی نقاط لغزشی	
		روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار
در صورت وجود مطالعات قبلی		نقشه کاربری اراضی		نقشه سیمای فرسایش		نقشه شدت فرسایش		نقشه پهنه بندی پتانسیل لغزش	
در صورت عدم وجود مطالعات قبلی		تفسیر عکس هوایی یا ماهواره‌ای+ اطلاعات لایه مربوط در نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰		تفسیر عکس هوایی و شناسایی رخساره های فرسایشی بر اساس روش دانشکده منابع طبیعی		محاسبه شدت فرسایش بر اساس روش EPM		استفاده از اطلاعات بانک زمین لغزش	

این اطلاعات عموما با استفاده از داده‌های مربوط به نوع سنگ مادر، تیپ خاک، وضعیت هیدروگرافی، نوع اقلیم، نوع و تراکم پوشش گیاهی، ویژگی‌های زمین‌شناسی و پتانسیل منطقه برای لرزه‌خیزی و یا لغزش تهیه می‌گردد.

۲-۲-۵- نحوه بررسی تراکم پوشش گیاهی

با توجه به اثربخشی قابل توجه پوشش گیاهی بر کاهش فرسایش خاک در حوضه آبریز، بررسی تراکم پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات موجود در سازمان جنگل‌ها و مراتع و وزارت جهاد کشاورزی، در زمره مطالعات ضروری پیش از برنامه‌ریزی نهایی پایش می‌باشد. برای این منظور ضروری است تا اطلاعات مرتبط با تیپ و تراکم پوشش گیاهی جمع‌آوری شده و در بررسی‌های پتانسیل فرسایش مورد استفاده قرار گرفته و در نهایت در قالب نقشه و یا جدول ارائه گردد.

۲-۲-۶- طرح‌ها و برنامه‌های توسعه در حوضه آبریز بالادست موثر در کیفیت آب مخزن

برنامه‌های توسعه کشاورزی، صنعتی و عمرانی در حوضه آبریز بالادست باعث اثرگذاری بر تراکم پوشش گیاهی، میزان فرسایش، مصرف آب رودخانه و بده ورودی به مخزن، مقدار و نوع پساب‌های ورودی به رودخانه و مخزن خواهد گردید که به نوبه خود بر نوع، میزان، غلظت و رفتار آلاینده‌ها در مخزن اثرگذار می‌باشد. به همین دلیل ضروری است علاوه بر شناسایی ویژگی‌های فعلی حوضه آبریز بالادست (بندهای ۲-۲-۱ تا ۲-۲-۵) برنامه‌های توسعه‌ای عمرانی، کشاورزی، مسکونی و صنعتی در حوضه آبریز بالادست با استفاده از اطلاعات موجود در نهادهای ذیربط مانند معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور، وزارت مسکن و شهرسازی، طرح‌های جامع شهرها و شهرستان‌ها، وزارت صنایع و معادن، وزارت نفت، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو و وزارت راه و ترابری مورد بررسی قرار گرفته و طرح‌های مهم و اثرگذار بر پوشش گیاهی، فرسایش، مصرف آب، تولید فاضلاب و تغییر کاربری اراضی شناسایی گردد. پس از شناسایی طرح‌های مهم براساس جدول پیشنهادی (جدول ۲-۴) اطلاعات به‌دست آمده باید جمع‌بندی گردند.

omoorepeyman.ir

جدول۲-۴ اطلاعات مربوط به طرح‌های توسعه‌ای در حوضه آبریز بالادست مخزن

زیر حوضه	نوع طرح توسعه	اثر بر میزان فرسایش	ظرفیت یا مشخصه اصلی طرح	منبع تامین آب	میزان مصرف آب	میزان فاضلاب تولیدی	آلاینده‌های اصلی موجود در پساب	محل تخلیه پساب یا منبع نهایی پذیرنده	ملاحظات کلی

۲-۳- چگونگی شناسایی منابع آلاینده

آلاینده‌های ورودی به مخازن ممکن است ناشی از منابع نقطه‌ای (متمرکز) یا منابع غیرنقطه‌ای (گسترده) باشند. شایان ذکر است که مرز کاملا مشخصی برای تمیز دادن این دو نوع منبع آلودگی نمی‌توان تعیین کرد چرا که یک منبع گسترده در مقیاس منطقه‌ای یا حتی محلی خود ممکن است ناشی از تعداد زیادی از منابع نقطه‌ای مجزا باشد. تفاوت مهم میان این دو دسته از منابع این است که آلودگی ناشی از منابع نقطه‌ای قابل جمع‌آوری، تصفیه و کنترل می‌باشد. مهم‌ترین منابع نقطه‌ای تخلیه‌کننده آلودگی به آب‌های سطحی، پساب‌های شهری و صنعتی و پساب برخی فعالیت‌های بخش کشاورزی از جمله پرورش دام و طیور و آبزیان می‌باشند. سایر فعالیت‌های کشاورزی غالبا به‌عنوان منابع گسترده یا غیرنقطه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. فرونشینی اتمسفری آلاینده‌ها نیز منجر به آلودگی غیرنقطه‌ای مخازن می‌گردد.

۲-۳-۱- منابع آلاینده نقطه‌ای

بنا به تعریف یک منبع نقطه‌ای منبعی است که دارای یک خروجی مشخص آلودگی باشد. برخی از منابع نقطه‌ای همانند تخلیه پساب‌های شهری دارای خروجی مشخص و نسبتا ثابتی از آلودگی بوده و تغییرات آنها با گذشت زمان کم است.

۲-۳-۲- منابع آلاینده غیرنقطه‌ای

منابع غیرنقطه‌ای ناشی از یک خروجی واحد یا حتی یک فعالیت ثابت در یک نقطه واحد نمی‌باشند. البته برخی از منابع آلاینده غیرنقطه‌ای را می‌توان متشکل از تعداد زیادی از منابع نقطه‌ای آلاینده آب در یک منطقه یا ناحیه دانست. مثال‌های مهم این دسته از منابع عبارتند از:

- **رواناب‌های کشاورزی:** شامل رواناب‌های سطحی فرساینده خاک و زهکشی‌های زیرسطحی خاک که منتقل کننده مواد آلی و غیرآلی، ذرات خاک، مواد مغذی و انواع سموم به رودخانه‌ها و مخازن می‌باشند.
- **رواناب‌های شهری:** که حاوی انواع مواد آلی قابل تجزیه و غیرقابل تجزیه، فلزات، باکتری‌ها و هیدروکربن‌ها هستند.
- **سایر منابع:** شامل آلودگی ناشی از قایقرانی، عملیات لایروبی، اکتشاف و توسعه منابع نفت وگاز، چاه‌های جاذب فاضلاب در حوضه آبریز بالادست مخزن می‌باشند.

omoorepeyman.ir

جدول (۲-۵) راهنمای تشخیص مهم‌ترین منابع آلودگی مخازن و مهم‌ترین آلاینده‌های ناشی از آنها و اهمیت هریک می‌باشد. بر این اساس شناسایی منابع آلاینده در سطح حوضه آبریز بالادست باید به تفکیک زیر حوضه ها انجام و بر اساس آن جدول ارائه شده در پیوست یک برای منابع تخلیه کنندهآلودگی تکمیل گردد.

جدول ۲-۵- مهم‌ترین منابع آلاینده‌های مخازن[۲]

پارامتر / نوع منبع	باکتری‌ها	مواد مغذی	فلزات سنگین و کمیاب	سموم و آفت‌کش‌ها	آلاینده‌های آلی پایدار	چربی و روغن/ مواد نفتی
منابع نقطه‌ای:						
پساب‌های شهری	***	***	***	*	***	*
پساب‌های صنعتی		*	***		***	**
منابع غیرنقطه‌ای:						
کشاورزی	**	***	*	***		
لایروبی		*	***	**	***	*
قایقرانی	*	*	**		*	***
منبع مختلط:						
روان‌آب شهری	**	**	***	**	**	**
محل‌های دفع زایدات		*	***	*	***	*
اتمسفر		*	***	***	***	

توضیحات: * اهمیت کم ** اهمیت متوسط *** اهمیت زیاد

۲-۴- نحوه تعیین ایستگاه‌های پایش

۲-۴-۱- بررسی انواع ایستگاه‌های پایش

۲-۴-۱-۱- ایستگاه‌های ثابت

ایستگاه‌هایی هستند که دارای موقعیت ثابت بوده و در هر برنامه پایش مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند. از جمله مهم‌ترین این ایستگاه‌ها می‌توان به ایستگاه‌های جریان‌های ورودی و خروجی مخزن اشاره کرد.

۲-۴-۱-۲- ایستگاه‌های متغیر

ایستگاه‌هایی هستند که با توجه به وضعیت و شرایط زمانی و ویژگی آب مخزن ممکن است در طول دوره عملیات پایش موقعیت آنها دچار تغییر گردد. به‌عنوان مثال ایستگاه‌های عمقی مخزن در بالا و پایین لایه ترموکلاین بسته به ارتفاع وقوع لایه‌بندی در هر دوره نمونه‌برداری ممکن است از نظر عمق برداشت نمونه با هم متفاوت باشند.

۲-۴-۱-۳- ایستگاه‌های سیار

ایستگاه سیار ایستگاهی است که با توجه به هدف خاصی که از بررسی کیفی آب مخزن مورد نظر است برای بازه زمانی مشخصی انتخاب و مورد نمونه‌برداری و سنجش پارامترهای کیفی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال ایستگاه‌های متغیر در زمان بروز

omoorepeyman.ir

حوادث منجر به انتشار آلودگی در آب مخزن که به منظور تعیین روند پخش آلودگی در بازه زمانی مقابله با حادثه، و در موقعیت‌های مکانی مختلف مخزن مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند.

۲-۴-۲- تعیین معیارهای انتخاب ایستگاه‌های پایش

مهم‌ترین عواملی که باید در انتخاب ایستگاه‌های پایش مدنظر قرار گیرند، شامل موارد زیر خواهند بود:

- اهداف پایش
- کاربری‌های مورد نظر از آب مخزن
- تخلیه‌های احتمالی به مخزن از منابع آلودگی متمرکز
- تخلیه‌های احتمالی به مخزن از منابع آلودگی غیرمتمرکز
- ریخت‌شناسی و ویژگی‌های مخزن
- اندازه و شکل مخزن
- محل ورود رودخانه های منتهی به مخزن

با توجه به هدف پایش از جمله تعیین شرایط زمینه‌ای آلودگی، تعیین میانگین غلظت آلودگی یا پایش پیوسته روند تغییرات غلظت آلودگی، ممکن است انتخاب محل ایستگاه پایش متفاوت باشد. در مواردی‌که تعیین اثر یک منبع آلودگی متمرکز یا غیرمتمرکز مدنظر است، ایستگاه‌های پایش باید در مسیر پخش و انتقال آلودگی از نقطه ورود به سمت درون مخزن انتخاب و گسترده شوند. درصورتی‌که هدف، تعیین میانگین غلظت آلاینده‌ها در مخزن باشد، برای انتخاب تعداد و نقاط ایستگاه‌ها باید از روش‌های نمونه‌برداری آماری مانند نمونه‌برداری تصادفی ساده، نمونه‌برداری نظام‌مند و نمونه‌برداری لایه‌بندی شده بسته به شرایط استفاده گردد. باید توجه داشت درصورتی‌که شکل یا اندازه مخزن به‌گونه‌ای باشد که مخزن به دو یا چند زیر مخزن دیگر تقسیم شده باشد (حتی اگر این تقسیم به‌صورت فیزیکی نبوده و به‌دلیل شرایط جریان‌ها و لایه‌بندی‌ها اتفاق افتاده باشد) هر یک از مخازن باید به‌طور مجزا پایش شوند. در این مورد ملاحظاتی مانند لایه‌بندی حرارتی، جریان‌های اتصال کوتاه و جریان‌های آب داخلی مخزن باید در نظر گرفته شوند. در هر حال باید در نظر داشت که علی‌رغم انتخاب محدوده ایستگاه پایش، نقاط نهایی نمونه‌برداری یا اندازه‌گیری باید پس از بازدید محل و انجام بررسی‌های اولیه و حتی در برخی موارد اندازه‌گیری‌های میدانی، تعیین گردند.

۲-۴-۳- بررسی مقدماتی

پیش از اجرای عملیات اصلی پایش، باید بررسی اولیه‌ای از جوانب مختلف پروژه صورت پذیرد. این بررسی علاوه بر شناسایی شرایط مختلف بالا دست مخزن (بندهای ۲-۲-۱ تا ۲-۲-۶) و ویژگی‌های ریخت‌شناسی، هیدرودینامیک و هیدرولیک (در صورت وجود) و سوابق مطالعات کیفیت آب مخزن، باید شامل اجرای محدود یک برنامه پایش مقدماتی باشد. این برنامه اطلاعات، فرصت کافی برای ارزیابی و اصلاح برنامه پایش اصلی مخزن را فراهم می‌نماید و در تصحیح نقاط انتخابی پایش و کاهش یا افزایش تعداد ایستگاه‌ها و نمونه‌ها در راستای بهینه‌سازی هزینه‌ها و افزایش دقت نتایج موثر است. در طول اجرای برنامه بررسی مقدماتی، لازم است صحت فرضیات در مورد شرایط اختلاط آب در ایستگاه‌های انتخابی در بازه زمانی و مکانی، مورد بررسی قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

برای این بررسی لازم است در نقاط مختلف سطح مخزن و در عمیق‌ترین نقاط مخزن در عمق (با فواصل ارتفاعی حداقل ۲ متر) از سطح تا بستر مخزن، نمونه‌گیری‌هایی انجام داد تا مشخص گردد که آیا با انتخاب یک ایستگاه می‌توان کیفیت آب کل مخزن را برآورد نمود یا خیر. در واقع این وضعیت که می‌توان مخزن را یک‌بعدی یا دوبعدی در طول و عرض فرض کرد یا خیر باید در این مرحله مشخص شود. هم‌چنین درصورتی‌که رفتار مخزن مانند چندین مخزن کوچک‌تر در کنار هم باشد، باید در این مرحله مشخص شده و محدوده این بدنه‌های آبی با رفتار کیفی مستقل، شناسایی گردند. هم‌چنین ضروری است در این مرحله تغییرات کیفیت آب نسبت به عمق به‌خصوص در دوره لایه‌بندی حرارتی، در نقاط مختلف مخزن بررسی گردد. بررسی و تعیین بازه زمانی اختلاط کامل در مخزن نیز باید در این مرحله صورت گیرد. علاوه بر موارد یاد شده، قابلیت دسترسی به نقاط انتخابی پایش، سهولت و امکان برداشت نمونه‌ها، نگهداری و حمل نمونه‌ها، حجم نمونه‌های مورد نیاز، روش‌های اندازه‌گیری در محل و آموزش تخصصی کار میدانی برای کارمندان، از جمله سایر مواردی است که در این مرحله باید انجام شده تا در حین انجام مراحل اصلی پایش از ایجاد مسایل و مشکلات منجر به وقفه یا کاهش دقت کار، اجتناب گردد.

۲-۴-۴- تعیین نقاط پایش

۲-۴-۴-۱- تعیین نقاط پایش در سطح مخزن

مخازن از جمله بدنه‌های آبی هستند که در معرض عواملی هستند که باعث تغییر کیفیت آب در طول زمان و مکان می‌گردند. بنابراین همان‌گونه که در بند (۲-۴-۳) اشاره شد بررسی مقدماتی برای اطمینان از انتخاب صحیح و مناسب ایستگاه‌های پایش باید انجام گیرد. از آن‌جاکه در محل‌های ورود جریان‌های تغذیه‌کننده مخزن، اختلاط هنوز کامل نشده است، غلظت‌های پارامترهای کیفی با میانگین غلظت در مخزن متفاوت خواهد بود. ورودی‌های باریک و خلیج‌های کوچک به دلیل اختلاط ضعیف‌تر معمولا از نظر کیفی با بدنه آبی اصلی مخزن متفاوت هستند. اثر باد در مخازن کم‌عرض ممکن است باعث تجمع برخی پارامترها مانند غلظت جلبک‌ها در انتهای مسیر باد در مخزن گردد.

درصورتی‌که براساس سوابق مطالعاتی موجود یا نتایج بررسی مقدماتی، اختلاط کامل افقی در مخزن برقرار باشد (مخزن در سطح، یک بعدی باشد) انتخاب یک نقطه به عنوان ایستگاه پایش در سطح آب ترجیحا در موقعیت طولی و عرضی عمیق‌ترین نقطه مخزن که معمولا در مجاورت دیواره سد خواهد بود، برای اهداف پایش بلند مدت و مستمر کیفیت آب مخزن کفایت خواهد کرد. اما درصورتی‌که مخزن بسیار بزرگ، یا دارای خلیج‌های باریک و یا شامل بیش از یک حوضچه عمیق باشد (حتی اگر این حوضچه به صورت فیزیکی موجود نبوده و به‌واسطه شکل بستر یا رژیم بهره‌برداری از مخزن سد ایجاد گردد) بیش از یک ایستگاه در سطح، ضروری خواهد بود. در این حالت انتخاب حداقل یک ایستگاه در عمیق‌ترین تقطه هر یک از نواحی مذکور ضروری است. برای مخازن بزرگ یک‌پارچه با اختلاط کامل افقی (و هر یک از خلیج‌ها و حوضچه‌های مورد اشاره)، تعداد ایستگاه‌ها، باید نزدیک‌ترین عدد صحیح به لگاریتم در مبنای ده مساحت مخزن بر حسب کیلومتر مربع، باشد [۱]. در این حالت به عنوان مثال در مخزنی با سطح ده کیلومتر مربع، یک ایستگاه و با سطح ۱۰۰ کیلومتر مربع، دو ایستگاه باید انتخاب شوند. این رویکرد برای اهداف پایش مستمر بهره‌برداری مناسب است.

omoorepeyman.ir

در هر حالت جریان‌های خروجی از مخزن و ورودی‌های مخزن از طریق رودخانه یا رودخانه‌ها (و یا در صورت تخلیه مستقیم پساب) باید در زمره ایستگاه‌های ثابت پایش کیفیت آب قرار گیرند. شکل (۲-۱) به‌طور شماتیک نمایان‌گر نقاط پایش در سطح مخزن با توجه به اهداف مختلف پایش می‌باشد. انتخاب ایستگاه جریان ورودی مخزن باید به‌گونه‌ای باشد که از اثر برگشت آب مخزن به رودخانه اجتناب گردد. برای این منظور ایستگاه باید بالاتر از تراز ارتفاع حداکثر سطح سیلاب محاسبه وطراحی شده برای مخزن و پایین دست نزدیک‌ترین منبع آلودگی رودخانه تعبیه شود [۴] معمولا پیش از ورودی‌های اصلی به مخزن ایستگاه‌های هیدرومتری با اجتناب از اثر برگشت آب، تعبیه شده است که باید ایستگاه ورودی به مخزن همان ایستگاه هیدرومتری در نظر گرفته شود. چرا که در این ایستگاه‌ها سایر ویژگی‌های جریان آب و رسوب و کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب نیز مورد سنجش قرار می‌گیرد. هم‌چنین باید ایستگاه‌های ورودی و خروجی مخزن در مقاطعی انتخاب گردند که ایستگاه (یااشل) اندازه‌گیری جریان در آن وجود داشته و یا در آن مقطع بده جریان در زمان‌های نمونه‌برداری موجود بوده و در غیر این صورت قابل اندازه‌گیری بوده و در زمان نمونه‌برداری مورد اندازه‌گیری قرار گیرد.

ایستگاه‌های برداشت نمونه‌های رسوب بستر مخزن باید در دلتای جریان‌های ورودی مخزن و عمیق‌ترین نقاط هر یک از حوضچه‌های درون مخزن با توجه به ریخت‌شناسی کف مخزن انتخاب گردند. در صورت عدم وجود اطلاعات بستر، ایستگاه‌های نمونه‌برداری رسوب شامل دلتای جریان‌های ورودی و عمیق‌ترین نقطه مخزن در نظر گرفته می‌شوند.

۲-۴-۴-۲- تعیین نقاط پایش در اعماق مختلف مخزن سد

مهم‌ترین مشخصه آب در مخازن پدیده لایه‌بندی عمودی آب می‌باشد که باعث ایجاد کیفیت متفاوت آب در عمق‌های مختلف می‌گردد. این پدیده در هر ایستگاه پایش در هر مرحله از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری باید به‌وسیله اندازه‌گیری نیمرخ عمودی دما از یک متر زیر سطح آب تا یک متر بالاتر از بستر مخزن (حداقل در فواصل یک متری) در ایستگاه بررسی گردد. اگر تفاوت قابل توجهی (بیش از سه درجه سانتی‌گراد) میان دمای سطح و عمق وجود داشته باشد، به احتمال زیاد در آن ایستگاه عمقی از آب وجود دارد که درجه حرارت در ارتفاع کوچکی[1] به‌مقدار قابل توجهی تغییر می‌کند [۲]. در این حالت مخزن لایه‌بندی شده،[2] تلقی گردیده و کیفیت آب در لایه‌ها متفاوت خواهد بود. در این حالت در هر ایستگاه سطحی، بیش از یک نقطه پایش در عمق ضروری می‌باشد.

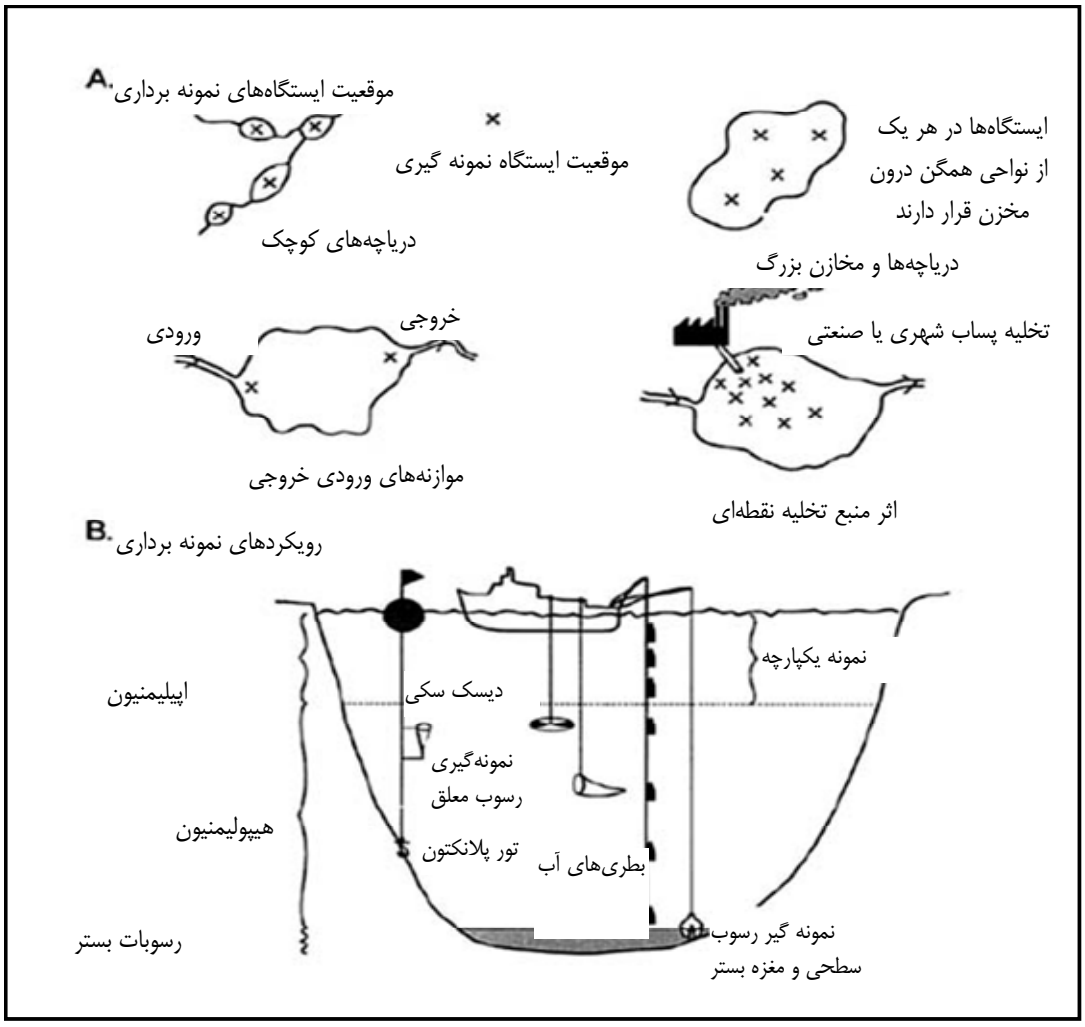
برای مخازن با عمق ۱۰ متر یا بیش‌تر، در مرحله نخست باید عمق ترموکلاین به‌وسیله اندازه‌گیری‌های دما در اعماق مختلف (با فواصل یک متر) مشخص گردد، سپس نمونه‌های کیفی آب با توجه به عمق و شدت ترموکلاین برداشت شود. به عنوان راهنمای کلی، حداقل نقاط پایش در عمق مخزن در هر ایستگاه سطحی که در آن لایه‌بندی وجود دارد باید به ترتیب زیر باشد:

- یک متر زیر سطح آب
- درست بالاتر ازحد بالایی لایه ترموکلاین
- درست پایین‌تر از حد پایینی لایه ترموکلاین
- در عمق میانگین حد بالایی و پایینی لایه ترموکلاین

1- Thermocline
2- Stratified

omoorepeyman.ir

– یک متر بالاتر از رسوبات بستر (یا نزدیک‌تر به بستر درصورتی‌که بتوان بدون برهم زدن رسوبات کف نمونه را برداشت یا اندازه‌گیری را انجام داد)



شکل ۲-۱- شماتیک نقاط پایش در سطح مخزن

از آن‌جاکه عمق لایه ترموکلاین در بسیاری موارد ظرف مدت چند ساعت یا چند روز ممکن است تغییر کند، بنابراین ثابت در نظر گرفتن این عمق و تعیین اعماق پایش براساس لایه‌بندی اندازه‌گیری شده در مراحل قبلی پایش غیر اصولی است و تعیین نیمرخ دما و سپس براساس آن انتخاب نقاط عمقی نمونه‌برداری و پایش کیفی در هر سری عملیات پایش در هر یک از ایستگاه‌های سطحی باید انجام گیرد.

omoorepeyman.ir

در مخازن با اعماق کم‌تر از ۱۰ متر (از آن‌جاکه کم‌تر احتمال لایه‌بندی وجود دارد) باید در مرحله بررسی مقدماتی، لایه‌بندی حرارتی مخزن بررسی گردد و در صورت تشخیص عدم وجود لایه‌بندی، نقاط پایش در عمق مخزن در هر ایستگاه سطحی عبارت خواهند بود از: یک نقطه در عمق یک متر زیر سطح آب و یک نقطه در یک متر بالاتر از رسوبات بستر. در صورت وجود لایه‌بندی، مطابق مخازن عمیق‌تر از ۱۰ متر عمل می‌شود.

برای ثبت اطلاعات حوضه آبریز و مخزن سد که در بندهای مختلف این فصل به آنها اشاره شده است، نمونه کاربرگ‌های ثبت اطلاعات در پیوست یک ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

دستورالعمل چگونگی تعیین پارامترهای مورد سنجش

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- نحوه شناسایی پتانسیل آلاینده‌ها در هر مخزن

آگاهی از پتانسیل آلاینده‌ها در مخزن نیازمند شناخت وضعیت موجود حوضه آبریز، منابع آلاینده و طرح‌های توسعه آتی آن، آگاهی از سوابق مطالعات کیفیت آب مخزن و بررسی مقدماتی کیفیت آب مخزن می‌باشد، بنابراین به منظور شناسایی پتانسیل آلاینده‌های آب مخزن توجه به هر سه مورد فوق ضروری است. اجرای مورد اول از موارد فوق در بندهای (۲-۲-۱ تا ۲-۲-۶) مورد اشاره قرار گرفته است.

۳-۱-۱- بررسی سوابق موجود در خصوص اطلاعات کیفیت آب اعم از شیمیایی و زیستی

به منظور شناسایی پتانسیل و آلاینده‌های احتمالی مهم مخزن باید همه داده‌ها و اطلاعات کیفیتی، هرگونه گزارش‌ها یا مطالعات کیفیتی، نتایج اندازه‌گیری‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی موجود و ثبت شده، گزارش‌های مربوط به حوادث قبلی منجر به ورود و پخش آلودگی در مخزن باید جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گیرد. هم‌چنین هرگونه هشدار یا اطلاعیه‌ای که توسط سازمان‌ها و دستگاه‌های رسمی مسوول در خصوص کاربری آب مخزن تا زمان راه‌اندازی سامانه پایش داده شده است (مانند منع مصرف آبزیان، منع مصرف آب مخزن جهت شرب یا کشاورزی، وقوع برخی سوانح زیست‌محیطی و ...) مد نظر قرار گیرد. با توجه به سوابق مورد بررسی و کاربری‌های آب مخزن باید پتانسیل وجود انواع مشخص آلاینده‌ها و هم‌چنین پارامترهای کیفیتی دارای اهمیت بالقوه از دیدگاه احتمال ایجاد آلودگی و تغییر کیفیت و از دیدگاه کاربری آب در این مرحله تعیین گردد.

۳-۱-۲- بررسی وضعیت موجود کیفیت آب مخزن[۱]

برای بررسی وضعیت موجود کیفیت آب به صورت مقدماتی و به منظور تعیین و انتخاب دقیق پارامترهای مورد بررسی، این مرحله به همراه نتایج بررسی مقدماتی مخزن باید به مورد اجرا گذاشته شود. در این حالت باید با رسم یک شبکه در سطح مخزن به صورت نظام‌مند تعدادی نمونه از نقاط مختلف سطح مخزن و هم‌چنین در عمیق‌ترین نقطه مخزن نمونه‌هایی در اعماق مختلف از سطح تا بستر (با فواصل عمقی حداقل ۲ متر) برداشته شود. در مرحله بعد باید با توجه به نتایج بررسی ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست (بندهای۲-۲-۱ تا ۲-۲-۶)، و نتایج بررسی سوابق مطالعات کیفیت آب مخزن (بند ۳-۱-۱)، نمونه‌های برداشت شده برای پارامترهای کیفیت عمومی و هم‌چنین پارامترهای مهم احتمالی و آلاینده‌هایی که با توجه به نتایج مطالعات فوق‌الذکر وجود آنها در مخزن محتمل و مهم تلقی گردیده است، مورد آنالیز قرار گیرد. نتایج این بخش مطالعات در تلفیق با نتایج بندهای (۲-۲-۱ تا ۲-۲-۶ و ۳-۱-۱ و ۲-۴-۳) در تدوین نهایی برنامه پایش، انتخاب ایستگاه‌های پایش و انتخاب پارامترهای مورد سنجش باید مورد استفاده قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

۱- دراین مورد جهت کسب اطلاعات بیش‌تر به نشریه " راهنمای مطالعات کیفیت آب مخازن سدهای بزرگ ۳۱۳-الف" که توسط طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور تهیه شده است، مراجعه شود.

۳-۱-۳- بازدید صحرایی از سواحل راست و چپ

بازدید از سواحل راست و چپ مخزن در محدوده بلافصل به منظور شناسایی منابع احتمالی موثر بر تغییرات کیفیت آب باید صورت پذیرد. در انجام این بازدیدها باید موارد زیر مد نظر قرار گیرند:

- فرسایش:
  - هیچ‌گونه فرسایشی در سواحل راست و چپ مشاهده نمی‌شود و یا میزان آن بسیار ناچیز است. هیچ‌گونه اقدامی جهت تثبیت سواحل صورت نگرفته است.
  - میزان فرسایش کرانه‌ها اندک است.
  - میزان فرسایش قابل توجه و از امکانات مصنوعی جهت حفاظت دیواره‌ها و کرانه‌ها استفاده می‌شود.
  - میزان فرسایش قابل توجه و از امکانات مصنوعی جهت حفاظت دیواره‌ها و کرانه‌ها استفاده نمی‌شود.
- وجود هرگونه لوله‌گذاری، راه آب و یا زه‌آب به سمت مخزن و یا اطراف آن:
  - محل لوله‌گذاری یا زهکشی
  - نوع لوله
  - قطر تقریبی لوله
  - سرعت تخلیه جریان از لوله، رنگ و بوی جریان خروجی
  - در آخر هرگونه اثر احتمالی مشاهده شده در اطراف مخزن که ناشی از تخلیه جریان می‌باشد شرح داده شود.
- پوشش گیاهی:
  - تراکم پوشش گیاهی
  - نوع گونه‌ها
  - وسعت محدوده پوشیده از گیاه
- دفع زباله و مواد زاید جامد، بازدید از سواحل مخزن جهت آگاهی از دفع و تجمع احتمالی زباله الزامی است.
- منابع تخلیه کننده آلودگی به منبع باید شناسایی و برآورد تقریبی از مقدار، و انواع آلاینده های ورودی به مخزن انجام گیرد.

۳-۱-۴- سایر مشاهدات

در این بخش از مطالعات باید وقوع پدیده‌های غیرعادی شامل موارد ذیل مورد بررسی قرار گیرد:

- تخلیه هرگونه ماده شیمیایی، نفتی و غیره به داخل مخزن
- مرگ ناگهانی ماهی‌ها
- مرگ ناگهانی جانوران و یا پرندگان آبزی و کنار آبزی
- طغیان آب
- مشاهده هرگونه تغییر در رنگ و بوی آب
- ثبت هرگونه اطلاعاتی که خواسته نشده ولی از سوی متخصصین محلی ضروری به نظر می‌رسد.

omoorepeyman.ir

۳-۲- نحوه انتخاب پارامترهای مورد سنجش براساس انواع آلودگی منابع

۳-۲-۱- سنجش بده

در مواردی‌که نمونه‌های آب باید از جریان‌های ورودی و خروجی مخزن برداشت گردد، ضروری است کـه بـده جریـان در زمـان نمونه‌برداری مشخص گردد. بهتر است، ایستگاه‌های نمونه‌برداری از جریان در مقاطعی انتخاب گردند که روابط بده ـ اشل بـرای آن موجود و یا سنجش بده به‌طور معمول در آنها انجام می‌شود. بهترین گزینه در این موارد ایستگاه‌های هیدرومتری است. درصورتی‌کـه منابع مهم آلودگی از آخرین ایستگاه هیدرومتری قبل از مخزن تا دریاچه مخزن وجـود نداشـته باشـد، ایـستگاه هیـدرومتری قبـل از مخزن به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری پایش جریان ورودی به مخزن انتخاب می‌گردد. در غیر این‌صورت به منظـور امکـان تجزیـه و تحلیل بهتر اطلاعات کیفیتی و بیلان جرمی آلاینده‌ها، باید در زمان نمونه‌برداری و سنجش کیفیت در هر ایستگاه ورودی و خروجـی مخزن، اندازه‌گیری بده جریان در آن ایستگاه انجام گیرد.

۳-۲-۱-۱- تجهیزات سنجش بده

برای تعیین بده روش‌های استانداردی ازجمله روش‌های مافوق صوت، الکترومغناطیسی، تزریق ردیاب‌ها یا سـاختن سـرریزها وجـود دارد که ممکن است در شرایط مختلف مورد استفاده قرار بگیرد. برای هر یک از این روش‌ها، تجهیزات و امکانات خاصی مورد نیاز اسـت که با توجه به گران بودن و اجرای پیچیده‌تر آنها و با توجه به تاثیر برخی از این روش‌ها بر کیفیت آب، در مطالعات پایش کیفیت آب کـه اندازه‌گیری بده در هنگام نمونه‌برداری ضرورت دارد، این روش‌ها توصیه نمی‌گـردد. روش مـورد توصـیه در ایـن‌جـا روش تخمـین بـده براساس برآورد سرعت در سطح مقطع کانال جریان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری پایش کیفی مـی‌باشـد. در ایـن روش تجهیـزات مـورد استفاده عبارتند از ابزار اندازه‌گیری عمق جریان، جریان‌سنج یا شناور سرعت‌سنج و یا یک وسیله ساده که در سطح آب شناور بماند.

۳-۲-۱-۲- دستورالعمل سنجش بده

اگر اشل اندازه‌گیری و روابط بده ـ اشل برای مقطع مورد نظر وجود نداشته باشد، بده جریان در زمان نمونه‌برداری باید اندازه‌گیری و تعیین گردد. روش مناسب اندازه‌گیری بده تعیین سطح مقطع کانال جریان و اندازه‌گیری سرعت با یک سرعت‌سنج، تعیین سـرعت میانگین و سپس محاسبه بده می‌باشد. اگر سرعت‌سنج موجود نباشد، تخمین سرعت به‌وسیله اندازه‌گیری زمان لازم برای حرکت یک وسیله شناور در طول یک مسیر ثابت در طول کانال جریان صورت می‌گیرد. برای حصول نتایج بهتر سـطح مقطـع جریـان در نقطـه اندازه‌گیری باید دارای شرایط زیر باشد:

- سطح مقطع باید در نقطه‌ای انتخاب شود که رودخانه یا کانال جریان تا ۵۰ متر بالادست و پایین دست نقطه اندازه‌گیری صاف و بدون تغییر جهت باشد.
- سرعت‌ها در سطح مقطع باید بزرگ‌تر از ۱۰ – ۱۵ سانتی‌متر بر ثانیه باشد.
- بستر کانال یا رودخانه در نقطه مورد نظر معمولی و پایدار باشد.
- عمق جریان بیش‌تر از ۳۰ سانتی‌متر باشد.
- در قسمت مورد نظر رشد گیاهی وجود نداشته باشد.

omoorepeyman.ir

در اکثر کانال‌ها در هر مقطع سرعت در ۰/۶ عمق کانال برابر سرعت متوسط در آن مقطع خواهد بود. اما بهتر است میانگین سرعت در عمق‌های ۰/۲ و ۰/۸ عمق کانال محاسبه و به عنوان سرعت میانگین در آن مقطع در نظر گرفته شود. با توجه به شکل بستر کانال، سطح مقطع به تعدادی مقاطع عمود بر جهت جریان تقسیم شده و با محاسبه سرعت میانگین در هر یک از این مقاطع و تعیین بده در هر مقطع، مجموع این بده‌ها، بده کل جریان در مقطع مورد نظر را به دست خواهد داد. برای این تقسیم‌بندی و برآوردها روش اجرایی به شرح زیر است:

- سطح مقطع عمود بر جهت جریان باید به ۵ تا ۱۰ قسمت تقسیم شود.
- این تقسیم‌بندی براساس شکل بستر رودخانه یا کانال بوده و حتی‌الامکان در هر یک از تغییر شیب‌های اصلی بستر یک قسمت در نظر گرفته می‌شود.
- پس از تقسیم سطح مقطع عمود بر جریان عرض هر یک از مقاطع بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود.
- اندازه‌گیری سرعت در امتداد خطوط تقسیم سطح مقطع (در عمق‌های مورد نظر) انجام می‌شود.

در مواردی‌که عمق و شرایط جریان به اندازه‌ای باشد که بتوان وارد آب شد (معمولا عمق کم‌تر از یک متر) نمونه‌بردار وارد آب شده و علاوه بر اندازه‌گیری عمق در مقاطع مختلف بستر، وسیله جریان‌سنج (سرعت‌سنج) را در هر مقطع نگه داشته و سرعت جریان را اندازه‌گیری می‌نماید. در مواردی‌که نتوان وارد آب شد، باید این کار از روی یک پل یا با استفاده از تجهیزات کابل عبوری از عرض رودخانه و یا از روی یک قایق انجام شود. در هر حال اندازه‌گیری بده براساس روش‌های استاندارد ASTM شماره‌های D5388, D5089, D4409, D5390, D5130, D5389, D5129 نیز قابل انجام بوده و برای اهداف پایش کیفی قابل قبول می‌باشد [۱۲] و [۶]. «هم‌چنین اندازه گیری بده براساس پیوست شماره ۷ نشریه ۵۲۲ معاونت نظارت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور با عنوان «دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری» قابل انجام است.

۳-۲-۲- پارامترهای مورد سنجش کیفیت آب

انتخاب پارامترهای مورد سنجش کیفیت آب براساس سه محور اصلی زیر باید انجام گیرد:

- بررسی سوابق اطلاعات کیفیت آب مخزن، بررسی مقدماتی مخزن و تعیین وضعیت موجود کیفیت آب (بندهای ۳-۱ و ۲-۴-۳ مراجعه شود.)
- کاربری‌های اصلی آب مخزن
- منابع آلوده کننده رودخانه‌های منتهی به مخزن و خود مخزن و ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست (بند ۲-۲).

پارامترهایی که در بررسی‌های سوابق اطلاعات کیفی مخزن مهم تشخیص داده شده‌اند و یا غلظت آنها در محدوده‌های خارج از استانداردهای ملی و محلی بوده و یا دارای منابع درون مخزنی (تولید، زمین‌شناسی) می‌باشند، باید در انتخاب، پارامترهای مورد پایش در نظر گرفته شوند. کاربردهای مختلف آب نسبت به وجود پارامترهای متفاوت کیفی و غلظت‌های آنها حساس هستند. بنابراین یکی از معیارهای انتخاب پارامترهای کیفی، اهمیت وجود آن پارامتر در آب برای کاربری‌های مورد نظر آب مخزن می‌باشد. معیار مهم دیگر در انتخاب پارامترها منابع آلاینده مخزن یا رودخانه‌های منتهی به آن می‌باشد. درصورتی‌که عوامل مختلف شیمیایی، فیزیکی یا زیستی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از منابع آلاینده به مخزن تخلیه شوند، باید این عوامل آلاینده به عنوان بخشی از پارامترهای سنجش کیفیت آب مخزن در برنامه پایش در نظر گرفته شوند. برای ارزیابی اثرات بلند مدت آلودگی مخزن، هم‌چنین سنجش

omoorepeyman.ir

پارامترهای مختلف شیمیایی یا زیستی علاوه بر محیط آب بهتر است در محیط رسوبات بستر نیز سنجش پارامترهای کیفی به انجام برسد. جداول (۳-۱) و (۳-۲) راهنمای عمومی شناخت اهمیت و انتخاب پارامترهای مختلف سنجش کیفیت آب با توجه به کاربری‌ها و منابع آلاینده غیرصنعتی آب مخزن یا رودخانه‌های منتهی به آن و جداول (۳-۳) و (۳-۴) راهنمای انتخاب پارامترها براساس کاربری‌ها و منابع آلاینده صنعتی آب مخزن یا رودخانه‌های منتهی به آن می‌باشند.

جدول ۳-۱- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط با کاربری‌های غیرصنعتی آب مخزن [۱] و [۲]

متغیرهای عمومی	پایش زمینه‌ای	محیط زیست و شیلات	کاربری شرب و شهری	تفرج و ورزش‌های آبی	آبیاری کشاورزی
دما	***	***		*	
رنگ	**		**	**	
بو	**		**	**	
مواد معلق	***	***	***	***	
کدورت	*	**	**	**	
رسانایی الکتریکی	**	*	*		*
مواد جامد محلول	**	*	*		***
pH	***	**	*	*	**
اکسیژن محلول	***	***	*		*
سختی		*	***		
کلروفیل a	**	***	***	***	
مواد مغذی					
آمونیاک	*	***	*		
نیترات/نیتریت	**	*	***		
فسفر/فسفات	**	***	***	**	
مواد آلی					
کربن آلی	**		*	*	
COD	**	**			
BOD	***	***	**		
یون‌های اصلی					
سدیم	*		*		***
پتاسیم	*				
کلسیم	*				**
منیزیم	**		*		**
کلرید	**		*		***
سولفات	*				
سایر مواد معدنی					
فلورید			**		*
بور					**
سیانید		*	*		
عناصر کمیاب					
فلزات سنگین		**	***		*
آرسنیک و سلنیم		**	***		
آلاینده‌های آلی					
هیدروکربن‌ها و روغن		*	**	**	*
آفت‌کش‌ها		**	**		

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۱- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط با کاربری‌های غیرصنعتی آب مخزن [۱] و [۲]

شاخص‌های میکربی	پایش زمینه‌ای	محیط زیست و شیلات	کاربری شرب و شهری	تفرج و ورزش‌های آبی	آبیاری کشاورزی
کلی‌فرم‌های مدفوعی			***	***	***
مجموع کلی‌فرم‌ها			***	***	*
پاتوژن‌ها (تخم انگل‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا)			***	***	*

*-***: درجه اهمیت در اثرگذاری احتمالی غلظت پارامتر بر کاربری آب و اولویت انتخاب برای پایش

جدول ۳-۲- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط با منابع آلودگی غیرصنعتی آب مخزن [۱] و [۲]

متغیرهای عمومی	فاضلاب شهری	رواناب شهری	فعالیت‌های کشاورزی	دفع مواد زاید شهری	دفع مواد زاید خطرناک	آلاینده‌های اتمسفری
دما	*	*	*			
رنگ	*	*	*	*		
بو	*	*	*			
مواد معلق	***	**	***	**	**	
رسانایی الکتریکی	**	**	**	***	***	***
قلیائیت				**		***
pH	*	*	*	**	***	***
اکسیژن محلول	***	***	***	***	***	
سختی	*	*	*		*	*
کلروفیل a	**	**	***	**		
مواد مغذی						
آمونیاک	***	**	***	**		
نیترات/نیتریت	***	**	***	**		***
فسفر/فسفات	***	**	***	*		*
مواد آلی						
کربن آلی	**		*	*		
COD	**	**	*	***	***	
BOD	***	**	***	**	**	
یون‌های اصلی						
سدیم	**	**	**			
پتاسیم	*	*	*			
کلسیم	*				**	*
منیزیم	*	*	*		**	
کلرید	***	**	***	**		
سولفات	*	*	*			
سایر مواد معدنی						
فلوراید	*	*				
سیانید					***	
عناصر کمیاب						
فلزات سنگین		**	***	***	***	*
آرسنیک و سلنیم		**	***	***	***	*
الاینده‌های آلی						
هیدروکربن‌ها و روغن	**	***		**	*	
آفت‌کش‌ها		***	***	**	***	

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۲- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط با منابع آلودگی غیرصنعتی آب مخزن [۱]و [۲]

شاخص‌های میکربی	فاضلاب شهری	رواناب شهری	فعالیت‌های کشاورزی	دفع مواد زاید شهری	دفع مواد زاید خطرناک	الاینده‌های اتمسفری
کلی‌فرم‌های مدفوعی	***	**	**	***		
مجموع کلی‌فرم‌ها	***	**	**	***		
سایر پاتوژن‌ها	***		**	***		

*-***: درجه اهمیت با توجه به میزان احتمالی در جریان آلودگی و اثرگذاری احتمالی غلظت پارامتر بر کیفیت آب مخزن

جدول ۳-۳- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب براساس کاربری‌های صنعتی آب مخزن [۱] و [۲]

	گرمایش	سرمایش	تولید برق	آهن و فولاد	چوب و کاغذ	صنایع نفتی	صنایع غذایی
دما	***	***		***	*		
رنگ	*				*		**
بو							***
مواد معلق	***	***	**	**	*	***	**
کدورت	**				**		**
رسانایی الکتریکی	*	*					
مواد جامد محلول	**	**	***	**	***	*	***
pH	***	***	***	**	**	***	***
اکسیژن محلول		***	*	***	*		***
سختی	***	***	***	**	***	***	***
آمونیاک	***		*				*
نیترات/نیتریت							***
فسفر/فسفات					*		
COD		*	**				***
یون‌های اصلی							
سیلیس	**	**	*		*	*	*
پتاسیم							
کلسیم		***	***		*	***	*
منیزیم					*	***	*
کلرید	*	*			*	***	***
سولفات		*				*	***
فلورید							**
آهن و منگنز	**	*	*		*	*	**
سیانید							***
عناصر کمیاب							
فلزات سنگین							**
پاتوژن‌ها							***
هیدروکربن‌ها و روغن	*	*		*			*
آفت‌کش‌ها							*

*-***: درجه اهمیت در اثرگذاری احتمالی غلظت پارامتر بر کاربری آب و اولویت انتخاب برای پایش

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۴- اهمیت پارامترهای سنجش کیفیت آب در ارتباط منابع آلاینده صنعتی آب مخزن [۱] و [۲]

	صنایع غذایی	معدن‌کاری	صنایع استخراج و پالایش نفت	صنایع شیمیایی و دارویی	چوب و کاغذ	متالورژی	صنایع مکانیکی	نساجی
دما	*	*	*	*	*	*	*	*
رنگ	*	*	*	*	*	*	*	*
بو	*	*	*	*	*	*	*	*
مواد معلق	*	***	***	*	***	***	***	***
کدورت								
رسانایی الکتریکی	***	***	***	*	***	***	***	***
مواد جامد محلول								
pH	***	***	*	***	*	***	*	*
اکسیژن محلول	***	***	***	***	***	*	*	***
سختی	*	*	*	*	*	**	*	*
مواد مغذی								
آمونیاک	***	*	**	**	*	*	*	*
نیترات/نیتریت	**	*		**	*	*		*
فسفر/فسفات	**			**			*	*
مواد آلی								
COD	*	*	**	***	***	*	*	*
TOC	*	*	**	***	***	*	*	*
یون‌های اصلی								
سیلیس		*	*	*			*	*
پتاسیم	*	*	*	*				*
کلسیم	*	*	*	*	*	**	*	*
منیزیم	*	*	*	*	*	*		*
کلرید	**	***	**	**	*	*	*	***
سولفات	*	*	**	**	***	*	*	*
سایر مواد معدنی								
سولفید		*	***	***	***	***		*
آهن و منگنز								
سیانید		*		*		*	*	*
فلزات سنگین		***	**	**	*	***	***	**
حلال‌های آلی				***	***		*	*
پاتوژن‌ها	***							
هیدروکربن‌ها و روغن			***	**		**	***	*
آفت‌کش‌ها	*			***				

*–***: درجه اهمیت با توجه به میزان احتمالی در جریان آلودگی و اثرگذاری احتمالی غلظت پارامتر بر کیفیت آب مخزن

۳-۲-۲-۱- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

براساس موارد جداول (۳-۱) تا (۳-۴) با توجه به هدف پایش و کاربری آب مخزن و منابع مستقیم و غیرمستقیم آلودگی آب مخزن، پارامترهای شیمیایی مورد سنجش باید انتخاب شوند. در مجموع جز در موارد خاص که هدف از پایش مدل‌سازی آلاینده‌های

omoorepeyman.ir

خاص در مخزن می‌باشد، پارامترهای شیمیایی مورد سنجش برای مخازن کشور با اهداف کاربری شرب، کشاورزی، اکولوژی و مخازن چند منظوره برای پایش‌های دوره‌ای یا طولانی‌مدت باید حداقل شامل موارد زیر باشند:

- **پارامترهای عمومی:** دما، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و مجموع جامدات محلول، قلیاییت، ذرات معلق وکدورت، pH، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، کدورت، رنگ و بو
- **پارامترهای شیمیایی:** مواد مغذی (آمونیاک، نیترات/نیتریت، نیتروژن کل، فسفر، فسفات)، کلر، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی[1] (COD)، آهن و منگنز، فلزات کمیاب و آفت‌کش‌ها (بسته به کاربری آب ومنابع آلودگی با توجه به جداول (۳-۱) تا (۳-۴). در صورت کاربری آب مخزن برای مصارف کشاورزی پارامترهای سدیم، منیزیم و کلسیم نیز باید پایش شوند.
- **پارامترهای آلودگی شیمیایی در رسوبات:** فلزات کمیاب، منگنز و آهن، آلومینیم و کلسیم، آفت‌کش‌ها و سموم، مواد آلی پایدار و فسفات

۳-۲-۲-۲- پارامترهای زیستی

پارامترهای زیستی مورد سنجش برای مخازن کشور برای پایش‌های دوره‌ای یا طولانی‌مدت باید حد اقل شامل موارد زیر باشند:

- اندازه‌گیری زیست توده فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از کلروفیل a
- بررسی ساختار جمعیتی
- آنالیز بافت زیستی (تجمع آلودگی فلزات سنگین، باقیمانده سموم و مواد آلی پایدار در بافت ماهی)

انتخاب این پارامترها براساس کاربری آب مخزن بوده و به ترتیب زیر است:

- **شهری و شرب:** کلروفیل a فیتوپلانکتون، بررسی ساختار جمعیتی، آنالیز بافت زیستی (تجمع آلودگی فلزات سنگین، باقیمانده سموم و مواد آلی پایدار در بافت ماهی)
- **اکولوژی، ماهیگیری، تفرج و پرورش آبزیان:** کلروفیل a فیتو پلانکتون، بررسی ساختار جمعیتی، آنالیز بافت زیستی (تجمع آلودگی فلزات سنگین، باقیمانده سموم و مواد آلی پایدار در بافت ماهی)
- **کشاورزی:** کلروفیل a فیتو پلانکتون

برای کاربری‌های تولید برق‌آبی و صنعت جز پارامترهای کلروفیل a فیتو پلانکتون، نیازی به سنجش سایر پارامترهای زیستی نمی‌باشد.

۳-۲-۲-۳- پارامترهای میکربی

جز در مواردی که مخزن مشکوک به آلودگی به‌گونه خاصی از عوامل میکربی باشد، پارامترهای میکربی مورد سنجش برای مخازن کشور برای پایش‌های دوره‌ای یا طولانی مدت باید حداقل شامل موارد زیر باشند:

- کل کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی
- پاتوژن‌ها

برای کاربری‌های صنعتی، برق‌آبی، تفرج و ماهی‌گیری و پرورش آبزیان نیازی به سنجش پارامترهای میکربی نمی‌باشد.

1- Chemical Oxygen Demand

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۴

زمان‌بندی نمونه‌برداری

omoorepeyman.ir

۴-۱- معیارهای انتخاب زمان نمونه‌برداری

توالی زمانی نمونه‌برداری در مخازن، بستگی به ویژگی‌های کیفیت آب مخزن و کاربری آب و هدف عملیات پایش دارد. در مخازنی که تغییرات کیفیت آب در آنها بیش‌تر است، فواصل زمانی نمونه‌برداری باید کم‌تر از مخازنی باشد که کیفیت آب در آنها نسبتا ثابت است. در صورت عدم اطلاع یا شناخت کافی از ویژگی‌ها و تغییرات زمانی کیفیت آب در مخزن باید بررسی مقدماتی براساس راهنمایی بند (۲-۴-۳) انجام گیرد. هم‌چنین در برنامه‌های پایشی که اهداف خاصی مانند مدل‌سازی آلاینده‌ها یا مطالعات هزینه‌ها مدنظر باشد، توالی نمونه‌برداری‌ها بسته به نوع این اهداف تنظیم می‌گردد.

نوع کاربری آب نیز در فواصل زمانی نمونه‌برداری موثر است. هرچه میزان حساسیت کاربری آب نسبت به کیفیت آن بیش‌تر باشد باید فواصل زمانی نمونه‌برداری‌ها کاهش یابد. میزان دسترسی، بودجه و امکانات موجود نیز از عوامل مهم در برنامه نمونه‌برداری می‌باشند. در انتخاب زمان نمونه‌برداری‌ها از مخازن، در نظر گرفتن پدیده لایه‌بندی حرارتی بسیار مهم بوده و نمونه‌برداری‌ها حتما باید شامل دوره‌های زمانی لایه‌بندی نیز باشند.

۴-۲- انواع فواصل زمانی نمونه‌برداری

زمان‌بندی‌های عملیات پایش به سه سطح تقسیم می‌شود:

- نمونه‌برداری پیوسته و مستمر
- نمونه‌برداری با زمان‌بندی ادواری
- نمونه‌برداری موردی

۴-۲-۱- نمونه‌برداری پیوسته و مستمر

در مواردی‌که کیفیت آب اثر مستقیم و شدید بر کاربری آن داشته و کاربری آب (کاربری‌های انسانی) به‌طور مستمر جریان دارد (تامین آب شرب، تامین آب صنعتی، تامین آب کشاورزی و آبزی‌پروری)، نمونه‌برداری باید به‌طور مستمر با فواصل زمانی مشخص انجام گیرد. بنابراین نمونه‌برداری مستمر برای کلیه مخازن کشور ضروری است.

۴-۲-۲- نمونه‌برداری ادواری

در مواردی‌که کاربری آب در دوره خاصی از سال (به عنوان مثال برای کشاورزی) مورد نظر باشد یا مطالعه پدیده خاصی مانند لایه‌بندی حرارتی که در دوره خاصی به وقوع می‌پیوندد، مدنظر باشد، نمونه‌برداری به‌صورت ادواری در زمان‌های کاربرد آب یا زمان وقوع پدیده لایه‌بندی باید انجام گیرد.

۴-۲-۳- نمونه‌برداری موردی

در مواردی‌که تعیین ویژگی‌های کیفی آب در پیکره آبی، تعیین میانگین غلظت آلاینده‌ها، تعیین غلظت زمینه‌ای، بررسی وجود نوع خاصی از آلودگی در آب، در مواقع بروز حوادث منجر به ورود و پخش آلودگی در مخزن، مانند حوادث واژگونی وسایل نقلیه

omoorepeyman.ir

حاوی مواد شیمیایی و سوختی، در موارد مشکوک به عملیات تروریستی آلوده کردن عمدی مخـزن بـه عوامـل خـاص شـیمیایی یـا میکربی و در موارد مربوط به مطالعات خاص مانند مطالعات مدل‌سازی یک یا چند پارامتر کیفیت آب در مخزن، نمونه‌برداری هـا بـه صورت موردی و در بازه زمانی مرتبط با آغاز و پایان بررسی‌ها باید به انجام رسد و ممکن است در سال‌های بعدی تکرار نگردد.

۴-۳- فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی و کیفی آب

۴-۳-۱- فواصل زمانی نمونه‌برداری کیفی آب

۴-۳-۱-۱- فواصل زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی

فواصل زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی با توجه به کاربری آب مخزن باید مطابق جداول زیر باشد.

جدول ۴-۱- تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری تامین آب شرب

ایستگاه / پارامتر	خروجی برای تصفیه خانه	در ورودی مخزن و ایستگاه‌های سطحی و عمقی
دما، اکسیژن محلول، کدورت، ذرات معلق، بو، رنگ، pH، مجموع جامدات محلول یا هدایت الکتریکی، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، قلیاییت، کدورت، آهن و منگنز	هفتگی	ماهانه
فلزات کمیاب، مواد آلی و آفت‌کش‌ها، COD یا TOC، کلر، مواد مغذی	ماهانه	ماهانه

جدول ۴-۲- تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری تامین آب کشاورزی

ایستگاه / پارامتر	در نقطه خروجی برای کشاورزی	در ورودی مخزن و ایستگاه‌های سطحی و عمقی
دما، کدورت، ذرات معلق، pH، مجموع جامدات محلول یا هدایت الکتریکی، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، قلیاییت، کدورت، آهن و منگنز	هفتگی	ماهانه
فلزات کمیاب، آفت‌کش‌ها، COD یا TOC، کلر، مواد مغذی، سدیم، کلسیم، منیزیم	ماهانه	ماهانه

جدول۴-۳- تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری برقابی

پارامتر / ایستگاه	در نقطه خروجی برای توربین	در ورودی مخزن و ایستگاه‌های سطحی و عمقی
دما، کدورت، ذرات معلق، pH، مجموع جامدات محلول یا هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، عمق قابل مشاهده دیسک سکی	هفتگی	ماهانه

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۴ تواتر زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی آب در مخازن با کاربری شیلات، اکولوژی و پرورش آبزیان

پارامتر / ایستگاه	در نقطه ورودی مخزن	در ورودی مخزن و ایستگاه‌های سطحی و عمقی
دما، اکسیژن محلول، ذرات معلق، pH، مجموع جامدات محلول یا هدایت الکتریکی، مواد مغذی، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، قلیاییت، کدورت، آهن و منگنز	ماهانه	ماهانه
فلزات کمیاب، مواد آلی و آفت‌کش‌ها، COD یا TOC ، مواد مغذی	فصلی	فصلی

در صورت چندمنظوره بودن مخزن کلیه پارامترهای مربوط به کاربری‌ها با توجه به فواصل زمانی توصیه شده برای هرکاربری باید سنجش شوند. هم‌چنین لازم به ذکر است که نمونه‌های رسوبات سطحی[1] بستر مخزن به صورت سالانه و رسوبات مغزی[2] حداقل هر سه سال یکبار باید برداشت و از نظر روند آلودگی به آلاینده‌های شیمیایی فلزات کمیاب، آلاینده‌های آلی پایدار، سموم و آفت‌کش‌ها و فسفر مورد بررسی و آنالیز قرار گیرند.

۴-۳-۱-۲- فواصل زمانی نمونه‌برداری پارامترهای زیستی

برداشت و آنالیز نمونه‌های زیستی فقط در ایستگاه‌های سطحی و عمقی مخزن مورد نیاز است. فواصل زمانی نمونه‌های زیستی با توجه به کاربری آب مخزن به صورت زیر پیشنهاد می‌گردد:

- **آب شرب و شهری:** کلروفیل a فیتوپلانکتون: ماهانه، تجمع آلودگی (فلزات سنگین،باقیمانده سموم ومواد آلی پایدار) در بافت ماهی: سالانه
- **کشاورزی:** فصلی
- **اکولوژی، ماهی‌گیری، تفرج و پرورش آبزیان:** کلروفیل a فیتوپلانکتون: ماهانه، ساختار جمعیتی ماهی‌ها: سالانه، تجمع آلودگی (فلزات سنگین، باقیمانده سموم و مواد آلی پایدار) در بافت ماهی: سالانه

۴-۳-۱-۳- فواصل زمانی نمونه‌برداری پارامترهای میکربی

فواصل زمانی نمونه‌برداری میکربی در مخازن با کاربری شهری و کشاورزی و براساس جدول زیر است:

جدول۴-۵- تواتر زمانی نمونه‌برداری میکربی در مخازن با کاربری کشاورزی و شرب

ایستگاه / پارامتر	در نقطه خروجی به تصفیه خانه یا کشاورزی	در ورودی مخزن و ایستگاه‌های سطحی و عمقی
کل‌کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی	شهری وشرب: هفتگی کشاورزی: ماهانه	ماهانه

1- Surface Sediment Samples
2- Core Sediment Samples

omoorepeyman.ir

درصورتی‌که مخزن چند منظوره باشد فواصل زمانی نمونه‌برداری و آنالیز براساس کم‌ترین فواصل زمانی مورد نیاز با توجه به هر یک از اهداف تعیین می‌شود و پارامترهای مورد پایش مجموعه کل پارامترهای مورد نیاز برای هر نوع از کاربری‌ها می‌باشد.

۴-۳-۲- فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی آب

اندازه‌گیری بده آب براساس روش‌های مرسوم و استاندارد در کلیه ورودی‌های مخزن و به‌صورت پیوسته باید انجام گیرد. در صورت به کارگیری روش‌های ناپیوسته، اندازه‌گیری بده حتما باید در هنگام نمونه‌برداری‌های کیفی در جریان‌های ورودی و خروجی مخزن انجام گیرد. هم‌چنین ویژگی کمی مهم دیگر مخزن که حد اقل باید در هنگام نمونه‌برداری تعیین و ثبت گردد، سطح آب مخزن می‌باشد. بنابراین بهتر است اندازه‌گیری‌های بده و سطح آب به صورت پیوسته و یا حداقل روزانه باشد در غیر این‌صورت فواصل زمانی آنها منطبق بر فواصل زمانی نمونه‌برداری‌های کیفی در هر ایستگاه خواهد بود.

omoorepeyman.ir

فصل ۵

دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱- دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری شیمیایی

توصیه‌های زیر در برداشت نمونه‌ها برای سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب باید به‌کار گرفته شوند[۱]، [۲] و [۴۱].

- قبل از برداشت نمونه از درستی موقعیت مکانی نمونه‌برداری و تطابق آن با ایستگاه مورد نظر اطمینان حاصل گردد. این کار با بررسی مشخصات ایستگاه در برنامه نمونه‌برداری و استفاده از یک دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS)[1] در ایستگاه‌های سطحی و با ارزیابی عمق در ایستگاه‌های عمقی باید صورت گیرد.
- نمونه‌هایی که در آنها مقدار زیادی از اجسام غیر هموژن (مانند برگ‌ها یا بقایای گیاهی) وارد شده باشد مناسب نبوده و از ورود این مواد به نمونه‌ها باید جلوگیری به‌عمل آید. هنگام برداشت نمونه از نزدیک بستر مخزن یا جریان‌های ورودی به مخزن، فاصله یک متر از بستر برای برداشت نمونه به‌منظور اجتناب از به‌هم‌خوردگی و تعلیق مجدد رسوبات و ورود آنها به درون نمونه باید رعایت گردد.
- عمق نمونه‌برداری به فاصله موجوداز سطح آب تا نیمه ارتفاع ظرف نمونه‌برداری اطلاق می‌گردد.
- نمونه‌های عمقی مخزن باید به ترتیب از نمونه سطح به سمت عمق برداشت گردد.
- نمونه‌بردار عمقی نباید با سرعت زیاد به درون آب فرستاده شود و پس از رسیدن به عمق مورد نظر باید حد اقل ۱۵ ثانیه صبر کرد و سپس نمونه را برداشت کرد. باید دقت شود که طناب نمونه‌بردار عمقی به صورت عمودی در آب قرار گرفته باشد. در غیر این‌صورت با توجه به زاویه طناب باید میزان طناب لازم برای رسیدن به عمق مورد نظر را محاسبه کرد.
- قبل از پرکردن ظرف نمونه که قرار است به آزمایشگاه منتقل شود، باید سه بار ظرف را با آب نمونه برداشت شده یا آب ایستگاه مورد نظر شستشو داد.
- دمای نمونه باید بلافاصله اندازه‌گیری و ثبت گردد.
- اندازه‌گیری اکسیژن محلول باید در محل و بلافاصله پس از برداشت نمونه انجام گیرد.
- قسمتی از نمونه باید برای اندازه‌گیریpH و هدایت الکتریکی جدا شده و پس از اندازه‌گیری دور ریخته شود، چرا که ممکن است در حین اندازه‌گیری این پارامترها محلول کلریدپتاسیم وارد نمونه گردد.
- دقت شود که در هنگام باز بودن درب بطری‌ها، درب‌ها در محل مناسب قرار داده شده و آلوده نشوند.
- نتایج اندازه‌گیری‌های در محل باید قبل از ترک محل در کاربرگ مربوط ثبت گردد.
- کلیه اطلاعات تکمیلی محل قبل از ترک ایستگاه باید در کاربرگ مربوط ثبت گردد. این اطلاعات شامل شرایط جوی، دمای محیط، وجود ماهی‌ها یا سایر جانوران مرده در سطح آب، لکه‌های روغنی، رشد و وجود غیرعادی جلبک‌ها و بوی غیرعادی می‌باشند.

1- Global Positioning System

omoorepeyman.ir

- نمونه‌هایی که باید به آزمایشگاه منتقل شوند، باید بلافاصله پس از برداشت به بطری‌ها یا ظروف مربوط منتقل و روش محافظت آنها اعمال گردد. اندازه‌گیری پارامترهایی که باید در محل اندازه‌گیری شوند بلافاصله پس از برداشت باید انجام گیرد.
- برای برداشت نمونه از جریان‌های ورودی و خروجی مخزن بسته به پارامترهای مورد سنجش از یک بطری پلی‌اتیلنی سفید یا شیشه‌ای با حجم مناسب استفاده می‌شود. بطری در حالتی‌که سر آن رو به پایین است به‌طور عمودی وارد آب شده و در عمق ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح آب سر بطری را رو به جریان آب به تدریج بالا آورده تا بطری پر شود و چند ثانیه آن را در حالت عمودی نگه داشته و پس از پر شدن بلافاصله از آب خارج و درب آن بسته می‌شود.

۵-۱-۱- برداشت نمونه‌ها برای آنالیز شیمیایی آب

درصورتی‌که تجهیزات قابل حمل یا اندازه‌گیری در جا برای پارامترهای کیفیت در دسترس باشند، بسیاری از نمونه‌ها را در محل یا در جا می‌توان آنالیز نمود. توصیه می‌شود برای اندازه‌گیری‌ها در ایستگاه‌های عمقی به‌خصوص در مطالعات بررسی اولیه مخزن[1] که تعیین تغییرات کیفیت در عمق مد نظر است از دستگاه‌های CTD[2] که به صورت خودکار اکسیژن محلول، دما و هدایت الکتریکی را در فواصل کوتاه عمقی اندازه‌گیری می‌کنند، استفاده شود. هم‌چنین دستگاه‌های قابل حمل چند پارامتری که قابلیت اندازه‌گیری pH، دما، شوری، هدایت الکتریکی، کدروت و کل جامدات محلول را دارند، برای اندازه‌گیری در جای این پارامترها، بلافاصله پس از برداشت نمونه، مناسب بوده و توصیه می‌شوند (شکل ۵-۱). انواع اسپکترفتومترهای قابل حمل نیز برای اندازه‌گیری پارامترها پس از برداشت نمونه در محل سایت (ساحل یا کمپ تیم پایش) مناسب هستند.

شکل ۵-۱- نمونه‌ای از دستگاه‌های اندازه‌گیری چند پارامتری قابل حمل [۴۱]

1- Preliminary Survey
2- Current-Temperature-Depth

omoorepeyman.ir

در برداشت نمونه برای آنالیز پارامترهای عمومی و پارامترهای شیمیایی آب مخزن، نمونه‌ها بر حسب انواع پارامترها که جنس ظرف نمونه‌گیری و روش محافظت نمونه‌ها در آنها یکسان است به چند گروه تقسیم می‌شوند. این گروه‌ها به شرح زیر می‌باشند [۴۰]:

- پارامترهایی که باید در محل اندازه‌گیری شوند، شامل دما، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، مجموع جامدات محلول، فسفات، رنگ، pH
- نمونه‌ها برای آنالیز فلزات کمیاب
- نمونه‌ها برای آنالیز مواد مغذی (نیتروژن‌دار)
- نمونه‌ها برای آنالیز مواد مغذی (فسفردار)
- نمونه‌ها برای آنالیز سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، سیلیس، سولفات، فلوراید، کلرید
- نمونه‌ها برای آنالیز آفت کش‌ها
- نمونه‌ها برای آنالیز COD
- نمونه‌ها برای آنالیز هیدروکربن‌ها و انواع مواد آلی مصنوعی و فنل‌ها

در هریک از ایستگاه‌ها با توجه به دسته‌بندی فوق و بسته به پارامترهای مورد سنجش، باید تعداد مورد نیاز نمونه‌ها برای آنالیز پارامترهای مختلف برداشت گردد.

۵-۱-۱-۱- حجم نمونه‌برداری

نمونه‌هایی که برای سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب مخزن برداشت می‌شوند، با توجه به روش آزمایش‌ها، باید حاوی حداقل حجم مشخصی از آب مخزن باشند. این حجم برای آنالیز پارامترهای مختلف متفاوت است، اما با توجه به دسته‌بندی نمونه‌ها بر حسب روش محافظت آنها، در جدول (۵-۱) ارائه شده است. البته حد اقل احجام مورد نیاز برای آنالیز پارامترهای کیفی در جدول (۵-۱) ارائه شده است، اما در شرایطی که در هر نمونه چند پارامتر که روش نگهداری یکسان دارند قرار باشد آنالیز شوند، بهتر است مجموع احجام ارائه شده در جدول برای هر پارامتر با هم جمع و مقدار به‌دست آمده به عنوان حجم مورد نیاز نمونه برداشت شود.

۵-۱-۱-۲- کنترل کیفی نمونه‌های میدانی

به‌منظور اطمینان ازحفظ کیفیت نمونه‌ها مطابق آنچه در محیط آبی بوده است، جلوگیری از واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی منجر به تغییر غلظت پارامترها در نمونه و جلوگیری از ورود آلودگی از طریق فعالیت‌های نمونه‌برداری به درون نمونه، لازم است اقدامات کنترل کیفی نمونه‌ها در حین عملیات نمونه‌برداری، نگهداری و حمل نمونه‌ها به انجام برسد. این اقدامات شامل تعیین آلودگی احتمالی ناشی از عملیات نمونه‌گیری، شستشوی ظروف نمونه‌برداری و نگهداری نمونه‌ها، محافظت و حمل نمونه در شرایط مناسب، برداشت نمونه در ظروف مناسب و برداشت نمونه‌های بدل[1] می‌باشد. جدول (۵-۱) نشان دهنده روش محافظت نمونه‌ها در برابر تغییرات کیفی در طول زمان، حداکثر مدت زمان قابل قبول برای آغاز آنالیز نمونه‌ها از هنگام برداشت از مخزن و جنس ظرف نمونه

1- Duplicate

omoorepeyman.ir

با توجه به پارامترهای مورد سنجش می‌باشد. هم‌چنین ظروف نمونه‌ها باید پیش از حمل به محل سه بار با آب شیر، سه بار با محلول یک به یک آب مقطر و اسیدنیتریک و سپس سه بار با آب مقطر بی‌یون شده، بدون مواد آلی شستشو شده و درب آن بسته شود [۱]. در هنگام عملیات نمونه‌گیری پس از باز کردن درب، ظرف نمونه‌گیری سه بار با آب ایستگاه نمونه‌گیری شستشو شده و سپس آب برداشت شده در آن ریخته شده و پس از افزودن ماده محافظت‌کننده (در صورت نیاز) درب آن بسته و در محل مناسب نگهداری و به آزمایشگاه حمل می‌گردد. علاوه بر موارد فوق که عموما باید رعایت گردند، در زیر روش‌های کنترل کیفی برنامه نمونه‌برداری به تفکیک ارائه شده است:

جدول ۵-۱- روش محافظت، زمان نگهداری و جنس ظرف نمونه‌های فیزیکی و شیمیایی آب مخازن [۵۶]

پارامتر مورد سنجش	جنس ظرف نگهداری نمونه	روش محافظت	حداکثر زمان مجاز نگهداری نمونه تا آنالیز	حجم نمونه میلی‌لیتر
دما، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، مجموع جامدات محلول، رنگ،pH	پلی‌اتیلن سفید		اندازه‌گیری در محل	-
فلزات کمیاب (سرب، کامیم، آرسنیک، کرم، مس، نیکل، روی، آهن، سلنیم و...)	پلی‌اتیلن سفید جیوه:شیشه	افزودن اسیدنیتریک غلیظ تا $pH = ۲$ (در حدود ۲ میلی لیتر اسید)	۶ ماه	کرم: ۲۰۰ جیوه: ۱۰۰ سایر فلزات: ۱۰۰
مواد مغذی نیتروژنی	پلی‌اتیلن سفید	خنک در ۴ درجه سانتی‌گراد، افزودن اسید سولفوریک غلیظ تا $pH = ۲$	۲۴ ساعت	۵۰۰
مواد مغذی فسفردار	شیشه بی‌رنگ	خنک در۴ درجه سانتی‌گراد	۲۴ ساعت	۱۰۰
سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، سیلیس، سولفات، فلوراید، کلرید	پلی‌اتیلن سفید	خنک در۴ درجه سانتی‌گراد	۷ روز	مجموعا ۵۰۰
آفت‌کش‌ها و سموم	شیشه	افزودن اسید سولفوریک غلیظ تا $pH = ۴$ و ۱۰گرم سولفات سدیم	باید هر چه زودتر استخراج گردد	۴۰۰۰
COD	شیشه یا پلی‌اتیلن سفید	خنک در ۴ درجه سانتی‌گراد، افزودن اسید سولفوریک غلیظ تا $pH = ۲$	۲۸ روز	۱۰۰
BOD_5	پلی اتیلن	خنک در ۴ درجه سانتی‌گراد	۶ ساعت	۱۰۰۰
هیدروکربن‌ها، مواد آلی مصنوعی و فنل‌ها	شیشه با درب تفلونی	خنک در۴ درجه سانتی‌گراد، افزودن ۰/۰۰۸٪ Na2S2O3 و دور از نور	۷ روز تا استخراج و ۴۰ روز پس از استخراج	۴۰۰۰
کدورت	شیشه یا پلی‌اتیلن سفید	خنک در۴ درجه سانتی‌گراد	۴۸ ساعت	۱۰۰

الف- کنترل کیفی نمونه‌برداری میدانی[۴۰]

- **ظروف نمونه‌برداری شاهد:** آب مقطر بدون پارامترهای مورد سنجش به‌صورت تصادفی در تعدادی از ظروف آماده شده برای نگهداری و حمل نمونه‌ها ریخته شده و سپس مورد آنالیز قرار می‌گیرد تا میزان انتقال پارامترهای مورد نظر از ظروف به نمونه مشخص گردد.
- **نمونه‌های شاهد:** آب مقطر بدون پارامترهای مورد سنجش در هنگام نمونه‌برداری، درون ظرف نمونه‌برداری ریخته شده و سپس مواد محافظت کننده مطابق سایر نمونه‌ها به آن افزوده می‌گردد و برای اندازه‌گیری همراه سایر نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال می‌شود. این عمل میزان آلودگی ورودی به نمونه ناشی از مواد محافظت کننده را مشخص خواهد کرد.

omoorepeyman.ir

- **نمونه تجهیزات شاهد:** وسیله نمونه‌برداری، درست پیش از برداشت نمونه با آب آزمایشگاه آبکشی شده و آب شستشو به عنوان یک نمونه برای آنالیز ارسال می‌شود. این روش به‌خصوص در مواردی که وسیله نمونه‌برداری در میان دفعات استفاده در محل تمیز می‌شود، باید به کار گرفته شود.
- **نمونه‌های بدل و سه‌گانه میدانی:** یک نمونه برداشت شده به دو قسمت یا سه قسمت تقسیم شده و به‌همراه سایر نمونه‌ها برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال می‌گردد. هم‌چنین به‌ازای هر ده ایستگاه نمونه‌برداری باید به صورت تصادفی از یک ایستگاه دو سری نمونه برداشت و آنالیز گردد.

ب- کنترل کیفی در آماده‌سازی نمونه‌ها [۴۰]

- **نمونه‌های غنی شده[1]:** نمونه غنی شده با افزودن مقادیر معلوم از پارامتر مورد آزمایش به نمونه اصلی به‌دست می‌آید. آنالیز نمونه و نمونه اسپایک شده تولید اعداد بازیابی[2] را می‌نماید. این اعداد نمایانگر دقت روش آزمایش برای نمونه مورد نظر می‌باشند. نتایج نمونه‌های ماتریس اسپایک معمولا به صورت گروهی گزارش می‌شوند. به‌خصوص در مورد نمونه‌هایی که پارامتر مورد نظر به ندرت در نمونه یافت می‌شود دقت کار با این روش و اسپایک دوگانه بهتر می‌شود.
- **نمونه‌های دوگانه:**[3] باید به ازای هر ۱۰ نمونه آنالیز شده یک نمونه به صورت دوباره آنالیز شود. این روش دقت انجام آنالیزها را نشان خواهد داد. در مواردی که پارامتر مورد نظر به ندرت در نمونه‌ها ردیابی می‌شود این عمل را می‌توان با نمونه‌های غنی شده ترکیب نمود.
- **نمونه‌های شاهد مواد واکنش‌گر:** مواد شیمیایی و واکنش‌گرهای مورد استفاده در آزمایشگاه باید قبل از انجام هر سری آزمایش برای پارامتر مورد نظر آنالیز شوند تا اثر این مواد در نتایج آنالیز نمونه‌ها آشکار گردد.
- **نمونه‌های استاندارد کنترل کیفی:** این نمونه‌ها ممکن است نمونه‌های تجاری مواد استاندارد حاوی مقادیر مشخصی از آلاینده‌های مورد نظر و یا نمونه آب مقطر بی‌یون شده حاوی مقدار مشخصی از پارامترهای مورد اندازه‌گیری باشند که تهیه و برای چک کردن دقت روش‌های آماده‌سازی نمونه و بازیابی مورد آنالیز قرار گیرند.

ج- کنترل کیفی در آنالیز نمونه‌ها [۴۱]

- **آزمایشگاه معتمد:** ترجیحا نمونه‌ها در آزمایشگاه‌های دارای گواهی معتمد از سازمان حفاظت محیط زیست یا سایر ارگان‌های مسوول مورد آنالیز قرار گیرند.
- **منحنی‌های واسنجی:** این منحنی‌ها برای عملیات آزمایش‌کننده‌ها به صورت دوره‌ای الزامی هستند. این منحنی‌ها باید با منحنی‌های واسنجی استاندارد برای حداقل ۵٪ نمونه‌ها تایید شوند.

1- Spike
2- Recovery Numbers
3- Duplicates

omoorepeyman.ir

- **نمونه‌ها غنی شده پس از آماده‌سازی و استخراج:** این نمونه‌ها برای جدا کردن برآورد دقت آماده‌سازی از دقت آنالیز باید پس از آماده‌سازی و برای آنالیز تهیه شوند و به همراه نمونه‌های اصلی آنالیز شوند تا دقت آنالیز نمونه‌ها ارزیابی گردند. این نمونه‌ها با افزودن مقدار معلوم پارامتر مورد نظر به نمونه هم حجم آب مقطر بی‌یون شده تهیه و آنالیز می‌شوند.
- **نمونه‌های ناشناس:** نمونه‌هایی که حاوی غلظت‌های مشخص از آلاینده‌های مورد نظر هستند (استانداردهای آماده یا ساخته شده) به صورت مجهول و با کدهایی که برای آزمایشگاه قابل تشخیص نیست به همراه نمونه‌های اصلی جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال می‌شوند تا دقت کار آزمایشگاه ارزیابی و میزان خطای کار برای مدیر کنترل کیفیت تیم پایش مشخص گردد.
- **بازرسی‌های داخلی آزمایشگاه:** که به‌وسیله مدیر کنترل کیفی یا مدیر آزمایشگاه به منظور اطمینان از صحت روش‌های کاری و مواد انجام می‌شود.
- **بازرسی‌های شخص ثالث:** این بازرسی‌ها به‌وسیله اشخاص یا تیم‌های ثالث که از طرف تیم پایش انتخاب شده‌اند به صورت غیرمنتظره و یا با اطلاع رسمی قبلی از آزمایشگاه طرف قرارداد در دوره آنالیز نمونه‌ها انجام می‌شود.
- **آزمون آزمایشگاه‌ها:** برخی از نمونه‌ها در هر سری به دو قسمت تقسیم شده و برای دو آزمایشگاه ارسال می‌شود و نتایج آنها مقایسه می‌شود.
- **نمونه‌های دوگانه برای آنالیز:** به ازای هر ۱۰ تا ۲۰ نمونه یک نمونه به صورت تکراری مورد آنالیز قرار می‌گیرد. در مواردی که پارامتر مورد نظر به ندرت در نمونه‌ها ردیابی می‌شود این عمل را می‌توان با نمونه‌های غنی شده ترکیب نمود.

۵-۲- دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری زیستی

تغییرات کیفیت آب مخزن باعث ایجاد تغییراتی در وضعیت زیستی و موجودات زنده مخزن خواهد شد. بر این اساس بررسی وضعیت و تغییرات زیستی مخزن منجر به ایجاد اطلاعاتی در مورد وضعیت کیفیت آب می‌گردد. پاسخ جوامع زیستی به تغییرات کیفیت آب و اثر این تغییرات روی گونه‌های زنده درون مخزن قابل ردیابی و پایش است. بر این اساس حضور جوامع خاص زیستی یا حذف و اضافه شدن جوامع جدید در یک زیستگاه و یا وجود غلظت‌های غیرطبیعی از آلاینده‌ها در بافت بدن موجودات زنده درون مخزن می‌تواند به عنوان علایم تغییرات میانگین کیفیت آب باشد. آلاینده‌های خاصی (فلزات سنگین، مواد آلی پایدار و سموم) قابلیت ورود و انتقال در زنجیره غذایی و تجمع زیستی در گونه‌های بالای زنجیره غذایی را دارند. در پایش زیستی در واقع به بررسی اثرات بر روی جمعیت و هم‌چنین گونه‌های خاص و اندازه‌گیری فرایندهایی چون تولید اولیه توسط جلبک‌ها، ساختار جمعیتی یا سطوح آلودگی در یک ارگانیسم خاص پرداخته می‌شود. پایش زیستی همواره باید همراه یک برنامه پایش شیمیایی و فیزیکی آب باشد تا داده‌های لازم برای تفسیر وضعیت زیستی فراهم آید. اثرات تغییر کیفیت آب بر جوامع زیستی و زیست‌بوم حد اقل پس از تغییرات کیفیتی پایدار در زمان بیش از چند هفته (تا سال‌ها) و تجمع زیستی آلاینده‌ها در بافت موجودات پس از تغییرات کیفیتی پایدار در

omoorepeyman.ir

زمان بیش از یک ماه (تا سال‌ها) قابل ردیابی و پایش خواهد بود [۳۳]. البته این زمان‌ها بسته به گونه‌های مختلف وشرایط محیط کاملا متفاوت می‌باشد.

در این دستورالعمل تنها به سه تکنیک که بر طبق استانداردهای موجود بیش‌ترین استفاده را در سطح دنیا دارند پرداخته می‌شود. این سه تکنیک عبارتند از:

- اندازه‌گیری زیست توده (بایومس) فیتوپلانکتون با استفاده از اندازه‌گیری کلروفیل a
- شاخص‌های ساده تنوع زیستی
- استفاده از بافت‌های گیاهی و یا جانوری برای پایش برخی از انواع آلودگی‌های خاص

۵-۲-۱- بررسی نحوه انتخاب پارامترهای زیستی مورد سنجش

۵-۲-۱-۱- زیست توده فیتوپلانکتون‌ها- کلروفیل a

جلبک‌های پلانکتونی (فیتوپلانکتون‌ها) در ستون آب رشد و نمو کرده و (میزان رشد آنها به شدت به غلظت مواد مغذی به‌خصوص فسفر در مخازن وابسته است) می‌توانند به‌عنوان یک شاخص کیفیت آب مورد سنجش قرار گیرند. فیتوپلانکتون‌ها تحت اثر موقعیت‌های گوناگون طبیعی و یا اثرات انسانی پاسخ داده و ساختار جمعیتی آنها به نحو محسوسی در پیکره‌های آبی مختلف تغییر می‌نماید. جمعیت و زیست توده فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند با ورود برخی از مواد سمی کاهش یابد. از طرف دیگر ممکن است که با ورود برخی از مواد مغذی مانند نیترات‌ها و فسفات‌ها ناشی از فاضلاب‌ها یا کودها این مقدار افزایش یابد که باعث تغییر کیفیت آب شده و در عین حال خود نیز متاثر از تغییرات کیفی آب می‌باشند. جمعیت بالای فیتوپلانکتون در مکان‌هایی که پدیده پر غذایی در آب دیده می‌شود، می‌تواند منجر به ایجاد سطوح غیرقابل‌قبولی از مواد سمی، تغییرات pH، رنگ و یا مزه‌آب گردد. جمعیت بالای فیتوپلانکتون‌ها در نهایت از بین رفته و تجزیه آنها می‌تواند با مشکلات جدی و کاهش اکسیژن محلول در آب همراه باشد. تغییرات در زیست توده باید به‌وسیله اندازه‌گیری غلظت رنگ‌دانه فتوسنتز کننده کلروفیل a در آب پایش گردد.

۵-۲-۱-۲- پایش ساختار جمعیتی

پایش زیستی جوامع موجودات زنده آبزی برای نشان دادن اثرات اکولوژیکی تغییرات کیفی آب انجام می‌گیرد. گونه‌های مختلف توانایی‌های متفاوتی در برابر موقعیت‌های ناسازگار از خود بروز می‌دهند. پایش زیستی در پایین‌ترین سطح خود به‌صورت بررسی وجود یا عدم وجود یک‌گونه در مقابل یک نوع آلاینده خاص تعبیر می‌گردد. به‌هرحال پیش از آن‌که تمامی گونه‌ها ناپدید شوند، اثرات دقیق‌تر دیگری چون وجود یا عدم وجود گونه‌ای خاص می‌تواند به‌عنوان یک پاسخ برای پایش تغییرات جمعیتی مورد مطالعه قرار گیرد. گونه‌های مختلف نسبت به آلودگی‌های مختلف واکنش‌های متفاوت نشان می‌دهند. این مطلب می‌تواند در عمل برای تعیین شاخص‌های زیستی برای پی بردن به کل وضعیت کیفی آب بسیار مشکل باشد. معمول‌ترین رویکرد در این زمینه این است که هم از شاخص‌های زیستی و هم شاخص‌های تنوع زیستی استفاده گردد. شاخص‌های زیستی بیش‌تر بر طبقه‌بندی و اطلاعات اکولوژیکی تکیه داشته و تنها برای برخی از محیط زیست‌های خاص طراحی شده است.

omoorepeyman.ir

حال آن‌که شاخص‌های تنوع زیستی ترکیبی از غنای گونه‌ای با فراوانی گونه منحصربه‌فرد می‌باشد که می‌تواند اطلاعات کلی را از وضعیت ساختار جمعیتی ارائه دهد. توجه به این نکته ضروری است که این شاخص‌ها تنها یک تخمین کلی از وضعیت جامعه مورد مطالعه را ارائه می‌دهد. مراجع معتبر به‌طور کلی توصیه می‌کنند که داده‌های اولیه برای تفسیر توسط متخصصین زیست‌شناس باید مورد استفاده قرار گیرد. زمانی‌که داده‌ها در مورد یک شاخص که می‌تواند به‌راحتی تفسیر گردد با یکدیگر ترکیب شود، می‌تواند اطلاعات را به انحراف بکشد. در گذشته شاخص‌هایی مفید تشخیص داده شده‌اند ولی استفاده و تفسیر آنها باید تحت بررسی موشکافانه قرار گیرد.

شاخص‌های تنوع زیستی می‌توانند در مورد هر گروهی از ارگانیسم‌های زنده اعم از فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، بی‌مهرگان و یا ماهیان مورد بررسی قرار گیرند. مهم‌ترین مشکل در این زمینه جدا کردن واکنش‌های ناشی از عوامل کیفی موجود در آب از سایر عواملی است که می‌تواند همین واکنش‌ها را جامعه مورد مطالعه ایجاد نماید.

تولید مثل ماهیان و هم‌چنین واکنش‌های آنها نسبت به استرس‌های محیطی که به‌خوبی شناخته شده است، علاوه براینکه یک عامل مهم در مصرف آب توسط انسان نیز می‌باشد اما از آن‌جاکه ممکن است که ماهیان از آب‌های با کیفیت پایین دور شوند و ردیابی آنها نیاز به وسایل گران‌قیمت داشته باشد، مشکل می‌باشد.

فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون نسبت به تغییرات کیفی آب حساس هستند ولی تعیین آن نیاز به تخصص یک خبره دارد.

مطالعه بی‌مهرگان کف‌زی استفاده گسترده‌ای دارد و دارای مزیت‌های متعددی می‌باشد. بی‌مهرگان کف‌زی تقریبا غیرمتحرک بوده و بنابراین به‌راحتی نشان دهنده وضعیت کیفی آب در یک منطقه جغرافیایی خاص می‌باشند. به‌علاوه آنها عمدتا طول عمر طولانی داشته و در نتیجه مطالعه جمعیتی آنها می‌تواند اطلاعات جامعی را در رابطه با کیفیت آب در یک پریود زمانی طولانی بدهد. بی‌مهرگان کف‌زی را می‌توان به‌راحتی جمع‌آوری نمود و به‌راحتی قابل تشخیص می‌باشند. تکنیک‌های ارائه شده در این دستور کار تکنیک‌های پایه‌ای برای این نوع از پایش می‌باشدکه براساس برنامه آب GEMS[1] تدوین گشته است.

۵-۲-۱-۳- پایش سطوح آلودگی در یک ارگانیسم خاص

ارائه یک روش استاندارد برای اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی در یک بافت زنده بسیار مشکل می‌باشد. محدوده وسیعی از روش‌ها و تکنیک‌های نمونه‌برداری وجود دارد که براساس نوع ارگانیسم و هم‌چنین نوع ماده شیمیایی مورد اندازه‌گیری متفاوت می‌باشد. بسته به این‌که در چه گونه‌ای، چه بافتی مورد سنجش قرار می‌گیرد و در آن بافت خاص چه پارامتر شیمیایی مورد مطالعه قرار می‌گیرد (به‌طور مثال فلزات سنگین و یا ترکیبات آلی) روش‌های بسیار متنوعی وجود دارد.

در این رابطه نوع و روش نمونه‌برداری اهمیت نداشته و آن‌چه که اهمیت می‌یابد، اجرای روش‌های صحیح آنالیز و کنترل کیفیت و استفاده از مواد استاندارد می‌باشد.

با توجه به این‌که نمونه‌برداری از فلزات تقریبا مشابه می‌باشد در این دستورکار نیز به برخی از مفاهیم پایه‌ای برای نمونه‌برداری برای سنجش فلزات اشاره می‌شود.

1- Global Environment Monitoring System

omoorepeyman.ir

۵-۲-۲- بررسی چگونگی تعیین محل نمونه‌برداری گونه‌های زیستی مورد نظر

طراحی برنامه و انتخاب سایت معمولا به موازات پایش فیزیکی و شیمیایی انجام می‌گیرد (بند ۲-۴-۴ گزارش). با این وجود برخی از ملاحظات ویژه زیستی باید مد نظر قرار گیرد.

زمانی که هیچ‌گونه اطلاعات اکولوژیکی در این رابطه وجود نداشته باشد، بدترین حالت ممکن به‌وجود می‌آید. در این صورت باید بررسی مقدماتی انجام پذیرد تا نوع گونه‌های موجود شناسایی گردد. بررسی نتایج تحقیقات و مطالعات قبلی در این رابطه ضروری است.

برنامه‌ریزی باید شامل مراحل زیر باشد:

- تعیین متغیرهای مورد سنجش
- انتخاب محل و تناوب نمونه‌برداری
- انتخاب روش نمونه‌برداری، نگهداری و آنالیز
- روش بررسی و ارائه داده‌ها

روش‌هایی برای جمع‌آوری، آنالیز و بررسی داده‌ها در بخش‌های بعدی ارائه شده است. انتخاب محل نمونه‌برداری در قسمت‌های فوق بحث شده است ولی ضروری است تا اهمیت این عامل بر روی نمونه‌برداری نمونه‌های زیستی مدنظر قرار گیرد.

ویژگی‌های زیست‌گاه یک عنصر مهم در پایش زیستی، توصیف وضعیت فیزیکی اجتماع بی‌مهرگان می‌باشد. موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- ویژگی‌های لایه زیرین، سنگی، شنی، گلی
- ویژگی‌های جریان
- ریخت‌شناسی بستر
- وضعیت گیاهان آبزی

این ویژگی‌ها به همراه متغیرهای فیزیکی و شیمیایی در تشخیص ساختار جمعیتی بی‌مهرگان اهمیت داشته و باید مورد مطالعه قرار گرفته و ثبت شوند. به‌علاوه عواملی چون جریان‌های شدید فصلی می‌توانند اثرات بسیار مهمی را بر ساختار جمعیتی مورد مطالعه اعمال نمایند.

در برخی از نواحی حجم بالای رسوبات معلق می‌تواند منجر به تعویض بستر گردد. در چنین حالتی استفاده از بی‌مهرگان کف‌زی مورد بازبینی مجدد قرار گیرد و به‌جای آن پلانکتون‌ها به‌عنوان یک راه‌کار عملی مورد بررسی قرار گیرند.

۵-۲-۳- ارائه متدولوژی نمونه‌برداری از گونه‌های زیستی

۵-۲-۳-۱- نمونه‌برداری زیست توده فیتوپلانکتون‌ها- کلروفیل a

نمونه‌برداری باید توسط بطری انجام گیرد. برای آب‌های به لحاظ غذایی فقیر (شفافیت زیاد) باید که تا ۶ لیتر نمونه برداشته شود. برای آب‌های یوتروفیک (پرغذا) معمولا ۱-۲ لیتر آب کفایت می‌کند. سه نمونه کلروفیل در فیتوپلانکتون‌ها یافت می‌شوند: کلروفیل

omoorepeyman.ir

a، کلروفیل b و کلروفیل c، اما معمولا کلروفیل a مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. کلروفیل فیتوپلانکتون از معمول‌ترین پارامترهای پایش کیفیت محیط‌های دریاچه‌ای و مخازن به‌خصوص در ارتباط با افزایش مقادیر مواد مغذی می‌باشد.

نمونه‌ها معمولا به همراه برداشت نمونه‌های آب برای آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی در همان زمان و مکان برداشت می‌شوند. باید توجه داشت که غلظت کلروفیل نسبت به عمق نفوذ نور و میزان اختلاط عمودی در آب متفاوت خواهد بود. بر این اساس نمونه‌های آب برای آنالیز کلروفیل باید در هر ایستگاه سطحی در فواصل معین در عمق (فواصل ۱ تا ۲ متر توصیه می‌شود) در منطقه نفوذ نور برداشت شده و پس از اختلاط حجم‌های مساوی این نمونه‌های عمقی یک نمونه ترکیبی[1] (یا مخلوط) تهیه گردد. نمونه باید بلافاصله با یک فیلتر فایبر گلاس (GF/C Whatman) فیلتر شده اما در حدود چند ساعت در مکان خنک و دور از نور در ظروف پلی‌اتیلن قابل نگهداری خواهد بود. زئوپلانکتون‌ها باید به‌وسیله عبور دادن نمونه از یک تور مناسب (در حدود۳۰۰ مش بر میکرو متر) از نمونه جدا شوند. در این دستورالعمل نمونه‌برداری فیتوپلانکتون‌ها برای آنالیز کلروفیل براساس روش‌های نام برده در مراجع [۱۵] , [۱۶] ,[۱۷] ، [۱۸] ، [۱۹] توصیه می‌شود. روش استاندارد محافظت از نمونه فیتوپلانکتون براساس مرجع [۱۴] می‌باشد. کلروفیل‌ها توسط استون از سلول‌های استخراج می‌شود. هرکلروفیل یک طیف نوری خاص را جذب نموده و یک پیک جذبی خاص را نشان می‌دهد. بخش استخراج شده با استون روی هر یک از این پیک‌ها مورد آنالیز قرار می‌گیرد. بلندی هر پیک نماینده غلظت آن کلروفیل می‌باشد. مقدار کلروفیل پس از مرگ سلول به سرعت کاهش می‌یابد. این عامل می‌تواند موجب خطا در تعیین میزان غلظت نمونه در اثر تخریب کلروفیل a و تولید فائوفیتین[2] a گردد این ترکیب در ناحیه طیفی مشابهی ظاهر می‌گردد بنابراین غلظت دقیق a باید تعیین شده و ضریب تصحیح مناسب اعمال گردد. برای انجام آنالیز کلروفیل a هم‌چنین می‌توان از روش‌های فلورسانس و یا دستگاه‌های اسپکتروفتومتری (از جمله دستگاه اسپکترفتومتر HACH-DR 4000) با روش شماره ۸۰۱۲ (استخراج با استون) که براساس روش‌های استاندارد مرجع [۱۵] تدوین شده است، استفاده کرد. در این دستورالعمل اندازه‌گیری کلروفیل براساس روش مرجع [۱۳] که حاوی سه روش اسپکتروفتومتری تری‌کروماتیک، مونوکروماتیک و فلورومتریک است توصیه می‌گردد. کلیه تجهیزات لازم باید قبل از استفاده پاکسازی و سپس با آب مقطر آبکشی شده باشند.

۵-۲-۳-۲- نمونه‌برداری از ساختار جمعیتی

پایش اولیه با استفاده از نمونه‌برداری با کمک یک تور دستی که دارای قاب فلزی می‌باشد، امکان‌پذیر است. در صورت استفاده از تکنیک‌های استاندارد می‌توان از این روش به‌عنوان یک روش شبه کمی استفاده نمود. این روش تنها برای آب‌های کم‌عمق امکان‌پذیر می‌باشد. تور باید تماس کامل با بستر داشته باشد. درصورتی‌که برخی از نمونه‌ها به سنگ‌های بستر چسبیده باشند، بهتر است تا سنگ‌ها به‌همراه نمونه منتقل گردد در صورت بزرگ بودن سنگ‌های بستر باید نمونه‌ها با دست جدا گردند.

یکی دیگر از راه‌های نمونه‌برداری به‌خصوص برای مکان‌هایی با سرعت جریان‌های بیش از ۱۰ متر بر ثانیه به شرط آن‌که این محل‌ها سنگلاخی نبوده و هم‌چنین گیاهان آبزی فراوان نداشته باشند، استفاده از نمونه‌بردار سوربر[3] می‌باشد. شبکه‌های این

1- Composite
2- phaeophytin
3- Surber

omoorepeyman.ir

نمونه‌بردار معمولا ۹ مش بر سانتی‌متر می‌باشد که می‌تواند موجودات بزرگ‌تر از ۰/۷۵ میلی‌متر را به دام اندازد. هم‌چنین مـی‌تـوان از روش‌های زیر استفاده نمود:

- چنگک‌ها[1] ، برای برداشت بخشی از بستر همراه با جمع‌آوری موجود ات زنده مناسب می‌باشد.
- مته‌ها[2]، فعالیت آنها بستگی تام به نوع بستر دارد.
- لایروب‌ها و بیل‌های مکانیکی (عمدتا برای عمق‌های کم تا متوسط در حد اندازه بازوهای دستگاه)
- نمونه‌بردارهای استوانه‌ای یا جعبه‌ای (کم‌عمق با حداکثر یکم‌تر)
- نمونه‌بردار هواده، شبیه نمونه‌بردار مته‌ای بوده و برای خروج صدف‌ها و سنگ‌های به قطر ۴۰ میلی‌متر مناسب است.
- نمونه‌برداری به‌وسیله غواصی
- نمونه‌برداری‌های گذرگاهی
- نمونه‌بردارهای بسترهای مصنوعی

در این دستورالعمل نمونه‌برداری از ماهی‌ها براساس روش‌های ارائه شـده در منـابع [۱۴] و [۲۱] ، نمونـه‌بـرداری از بـستر بـرای موجودات کف‌زی با نمونه‌بردارهای گـرب[3] براسـاس روش‌هـای اسـتاندارد [۲۲]، [۲۳]، [۲۴]، [۲۵]، [۲۶]، [۲۷]، [۲۸]، [۵۷]، [۲۹] و [۳۰] بسته به شرایط محیط و نوع کار و امکانات موجود توصیه می‌گردد. هم‌چنین انتخـاب انـواع نمونـه‌بردارهـا بـرای نمونـه‌گیـری براساس روش‌های مذکور باید براساس راهنمای استاندارد [۲۸] که در آن راهنمایی‌های لازم برای انتخاب نوع نمونه‌گیـر ارائـه شـده است، انجام پذیرد.

۵-۲-۳-۳- نمونه‌برداری از بافت

برداشت نمونه‌ها براساس روش‌های استاندارد ارائه شده در بند (۵-۲-۳-۲) انجـام مـی پـذیرد. در انتخـاب نمونـه بـرای انجـام آزمایش‌های سنجش سطوح آلودگی فلزی در یک ارگانیسم باید موارد زیر مدنظر قرار گیرد:

- نمونه انتخاب شده قابلیت تجمع آن فلز را داشته باشد.
- نمونه باید به تعداد و کیفیت مناسب در دسترس بوده به‌طوری‌که نمونه‌برداری معمول و بی‌طرفانه همیشه امکان‌پذیر باشد.
- جذب و تجمع باید با مدت و کیفیت در معرض قرارگیری رابطه داشته باشد.
- نمونه‌ها در حد امکان گران‌قیمت نباشند و یا ارزش حفاظتی خاص نداشته باشند (برای نمونه‌برداری‌های معمول).
- نمونه‌ها حتی‌الامکان در جای خود ثابت بوده و یا تحرک کمی داشته باشند، استفاده از نرمتنان دوکفه‌ای[4] بـسیار مناسـب می‌باشد.
- در نهایت اینکه شاخص‌های زیستی باید با توجه به شرایط بومی و محلی انتخاب گردد.

1- Grabs
2- Cores
3- Grab
4– Mollusca Bivalvia

omoorepeyman.ir

برای نمونه‌برداری، ارگانیسم باید بدون آلودگی توسط منابع فلزی و یا تماس با رسوبات جمع‌آوری گردد. نمونه باید با استفاده از دستکش‌های پلی‌اتیلنی و یا لاتکس جابه‌جا گردد (دستکش‌ها نباید به پودر روی آغشته باشد). نمونه باید با مقطر کاملا شسته شده و سپس در ظروف پلی‌اتیلنی، شیشه‌ای و یا پلاستیکی بدون آلودگی فلزی نگهداری شود. برای اطمینان بهتر است تا ظروف حمل نمونه با اسید شسته شوند.

حمل نمونه‌ها در دمای بین ۲- تا ۴ درجه سانتی‌گراد و یا به کمک فریز کردن تا دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد امکان‌پذیر است. بهتر است از جعبه‌های عایق محتوی یخ برای نمونه‌های یخچالی و CO_2 جامد برای نمونه‌های فریز شده استفاده نمود. برای اطلاعات دقیق‌تر به [۳۶] مراجعه شود.

۵-۳- دستورالعمل نحوه نمونه‌برداری میکربی

۵-۳-۱- بررسی نحوه انتخاب پارامترهای میکربی مورد سنجش

پارامترهای میکربی به‌ویژه عوامل مدفوعی آلاینده آب از مهم‌ترین شاخص‌های مرتبط با بهداشت و سلامت آن محسوب می‌گردند و مولد بیماری‌های متعددی می‌باشند. در تعیین وضعیت کیفیت آب از شاخص‌های مختلف میکربی به‌منظور کاربری‌های متعدد استفاده می‌شود که در جدول (۵ -۲) این عوامل به‌ترتیب اهمیت با توجه به نوع کاربری مرتبط معرفی می‌گردند. براساس برنامه آب GEMS و WHO اندازه‌گیری کل کلی‌فرم و کلی‌فرم‌های مدفوعی (مقاوم به حرارت) برای اهداف گزارش حاضر پیشنهاد می‌گردد. مسلما عوامل مختلف میکربی در محیط‌های طبیعی آب‌های سطحی و مخازن به دلیل تماس آب در حوضه و مخزن با انواع منابع آلودگی و حیوانات و موجودات احتمال وجود دارند.

جدول ۵-۲- مهم‌ترین شاخص‌های میکربی آب [۱و۲]

شاخص‌های بیماری‌زا			شاخص‌های مربوط به کارایی فرایند تصفیه	
شاخص	آب شرب	آب برای مصارف تفریحی	آب شرب	فاضلاب
کلی‌فرم‌های مدفوعی (مقاوم به حرارت)	۴	۴	۴	۴
کل کلی‌فرم	۲	۲	۳	۲
استرپتوکوکسی مدفوعی (اینتروکوکسی)	۲	۳	۳	۲
تعداد در ۳۷ درجه سانتی‌گراد	۰	۰	۲	۰
تعداد کلنی در ۲۲ درجه سانتی‌گراد	۰	۰	۳	۰

۴: بسیار مهم ۳: مهم ۲: متوسط ۱: ناچیز ۰: بی‌اهمیت

۵-۳-۲- چگونگی نمونه‌برداری

برای اهداف آنالیز میکربی، تجهیزات و روش‌های برداشت نمونه همان مواردی است که در برداشت نمونه‌ها برای آنالیزهای شیمیایی به‌کار می‌رود. تنها مواردی که حتما باید علاوه بر مطالب ارائه شده قبلی رعایت گردند عبارتند از:

omoorepeyman.ir

- نمونه‌ها برای آنالیز میکربی باید در ظرف نمونه‌برداری استریل شده برداشت شوند. این نمونه‌ها در محل قبل از این‌که از وسیله یا ظرف نمونه‌برداری هیچ نمونه دیگری برداشت شده باشد، باید برداشت شوند. به عبارت دیگر پس از استقرار در سایت اولین نمونه‌های برداشتی باید نمونه‌های آنالیزهای میکربی باشند.
- استریل کردن نمونه‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد، فشار psi ۱۵ در مدت حداقل ۱۵ دقیقه باید انجام شود [۳۸].
- مراقبت شود که درون، درب و دیواره ظرف نمونه‌برداری و ظرف حمل نمونه با تماس انگشتان دست یا هر شیی غیراستریل دیگر آلوده نشود.
- ظروف برداشت و حمل نمونه‌های میکربی از قبل آماده و جداگانه نگهداری و مشخص باشند.
- ظروف حمل نمونه‌های میکربی باید شیشه‌ای، محکم، با دیواره ضخیم، تیره با حداقل حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر باشد. ظروف باید دارای درب پیچ‌دار کاملا آب‌بندی باشند. می‌توان قبل از اتوکلاو کردن ظروف با کاغذ کرافت درب آنرا پوشاند و مانع از آلودگی در حین جابه‌جایی شد. توصیه می‌شود از سلفون‌های آلومینیمی یا پلاستیکی پس از استرلیزه شدن و در حین حمل و نقل استفاده شود.
- قبل از اتوکلاو کردن برای استریلیزاسیون، ظروف برداشت و حمل نمونه‌ها را با یک شوینده غیریونی شسته و سه تا پنج بار با آب مقطر بی‌یون شده آبکشی نمایید.
- اگر زمان انتقال از سایت تا آزمایش کم‌تر از دو ساعت باشد نمونه‌ها را می‌توان خنک و دور از نور حمل نمود. زمان‌های بیش‌تر از دو ساعت نمونه‌ها حتما باید درون جعبه یخ در دمای حدود ۴ درجه سانتی‌گراد دور از نور حمل شوند. حد اکثر زمان ۶ ساعت است. اگر زمان نمونه‌برداری تا آزمایش بیش‌تر از این مقدار به طول انجامد، حتما در گزارش آزمایشگاه شرایط و طول زمان حمل باید قید شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۶

نحوه تعیین تجهیزات پایش و چگونگی کاربرد آنها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۶-۱- امکان‌سنجی از نظر هزینه و پتانسیل انجام آزمایش‌ها در منطقه

قبل از عزیمت به محل و قبل از تدوین برنامه پایش باید بررسی‌های لازم از نظر وجود امکانات آزمایشگاهی با کیفیت مناسب در منطقه انجام گیرد. این بررسی‌ها شامل وجود آزمایشگاه معتبر، وجود تجهیزات دستگاهی واسنجی شده و متناسب با پارامترهای مورد سنجش براساس روش‌های استاندارد، وجود پرسنل آموزش دیده و باتجربه در منطقه می‌باشد. هر چه محل آزمایشگاه به سایت نمونه‌برداری نزدیک‌تر باشد، احتمال بروز خطا و یا منقضی شدن نمونه‌ها کم‌تر خواهد بود.

هزینه‌های مربوط به انجام این آزمایش‌ها در آزمایشگاه‌های محلی و هم‌چنین در آزمایشگاه‌های مرکزی یا دانشگاهی باید برآورد شده و با در نظر گرفتن هزینه‌های انتقال نمونه‌ها و هم‌چنین خطرات و ریسک احتمالی حوادث منجر به ازبین رفتن یا منقضی شدن نمونه‌ها در طول انتقال مورد تجزیه و تحلیل قرار گر فته و انتخاب نهایی انجام گیرد. در انتخاب نهایی آزمایشگاه یا آزمایشگاه‌های مورد نظر برای آنالیز نمونه‌ها فاکتورهای حذفی، وجود تجهیزات، مواد و روش‌های استاندارد و واسنجی شده به همراه کارکنان آموزش دیده و متخصص در آنالیز پارامترهای مورد نظر، می‌باشند و در صورت عدم برآورده شدن یکی از شروط فوق حتی در صورت کم‌تر بودن هزینه‌ها نیز نباید آنالیزها به آزمایشگاه‌های غیرمعتبر سپرده شوند.

۶-۲- فهرست تجهیزات مورد نیاز جهت پایش

برای نمونه‌برداری و حمل نمونه‌های آب تجهیزات و ظروف زیر باید تهیه گردد:

- ظروف و بطری‌های شیشه‌ای بی‌رنگ، شیشه‌ای تیره (برای نگهداری و حمل نمونه‌های مواد آلی تجزیه‌پذیر و هیدرکربن‌ها و مواد فرار)، پلی‌اتیلنی سفید
- جعبه‌های حمل نمونه با قابلیت خنک نگاه داشتن آن
- کیسه‌ها یا بطری‌های یخ
- ابزار نمونه‌برداری آب از اعماق نظیر
- نمونه‌گیر رسوبات سطحی بستر[1]
- نمونه‌گیر رسوبات مغزه بستر[2]
- شناور به منظور دسترسی به ایستگاه‌های سطحی مخزن (در صورت نمونه‌برداری رسوبات بستر، شناور باید مجهز به وینچ باشد)
- دستگاه‌های میدانی اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب در محل (دما، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، pH، مجموع جامدات محلول، دیسک سکی[3] به منظور اندازه‌گیری میزان شفافیت آب)

1- Grab Sampler
2- Core Sampler
3- Secchi Disc

omoorepeyman.ir

۶-۲-۱- تجهیزات نمونه‌برداری از آب

۶-۲-۱-۱- نمونه‌برداری شیمیایی

برای برداشت نمونه‌های آب به‌منظور سنجش پارامترهای شیمیایی و فیزیکی تجهیزات زیر مورد نیاز خواهد بود که باید توسط تیم پایش مهیا گردند:

- بطری نمونه‌برداری با حجم یک تا دو لیتر به منظور برداشت نمونه از جریان‌های ورودی و خروجی مخزن
- نمونه‌بردار عمقی که قابلیت برداشت نمونه از عمق‌های مختلف آب مخزن را دارا باشد. این نمونه‌بردار به‌نحوی طراحی شده است که قابلیت برداشت نمونه آب ازعمق مورد نظر را دارد. نمونه شامل یک استوانه اصلی با قطر حدود ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر، درپوش‌های متحرک و یک‌وزنه که پس از رسیدن نمونه‌گیر به عمق مورد نظر وزنه به‌وسیله فرد نمونه‌بردار رها شده و باعث بسته شدن درپوش‌ها می‌گردد، می‌باشد. نمونه‌گیر به‌وسیله یک طناب و به‌واسطه وزن خود از سطح آب به درون عمق آب رها شده و طناب مورد نظر نیز معمولا مدرج به نشانه‌هایی در فواصل یک متر می‌باشد تا عمق نمونه‌برداری قابل تعیین گردد.
- نوع ساده و دست‌ساز نمونه‌بردار عمقی که برای برداشت نمونه در عمق‌های متوسط (کم‌تر از ۳۰ متر) قابل استفاده است شامل یک بطری با درب چوب پنبه‌ای یا پلاستیکی بوده که روی یک صفحه فلزی سنگین قرار داده شده و به‌وسیله شبکه سیم‌هایی که از کف صفحه تا دور دهانه بطری کشیده شده‌اند، نگاه داشته می‌شود. یک طناب به دور بطری و یک طناب به درب چوب پنبه‌ای به‌نحوی متصل است که هنگام پایین رفتن بطری در آب، درب بطری بسته و پس از رسیدن به عمق مورد نظر با کشیدن طناب متصل به درب بطری، درب باز شده و آب وارد بطری می‌گردد.
- گیره‌ها یا دسته‌های فلزی برای اتصال به بطری ساده نمونه‌برداری برای برداشت نمونه از جریان‌های ورودی و خروجی در شرایطی که برداشت نمونه از عمق بیش‌تر از ۵۰ سانتی‌متر در کانال جریان یا رودخانه مدنظر باشد.

۶-۲-۱-۲- نمونه‌برداری میکربی

به‌منظور برداشت نمونه‌ها برای آنالیزهای میکربی، تجهیزات اصلی نمونه‌برداری از سطح و عمق مخزن مانند برداشت نمونه‌های شیمیایی می‌باشد. شایان ذکر است که تجهیزات نمونه‌برداری و ظرف حمل نمونه پیش از برداشت و حمل باید استریل شده باشند. هم‌چنین رنگ ظروف حمل نمونه باید تیره بوده و در دمای کم‌تر از ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردند.

۶-۲-۱-۳- نمونه‌برداری رسوبات

دو نوع اصلی نمونه‌گیرهای رسوبات بستر محیط‌های آبی وجود دارند که عبارتند از: نمونه‌گیرهای سطحی ، نمونه‌گیرهای مغزه. نمونه‌گیرهای سطحی برای برداشت نمونه از سطح رسوبات بستر و بررسی توزیع فقط آلاینده‌ها و بررسی و نمونه‌گیری از موجودات کف‌زی در رسوبات مناسب بوده، درحالی‌که نمونه‌گیرهای مغزی برای برداشت با قطر کم در عمق رسوبات و برای بررسی توزیع عمومی آلاینده‌ها در رسوبات مخزن، نرخ رسوب‌گذاری و روند تاریخی آلودگی در مخزن مناسب هستند [۳۷].

omoorepeyman.ir

نمونه‌گیرهای سطحی در انواع مختلف در دسترس هستند که مهم‌ترین انواع آنها عبارتند از [۳۷]:

- ون وین گرب[۱]
- پانر[۲]
- پترسون[۳]
- اک من[۴]
- بریج-اک من[۵]

نمونه‌گیرهای ون وین معمولا به‌دلیل قابلیت استفاده در اکثر انواع جنس و بافت بستر محیط‌های آبی بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این دستورالعمل استفاده از نمونه‌گیرهای ون وین توصیه می‌گردد. باید توجه داشت که برای برداشت نمونه‌های رسوب به‌خصوص در نقاط عمیق، شناور نمونه‌برداری باید مجهز به وینچ باشد. نمونه‌بردار بریج-اک من کوچک در مواردی که شناور مجهز به وینچ نباشد، قابل استفاده است. در صورت تمایل به استفاده از سایر انواع نمونه‌گیر رسوب سطحی و آشنایی با نحوه عملکرد این نمونه‌گیرها باید براساس استاندارد مرجع [۳۱] عمل شود.

نمونه‌گیرهای مغزی در انواع مغزه‌گیرهای وزنی[۶]، مغزه‌گیرهای دستی[۷]، مغزه‌گیرهای ارتعاشی[۸] و مغزه‌گیرهای جعبه‌ای[۹] وجود دارند که انواع تجارتی مختلفی از هر یک از این دسته‌ها در دسترس هستند. مغزه‌گیرهای دستی در واقع لوله‌ای پلاستیکی یا شیشه‌ای یا فلوروکربنی و یا فلزی دارای لایه درونی پلاستیکی هستند که برای برداشت نمونه مغزی از رسوبات در نواحی کم‌عمق آب مخزن یا جریان‌های ورودی کم سرعت به‌نحوی که قابلیت ورود شخص نمونه‌بردار به درون آب وجود داشته باشد، استفاده می‌شوند. برای برداشت نمونه مغزی رسوبات با استفاده از نمونه‌گیرهای مربوط، شناور نمونه‌برداری حتما باید مجهز به وینچ قوی باشد. تنها نمونه‌گیرهایی که نیاز به استفاده از وینچ ندارند، نمونه‌گیرهای دستی و انواع کوچک کجک برینکورست[۱۰] و فلگر[۱۱] می‌باشند. برای مطالعات پایش کیفیت مخازن در نقاط عمیق دو نوع نمونه‌گیر وزنی مذکور و برای نقاط کم‌عمق مغزه‌گیرهای دستی یا نوع پیستونی[۱۲] توصیه می‌گردد. برای اطلاعات بیش‌تر و تمایل به استفاده از سایر انواع نمونه‌گیر رسوب مغزی و آشنایی با نحوه عملکرد این نمونه‌گیرها باید براساس استاندارد مرجع [۵۷] عمل شود.

1- Van Veen Grab
2- Ponar
3- Petersen
4- Eckman
5- Birge-Eckman
6- Gravity Corer
7- Hand Corer
8- Vibracorer
9- Box Corer
10– Kajak-Brinkhurst Corer
11- Phleger Corer
12- BMH-53 piston corer

omoorepeyman.ir

۶-۳- نحوه کنترل کیفی تجهیزات

تجهیزات نمونه‌گیری باید از نظر صحت عملکرد، پیش از انتقال به سایت نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گرفته و از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل نمود. هم‌چنین برای تعیین میزان احتمالی ورود آلودگی و پارامترهای مورد سنجش از طریق دستگاه یا وسیله نمونه‌گیر باید نمونه شاهد دستگاه به‌عنوان اقدام کنترل کیفی برداشت گردد. این نمونه از طریق پرکردن ظرف یا دستگاه نمونه‌گیر با آب مقطر عاری از پارامتر مورد سنجش و سپس خالی کردن این آب در ظروف حمل نمونه به‌دست می‌آید. آنالیز این نمونه شاهد که براساس نوع پارامتر مورد سنجش محافظت گردیده، به همراه سایر نمونه‌ها در آزمایشگاه انجام می‌گیرد.

اقدام دیگر برای کنترل کیفی تجهیزات اطمینان از عدم نشت و تبادل آب یا رسوب از درون ظرف یا دستگاه نمونه‌بردار در حین عملیات نمونه‌برداری می‌باشد. لازم است به‌منظور اطمینان یک‌سری دستگاه و ظرف نمونه‌برداری به‌عنوان رزرو به‌همراه برده شود. جنس ظروف و تجهیزات نمونه‌برداری باید به‌نحوی باشد که باعث تغییرات غلظت پارامتر مورد نظر در نمونه نشده و حتی‌الامکان در طول زمان برداشت نمونه با آب وارد واکنش نشود. ظروف نمونه‌گیری و حمل نمونه‌ها با دست‌های آلوده و بدون دستکش نباید لمس شوند. کیسه‌هاو بطری‌های یخ نباید سوراخ شده و نشتی داشته باشند. هم‌چنین از روغن‌کاری تجهیزات و نمونه‌گیرهای عمقی آب و رسوب قبل از انجام عملیات نمونه‌برداری باید اجتناب کرد.

omoorepeyman.ir

فصل ۷

روش‌ها و برنامه تجزیه و تحلیلی اطلاعات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۷-۱- چگونگی تعیین مشخصات منابع آلاینده

آلودگی ممکن است مستقیما به داخل مخزن تخلیه شده و یا به‌طور غیرمستقیم پس از ورود به رودخانه در حوضه آبریز بالادست نهایتا وارد مخزن گردد. در هر حالت منابع تخلیه کننده آلودگی مستقیم و غیرمستقیم چه از نوع منابع نقطه‌ای یا غیرنقطه‌ای باشند باید مورد شناسایی قرار گیرند. موقعیت منبع آلودگی و محل تخلیه آلودگی، نوع و میزان آلاینده‌ها و شناخت اثرات احتمالی آنها بر محیط آبی مهم‌ترین مشخصاتی هستند که در مورد منابع آلاینده مستقیم و غیرمستقیم آب مخزن باید بررسی و تعیین گردند. برای این منظور ابتدا باید مطالعات دفتری و جستجو و جمع‌آوری اطلاعات منابع آلودگی احتمالی به انجام رسد. این اطلاعات باید از منابع اطلاعاتی دولتی و محلی از جمله وزارت صنایع، وزارت جهاد کشاورزی، مسکن و شهرسازی، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور، وزارت نیرو و سازمان‌های آب منطقه‌ای و شرکت‌های آب و فاضلاب استانی در مورد وجود و موقعیت جغرافیایی و مشخصات صنایع، مراکز مسکونی شهری و روستایی، هتل‌ها و بیمارستان‌ها و زمین‌های کشاورزی و سایر منابع احتمالی آلودگی جمع‌آوری شود. پس از جمع‌آوری کلیه اطلاعات موجود در مورد منابع آلودگی مخزن، تیم پایش باید مناطق اطراف و بالادست حوضه را پیمایش نموده و اطلاعات جمع‌آوری شده را با وضعیت واقعی مطابقت نموده و در صورت نیاز با انجام اندازه‌گیری‌ها و نمونه‌برداری و آنالیز، اطلاعات مورد نیاز را به هنگام و تکمیل نمایند. اطلاعات مورد نظر باید مطابق جدول (۷-۱) برای مخزن و حوضه بالادست جمع‌آوری گردند.

۷-۱-۱- تعیین موقعیت منبع آلودگی

در این قسمت با توجه به اطلاعات به‌دست آمده و بازدیدهای میدانی محل تخلیه آلودگی به مخزن یا رودخانه از نظر موقعیت جغرافیایی و نحوه تخلیه باید ثبت و روی نقشه جانمایی گردد. طول و عرض جغرافیایی منبع تولید آلودگی، فاصله از کرانه رودخانه یا مخزن و موقعیت دقیق نقطه تخلیه (در صورت نقطه‌ای بودن منبع آلودگی) و نحوه تخلیه آلودگی برای تمام منابع مستقیم و غیرمستقیم آلودگی ثبت می‌گردد.

جدول ۷-۱- اطلاعات مربوط به تعیین مشخصات منابع آلاینده

عنوان منبع و مختصات جغرافیایی	نوع منبع				منبع تامین آب	میزان آب مصرفی	میزان پساب خروجی	محل تخلیه پساب	آلاینده‌های اصلی پساب	غلظت آلاینده‌های اصلی		بار جرمی هریک از آلاینده‌ها	اثرات نهایی آلاینده‌ها بر کیفیت آب مخزن	توضیحات
	نقطه‌ای		گسترده							محلول	ذره‌ای			
	شهری و روستایی	صنعتی	کشاورزی	سایر با ذکر نوع										

omoorepeyman.ir

۷-۱-۲- تعیین نوع، مقدار و سهم منبع آلودگی

منابع آلودگی شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه باید با توجه به موارد زیر مورد بررسی و تعیین مشخصات گردند.

- نوع منبع آلودگی: صنعتی، شهری یا روستایی، کشاورزی
- نحوه تخلیه آلودگی: نقطه‌ای، غیرنقطه‌ای
- محل تخلیه: مخزن، رودخانه، خاک و آب زیر زمینی
- نوع و میزان مواد اولیه و محصولات
- فرایندهای اصلی تولید
- منبع تامین آب
- میزان آب مصرفی
- میزان پساب تولیدی
- آلاینده‌های اصلی پساب، محلول یا ذره‌ای بودن، غلظت آنها در شکل محلول و ذره‌ای در پساب ورودی به محیط آبی

نوع منبع آلودگی، محل تخلیه، نوع و میزان مواد اولیه و محصولات و فرایندهای تولید از اطلاعات به‌دست آمده از مراکز مورد اشاره در بند ۷-۱ و اطلاعات مربوط به آب مصرفی، پساب تولیدی و آلاینده‌ها از بازدیدهای میدانی، اندازه‌گیری‌ها و در صورت عدم امکان اندازه‌گیری، از مراجع علمی قابل برآورد کردن است. سهم هر یک از منابع آلودگی براساس مجموع بار آلودگی به‌دست آمده از منابع به تفکیک آلاینده‌ها و تعیین ریاضی سهم هر منبع با تقسیم بار ناشی از آن منبع بر کل بار هر یک از آلاینده‌ها محاسبه می‌شود.

۷-۱-۳- تعیین اثرات آلودگی

تیم پایش کیفی مخزن براساس اطلاعات به‌دست آمده از فعالیت‌های مرتبط با بندهای (۷-۱-۱) و (۷-۱-۲) و براساس شناخت ویژگی‌های مخزن و حوضه بالادست براساس انواع آلاینده‌های موجود در خروجی هر یک از منابع آلاینده باید اثرات احتمالی هر یک بر کیفیت آب مخزن را برآورد نماید. برای این منظور نتایج پایش ایستگاه‌های ورودی و خروجی مخزن با توجه به زمان ماند آب در مخزن باید جهت ایجاد یک موازنه جرمی آلاینده مورد نظر به‌کار گرفته شود و بر این اساس میانگین غلظت آلاینده و روند تغییرات آن در آب و مواد معلق مخزن برآورد گردد. غلظت آلاینده در رسوبات با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌های رسوبات بستر تعیین می‌گردد. براساس غلظت‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌ها و محاسبات و با توجه به نوع آلاینده، اثرات احتمالی منابع آلاینده که آلودگی مورد نظر را به محیط تخلیه می‌کنند باید برآورد شده و سهم هر یک از منابع در ایجاد اثر بررسی شود. به‌طور کلی دسته‌های اصلی آلاینده‌ها در محیط آبی دارای اثرات نامطلوب متفاوت بر بهداشت، محیط زیست و زیست‌بوم بوده و به ترتیب زیر قابل تبیین هستند [۲] و [۴۷]:

- آلاینده‌های آلی قابل تجزیه: باعث افت میزان اکسیژن محلول در آب و به تبع آن صدمه به موجودات آبزی و ماهی‌ها، ایجاد بو و طعم نامطلوب در آب
- آلاینده‌های آلی انسان ساخت و سموم: باعث تجمع در بدن موجودات زنده آبزی و ورود به زنجیره غذایی و ایجاد سمیت
- فلزات سنگین و سمی: باعث تجمع در بدن موجودات زنده آبزی و ورود به زنجیره غذایی و ایجاد سمیت

omoorepeyman.ir

- ذرات معلق و رسوبات: باعث افزایش کدورت، رسوب‌گذاری و افزایش هزینه‌های تصفیه
- مواد مغذی: باعث ایجاد تغذیه‌گرایی و افزایش رشد جلبک‌ها، تولید سموم ناشی از جلبک‌ها، افت اکسیژن محلول، بی‌هوازی شدن محیط و ایجاد طعم و بوی نامطلوب در آب، اختلال در کاربری آب
- عوامل بیماری‌زا: اثر نامطلوب بر کاربری‌های تفریحی و بهداشتی آب

نمودار جریان تعیین مشخصات و اثرات منابع آلاینده در نمودار (۷-۱) ارائه شده است.

۷-۲- چگونگی تهیه نقشه‌های تغییرات کیفی آب

وضعیت تغییرات افقی و عمودی کیفیت آب در یک مخزن به میزان و نحوه اختلاط عمودی و افقی آب مخزن و بهره‌برداری آن بستگی دارد که خود به عواملی از جمله باد، شکل مخزن، تعداد و نحوه ورودی‌ها و کیفیت آب آنها و شرایط اقلیمی منطقه دارد.

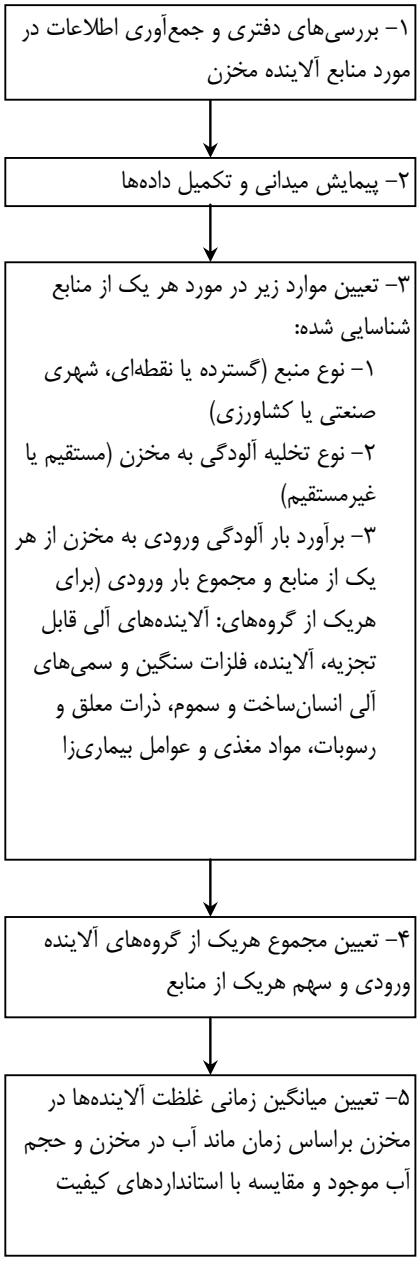
برای تعیین این‌که روندی در تغییرات کیفیت آب مخزن مشاهده می‌شود یا خیر باید ازالگوهای آماری استفاده نمود. توصیه اکید این است که نتایج داده‌های پایش به‌طور ماهانه، فصلی و سالانه به صورت نمودار ترسیم شود و آمارهای مورد نیاز باید قبل از آزمون ردیابی روند محاسبه شوند. در اغلب موارد تحلیل‌های ابتدایی اطلاعات مفیدی را به دست می‌دهند و می‌توان داده‌ها را برای آزمون بهتر روندیابی بهبود بخشید. این محاسبات آماری شامل موارد زیر است:

- گراف سری زمانی دو متغیره که بیان کننده وجود یا عدم وجود تغییرات فصلی باشد. این تعیین می‌کند آیا نیاز به تنظیم فصلی داده‌ها و آزمون کیندل تو[1] وجود دارد یا خیر.
- گراف دو متغیره تغییرات جریان ماهانه در ایستگاه ورودی مخزن در برابر کیفیت آب، تعیین کننده اثر جریان خواهد بود. این به‌خصوص در مخازن با زمان ماند هیدرولیکی کم ممکن است قابل تفسیر باشد. این روش کمک می‌کند تا مشخص شود یک مدل جریان-غلظت برای کاهش قابلیت تغییر پس زمینه مورد نیاز است یا خیر.
- گراف یا هیستوگرام سری زمانی دو متغیره برای متغیرهای کیفیت آب تعیین کننده‌ی وجود یا عدم وجود داده‌های پرت خواهد بود. این نیاز به تبدیل داده‌ها یا آزمایش‌های ناپارامتری روندیابی را مشخص خواهد نمود.
- نمودارهای فصلی یا سالانه جعبه‌ای برای پارامترهای کیفیت آب نشان دهنده میانه، بیشینه‌ها یا کمینه‌ها و بازه‌های اطمینان برای هر فصل یا سال خواهد بود. این روش به صورت دیداری وجود یا عدم وجود روند تغییرات فصلی را نشان می‌دهد.

روش کاربرد مبانی آماری در تعیین روندهای تغییر کیفیت آب مخازن به‌طور کامل در گزارش آژانس محیط زیست آمریکا [۵۰] و مثال‌های قابل استفاده در فصل سوم این مرجع[2] ارائه شده است که توصیه می‌شود از آن استفاده شود.

1- Kendall Tau
2- U.S.EPA, 1993, Statistical Methods for the Analysis of Lake Water Quality Trends.

omoorepeyman.ir



نمودار ۷-۱- نمودار جریان بررسی و تعیین مشخصات و اثرات منابع آلاینده مخزن

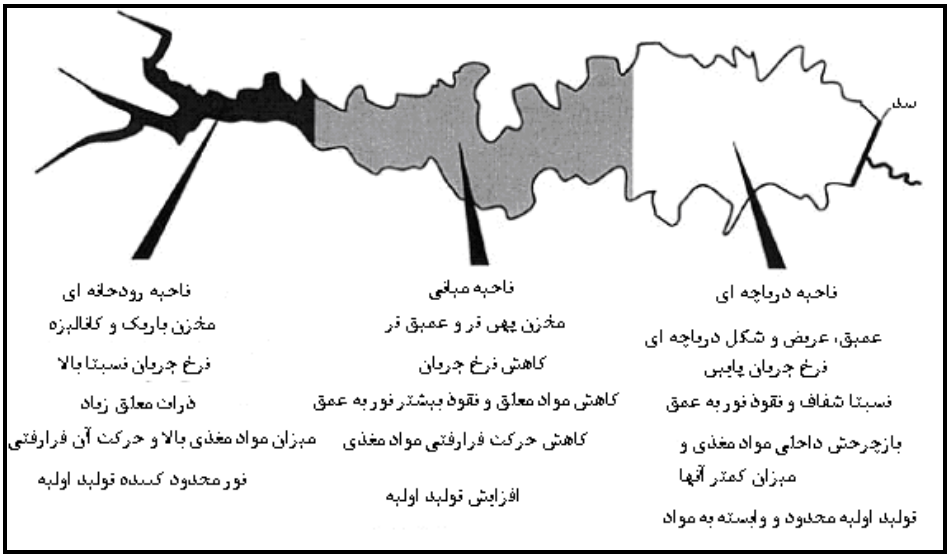
۷-۲-۱- تعیین روند تغییرات افقی

پیکره هر مخزن از نظر طولی به سه ناحیه اصلی تقسیم می‌گردد. ناحیه رودخانه‌ای، ناحیه گذرا و ناحیه دریاچه‌ای. این نواحی دارای ویژگی‌های متفاوت هستند. ناحیه رودخانه‌ای که در دهانه مخزن و محل ورود آب رودخانه تشکیل می‌شود، معمولا دارای عمق کم‌تر، سرعت جریان بیش‌تر و انتقال همرفتی مواد مغذی ذرات معلق بالاتر می‌باشد. ناحیه دریاچه‌ای بیش‌تر دارای ویژگی‌های دریاچه‌ها و عمق بیش‌تر است (شکل ۷-۱). این نواحی عمدتا دارای شرایط کیفیتی متفاوتی هستند و از نظر ویژگی‌های هیدرودینامیکی و گردش جریان و آلاینده تا حدودی با هم متفاوت هستند. برای تعیین وضعیت تغییرات کیفیت آب مخزن در عرض،

omoorepeyman.ir

طول و عمق بررسی مقدماتی که باید حداقل در دو بازه زمانی (یکی در اوایل بهار و هنگامی که مخزن قطعا حالت اختلاط کامل است و دیگری در اواخر تابستان در دوره لایه‌بندی احتمالی) انجام گیرد. این بررسی شامل تقسیم مخزن به ۱۰ تا ۲۰ برش عرضی (بسته به طول و شکل مخزن) می‌باشد. در ابتدا برای تعیین وضعیت تغییرات کیفیت در طول و عمق مخزن، باید روی هر یک از خطوط برشی در مرکز خط یک ایستگاه در نظر گرفته و نمونه‌هایی در ساعت معین در روزهای متوالی یک هفته از سطح به سمت عمق آب به فواصل ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰و سپس با فواصل ۵ متر تا کف مخزن برداشت می‌گردد. نمونه‌ها برای پارامترهای دما، هدایت الکتریکی، کدورت، اکسیژن محلول و pH برداشت می‌گردد. با آنالیز نتایج نمونه‌های طولی در طول دوره نمونه‌برداری و مقایسه میانگین پارامترها در هر مقطع اگر تفاوت معنی‌داری در میانگین‌های مقاطع مختلف مشاهده نشد، مجموع طول مخزن که شامل مقاطع هم میانگین باشد به عنوان یک واحد طولی در نظر گرفته می‌شود. نتایج به‌دست آمده در عمق نیز به همین ترتیب برای تعیین وضعیت لایه‌بندی و هم‌چنین تغییرات عمودی و نواحی که باید به عنوان لایه‌های عمقی داده‌های آنها ثبت شود مشخص خواهد شد [۲] و [۴۱].

برای تعیین وجود روند تغییرات افقی در عرض، در دو دوره زمانی مورد نظر (لایه‌بندی و اختلاط مخزن) در هر یک از نواحی طولی تعیین شده در مرحله قبلی روی یک خط عرضی ۵ تا ۱۰ نقطه انتخاب و اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب در آنها انجام می‌شود. درصورتی‌که مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در طول هفته در ایستگاه‌های روی یک مقطع عرضی تفاوت معنی‌دار نشان ندهند، می‌توان از تغییرات عرضی پارامترهای کیفی در مطالعات پایش بلند مدت صرف‌نظر کرد.

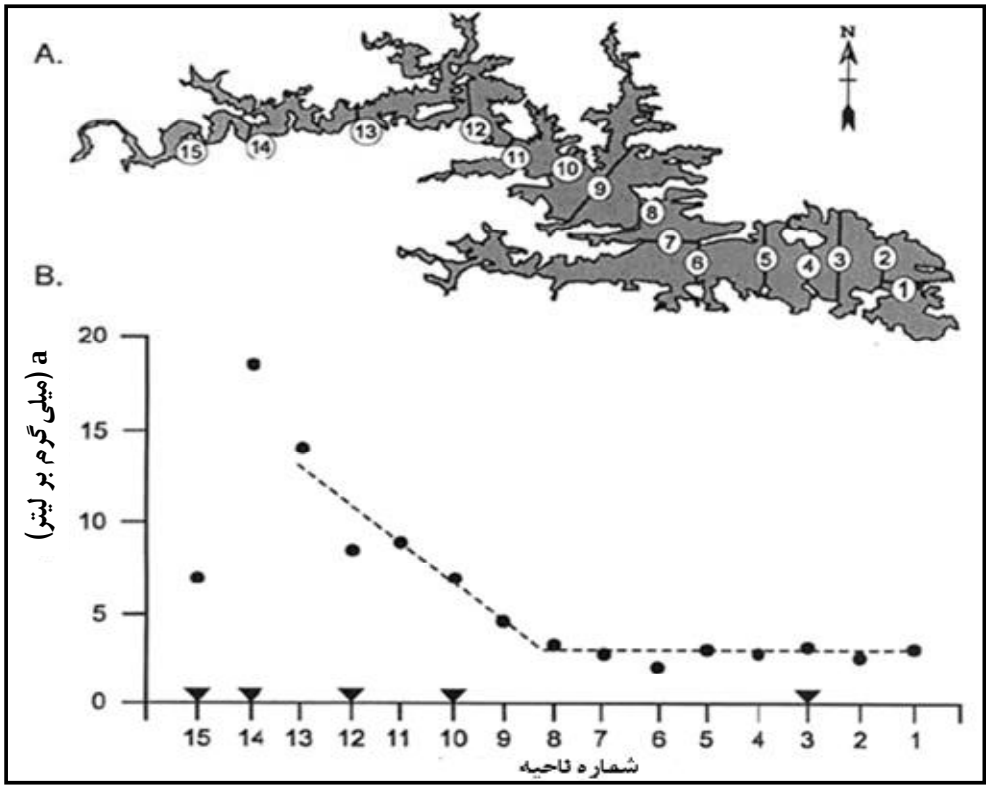


شکل ۷-۱- ناحیه بندی طولی شرایط کیفیت آب در مخازن سدهای رودخانه‌ای و ویژگی‌های هر ناحیه [۲]

براساس نتایج به‌دست آمده از مطالعات بررسی مقدماتی برای تعیین روند تغییرات افقی در طول دوره پایش، ایستگاه‌های طولی در یکی از مقاطع واقع در هر یک از نواحی طولی که در بررسی‌های اولیه مشخص شده است، انتخاب و پایش کیفیت آب مخزن در آن انجام می‌گیرد. ترسیم نتایج اندازه‌گیری‌های کیفیت پارامترهای مختلف در برابر زمان در طول ماه‌ها و سال‌ها روند تغییرات را به

omoorepeyman.ir

وضوح مشخص خواهد کرد [۲] و [۴۱]. شکل (۷-۲) نشان دهنده یک مثال در تعیین روند تغییرات طولی و ناحیه بندی طولی مخزن از نظر کیفیت آب می‌باشد. همان‌گونه که در شکل نشان داده شده است در دریاچه دی گری[1] ایالات متحده پس از انتخاب ۱۵ مقطع طولی و انجام نمونه‌برداری‌های اولیه در طول بازه‌های زمانی مورد بحث، تفاوت معنی‌دار میانگین پارامتر مورد بررسی تنها در پنج ایستگاه مشاهده شد و بر این اساس این مخزن به پنج ناحیه طولی براس عملیات پایش بعدی تقسیم گردید.



شکل ۷-۲- ناحیه بندی طولی دریاچه دی‌گری در آمریکا به منظور پایش کیفی- همان‌گونه که از میانگین نتایج هر مقطع پیداست دریاچه به پنج ناحیه تقسیم و ایستگاه‌های ۳، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۵ برای تعیین روند تغییرات طولی انتخاب می‌شوند [۲]

با استفاده از نتایج به‌دست آمده از بند (۷-۱) برای تعیین روند تغییرات افقی (تغییرات طولی) نمونه‌برداری از هر یک مقاطع از سطح و اعماق اشاره شده، و اندازه‌گیری پارامترهای پایش باید انجام گیرد. در روز اندازه‌گیری جهت باد نسبت به محور مخزن و در صورت امکان سرعت باد نیز ثبت شود. درصورتی‌که مخزن شامل بدنه‌های آبی خلیج مانند و شکل بسیار نامنظم دارای احتمال تفاوت کیفی آب آنها با بدنه اصلی باشد، این عمل برای هر یک از آنها به همان نحو باید انجام شود. پس از آن باید نتایج را در طول به شکل منحنی‌هایی بر حسب فاصله نمایش داد. در این مرحله با توجه به موقعیت ورودی‌های مخزن و منابع آلاینده درونی (درصورت وجود) و جهت باد ممکن است گستره‌ای از تغییرات کیفی افقی در سطح مخزن قابل ردیابی باشد هم‌چنین ممکن است طول مخزن از نظر تغییرات کیفی به مناطقی که شامل چند ایستگاه با کیفیت مشابه است تقسیم گردد (به‌طور معمول منطقه ورودی

1- DeGray

omoorepeyman.ir

جریان اصلی، منطقه میانی و منطقه نزدیک دیواره سد) در صورت تایید تغییرات کیفی در طول، بهتر است انـدازه‌گیـری‌هـا در نقـاط شبکه را برای پارامترهای کیفی آب مورد نظر در برنامه پایش مخزن منظور نمود و وضعیت تغییرات کیفی آلاینده‌ها در طول مخـزن را در طول ماه‌ها و سال‌ها تعیین کرد (شکل ۷-۴).

۷-۲-۲- تعیین روند تغییرات عمودی

برای تعیین روند تغییرات عمودی ابتدا باید نتایج بند (۷-۲-۱) (تعیین روند تغییرات افقی) مشخص شده باشد. در صورت عـدم وجـود تغییرات کیفی افقی در مخزن یعنی یک بعدی بودن مخزن در سطح، برای تعیین روند تغییرات عمودی بایـد در زمـان‌هـای لایـه‌بنـدی احتمالی (اواسط بهار تا اواسط پاییز) به صورت ماهانه در نقطه‌ای از سطح مخزن (عمیق‌ترین نقطه مخزن)، نمونه‌برداری از سطح تا عمق با تناوب عمقی ۲ تا ۵ متر (به ترتیب عنوان شده در بند قبلی) انجام و پارامترهای دما، کدورت، هدایت الکتریکی (EC)، اکسیژن محلـول و pH اندازه‌گیری گردد و تغییرات این پارامترها نسبت به عمق تعیین گردد [۲]. درصورتی‌که نتایج بررسی تغییرات طـولی کیفیـت آب در مخزن نشان دهنده تغییر کیفیت در طول باشد این فرایند برای هر یک از مناطق هم غلظت تکرار می‌شود.

پس از تعیین تغییرات پارامترهای عمومی در عمق، پارامترهای کیفی مورد پایش در مخزن در هـر یـک از نمونـه‌هـا انـدازه‌گیـری و نیمرخ تغییرات کیفی پارامترها در عمق برای تمام پارامترهای مورد پایش در طول دوره پایش استخراج می‌شود. با رسم داده‌های کیفیـت در اعماق و طول در زمان روند تغییرات کیفیت در حجم مخزن در طول ماه‌ها و سال‌ها تعیین می‌گردد (شکل‌های ۷-۴ و ۷-۵).

۷-۳- بررسی و شناسایی پدیده‌های مرتبط با پرغذایی مخزن

هر پیکره آبی ساکن به سمت پرغذایی شدن در طول زمان حرکت می‌کند. این روند معمولا در مخازن سریع‌تر است درحـالی‌کـه در مورد مخازن با توجه به کارکرد و هدف احداث آنها بیش‌ترین توجه برای جلوگیری از پرغذایی شـدن بایـد معمـول گـردد. علایـم توصیفی و اثرات پدیده پرغذایی به‌طور خلاصه در جدول (۷-۲) ارائه شده است که باید مورد توجـه مـدیریت بهـره‌بـرداری و پـایش مخزن قرار گیرد.

جدول۷-۲- شاخص‌ها و علایم مغذی شدن و پاسخ‌های مخزن به این علایم [۵۳]، [۵۴] و [۵۵]

فیزیکی	شیمیایی	زیستی
شفافیت (عمق قابل مشاهده دیسک سکی (ک)*	غلظت مواد مغذی (ا)	تناوب زمانی شکوفایی جلبک (ا)
ذرات معلق (ا)**	کلروفیل a (ا)	تنوع گونه‌های جلبک‌ها (ک)
	هدایت الکتریکی (ا)	پوشش گیاهی در نواحی کم‌عمق ساحلی (ماکروفیت‌ها) (ا)
	جامدات محلول(ا)	زئوپلانکتون‌ها(ا)
	افت اکسیژن در هیپولیمنیون (لایه زیرین) (ا)	جانوران کف‌زی (ا)
	اشباع اکسیژن در اپیلیمنیون (لایه بالا) (ا)	تنوع جانوران کف‌زی (ک)
		تولید اولیه جرم زنده (ا)
		جرم زنده فیتوپلانکتون‌ها (ا)

* (ک) کاهش

** (ا) افزایش

omoorepeyman.ir

۷-۳-۱- پدیده مغذی شدن (اوتریفیکاسیون)

حوضه آبریز مخازن سدها معمولا بزرگ‌تر از حوضه‌آبریز دریاچه‌های طبیعی است و به همین نسبت مخازن بیش‌تر در معرض ورود بار مواد مغذی ناشی از فعالیت‌های انسانی و طبیعی هستند. از طرفی طول عمر طراحی شده برای بهره‌برداری مخازن محدود بوده و در این بازه زمانی مخزن باید براساس طراحی انجام شده، اهداف تامین آب با کیفیت مناسب را جواب‌گو باشد. ورود بار اضافی مواد مغذی به‌خصوص فسفر و مواد ریز مغذی مانند برخی فلزات منجر به رشد افزایشی موجودات اتوتروف (تولید کننده) و درنتیجه افزایش تولید اولیه مواد آلی (جرم زنده) و به تبع آن مغذی شدن[۱] آب مخزن شود. پدیده اوتریفیکاسیون به شدت بر کیفیت آب اثر گذاشته و باعث ایجاد محدودیت‌های جدی در قابلیت کاربری آب می‌شود. رشد بیش از اندازه موجودات اتوتروف و جلبک‌ها باعث افزایش کدورت، تولید مواد سمی، افزایش نرخ رسوب‌گذاری، افزایش غلظت اکسیژن در نیمه‌های روز و کاهش شدید غلظت آن با کاهش میزان نور خورشید از هنگام غروب تا صبح روز بعد می‌شود که درنتیجه خود باعث ایجاد نواحی بی‌هوازی در مناطق عمیق‌تر مخزن خواهد شد. طبقه‌بندی مخازن براساس وضعیت تغذیه‌گرایی به شرح زیر است [۲]:

- مخازن اولیگوتروف:[۲] مخازن دارای تولید اولیه کم جرم زنده[۳] به دلیل غلظت پایین نیتروژن و فسفر و غلظت نزدیک به اشباع از اکسیژن محلول.
- مخازن مزوتروف(بینابینی):[۴] مخازنی که از دیدگاه وضعیت غلظت نیتروژن و فسفر مابین حالات الیگوترف و اوتروف هستند. در لایه‌بندی‌های تابستانه در برخی نواحی لایه هیپولیمنیون[۵] (لایه پایینی) دچار افت اکسیژن محلول می‌گردند.
- مخازن اوترف(مغذی):[۶] مخازن حاوی غلظت‌های زیاد مواد مغذی نیتروژت و فسفر و نرخ زیاد تولید جرم زنده و شفافیت کم آب (کدورت بالا) هستند. در لایه‌بندی‌های تابستانه در لایه هیپولیمنیون (لایه پایینی) اکسیژن محلول حتی تا مقادیر کم‌تر از ۱ میلی‌گرم بر لیتر نیز کاهش می‌یابد و کاربری‌های آب دچار محدودیت‌های جدی خواهد شد.
- مخازن هایپرتروف:[۷] مخازن حاوی غلظت‌های بسیار بالای مواد مغذی تولید جرم زنده بسیار زیاد ناشی از آن، حالت شدید اوتروفیک و به‌وجود آمدن نواحی بدون اکسیژن محلول در لایه هیپولیمنیون (لایه پایینی) در لایه‌بندی‌های تابستانه
- مخازن دیستروف (آلوده):[۸] مخازن حاوی غلظت‌های زیاد مواد آلی (اسیدهومیک و اسیدفولویک) ناشی از تولید اولیه بسیار بالا و نوحی کاملا بی‌هوازی در هنگام لایه‌بندی

از دیدگاه عملیات پایش شناسایی وضعیت تغذیه‌گرایی مخزن دارای اهمیت ویژه است. برای این منظور براساس میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری شده فسفر و در درجه بعدی، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، اکسیژن محلول وکلروفیل a در آب مخزن در هنگام لایه‌بندی و اختلاط آب، طبقه‌بندی وضعیت تغذیه‌گرایی مخزن باید انجام شود. در حقیقت داده‌های پایش کیفیت آب در دوره لایه‌بندی و در دوره اختلاط باید جمع‌آوری شده و با تعیین روند سالانه تغییرات کیفیت، تعیین میانگین غلظت و حداقل و حداکثرهای

1- Eutrophication
2- Oligotrophic
3- Biomass
4- Mesotrophic
5- Hypolimnion
6- Eutrophic
7- Hypereutrophic
8- Dystrophic

omoorepeyman.ir

پارامترهای مورد مشاهده با مراجعه به جدول (۷-۳) وضعیت تغذیه‌گرایی مخزن را تعیین نمود. براساس اعداد حاصل از تحقیقات انجام گرفته در دریاچه‌ها و مخازن مختلف در سطح جهان [۴۲]، [۴۳] و [۴۴]، وضعیت تغذیه‌گرایی مخازن مورد پایش در سطح کشور باید براساس جدول (۷-۳) طبقه‌بندی و تعیین شود:

جدول ۷-۳- طبقه‌بندی وضعیت تغذیه‌گرایی و قابلیت باروری آب مخازن براساس میانگین غلظت مواد مغذی، کلروفیل، عمق دیسک سکی و اکسیژن محلول[۴۲، ۴۳ و ۴۴]

وضعیت تغذیه‌گرایی	میانگین غلظت فسفرکل (میلی‌گرم بر مترمکعب)	میانگین سالیانه کلروفیل (میلی‌گرم بر مترمکعب)	حداکثر غلظت کلروفیل (میلی‌گرم بر مترمکعب)	میانگین سالیانه عمق قابل مشاهده دیسک سکی (متر)	حداقل عمق قابل مشاهده دیسک سکی (متر)	حداقل میزان اکسیژن محلول* (%sat)
اولتراولیگوتروف	4.0	1.0	2.5	12	6	90-100
اولیگوتروف	≤10	≤ 2.5	≤ 8	6≤	3≤	80-90
مزوترف	10-35	2.5-8	8-25	6-3	3-1.5	40-80
اوتروف	35-100	8-25	25-75	3-1.5	1.5-0.7	10-40
هایپروتروف	100≤	25≤	75≤	≤1.5	≤0.7	≤10

* درصد از مقدار اشباع در آب‌های زیرین

برای تعیین وضعیت تغذیه‌گرایی مخزن هم‌چنین می‌توان از مدل‌های ریاضی که در جدول (۷-۴) ارائه شده است و یا معادلات و روش‌های تجربی بهره جست. در این دستوالعمل تعیین میانگین‌های سالانه و محدوده‌های غلظت عوامل موثر، براساس نتایج پایش و استفاده از جدول (۷-۳) که در سطح بین‌المللی با تحقیقات مختلف کاربرد آن تایید شده به دلیل سهولت قابلیت کاربرد، پیشنهاد می‌شود.

در پیوست ۳ مختصری از روش‌های تجربی براساس داده‌های پایش کیفی برای پیش‌بینی وضعیت تغذیه‌گرایی دریاچه‌ها و مخازن و روش برآورد وضعیت و مقایسه آن با نتایج مدل‌های ریاضی و اندازه‌گیری‌های میدانی ارائه شده است.

۷-۳-۲- پدیده شکوفایی جلبک

به‌طور معمول جلبک‌های سبز، سبز-آبی و دیاتومه‌ها در پاییز و هنگام اختلاط لایه هیپولیمنیون و انتقال مواد مغذی این لایه به لایه‌های بالایی پیکره آبی باعث ایجاد پدیده شکوفایی می‌شوند. عوامل موثر بر این پدیده عبارتند از: افزایش میزان نفوذ نور به دلیل افزایش نرخ رسوب‌گذاری و ته‌نشینی مواد معلق، افزایش غلظت مواد مغذی کربن، نیتروژن، فسفر، سیلیس و سایر مواد، اختلاط لایه پایینی و بالایی و شرایط کمبود اکسیژن در لایه پایینی که مجموعا در هنگام اختلاط مجدد سالیانه ممکن است منجر به این پدیده شوند. پدیده شکوفایی جلبک منجر به ایجاد بو و رنگ در آب و افزایش هزینه‌های تصفیه، افزایش اکسیژن مورد نیاز در لایه‌های پایینی و تمایل به بی‌هوازی شدن، افزایش pH و افزایش ذرات معلق می‌گردد [۵۱] و [۵۲].

شناسایی این پدیده در مراحل فعالیت‌های پایش باید براساس داده‌های مواد مغذی و عمق قابل مشاهده دیسک سکی انجام گردد. روند کاهش میزان مواد معلق، افزایش عمق دیسک سکی و افزایش مواد مغذی در انتهای تابستان و شروع پاییز نشان دهنده احتمال وقوع این پدیده خواهد بود. بر این اساس نتایج پایش به منظور آمادگی در برابر شرایط افت کیفیت ناشی از این پدیده به کار گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۷-۳-۳- رشد انبوه علف‌های هرزآبی و تعیین گونه علف‌ها

وجود نواحی کم‌عمق ساحلی، قابلیت نفوذ نور، بافت مناسب رسوبات بستر و محتوی مواد آلی و مغذی کافی در رسوبات و نوسان‌های کم تراز سطح آب باعث ایجاد بستر مناسب برای رشد ماکروفیت‌ها و انواع علف‌های هرز آبی می‌گردد. اثرات رشد این گونه‌ها در کناره‌های سواحل مخزن عبارتند از: کاهش قابلیت قایقرانی، ورزش‌های آبی و دسترسی به ساحل، کاهش فرسایش سواحل، تثبیت سواحل، افزایش نرخ انتقال مواد مغذی از رسوبات به آب، افزایش محتوی مواد آلی رسوبات، بهبود زیستگاه‌های آبی و افزایش میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی [۵۱] و [۵۲].

گیاهان بزرگ آبی[1] (ماکروفیت‌ها) به چهار دسته اصلی تقسیم می‌شوند: گونه‌هایی که ریشه در آب داشته اما از سطح آب به سمت بالاتر رشد می‌کنند، گونه‌هایی که در آنها برگ‌ها و سایر اجزا در سطح آب شناور می‌شود، گونه‌هایی که زیر سطح آب رشد (مستغرق) می‌کنند و آنهایی که ریشه در بستر ندارند و کاملا آزاد و شناور هستند. این گیاهان غالبا در منطقه پلاژی و در ناحیه کم‌عمق نزدیک به مرز خشکی رشد می‌کنند. گونه‌های مستغرق در نواحی عمیق‌تر پس از آن گونه‌های با برگ‌های شناور و نزدیک‌تر به سواحل گونه‌هایی که از آب خارج می‌شوند، رشد می‌کنند. حداکثر عمقی که ماکروفیت‌ها می‌توانند در آن رشد کنند حدود ۱۰ متر است اما غالبا به دلیل محدودیت نفوذ نور، این مقدار کم‌تر از ۱۰ متر نیز خواهد بود. نوسانات سطح آب که باعث خارج ماندن ماکروفیت‌ها از بدنه آبی می‌گردد بیش‌تر گونه‌ها به‌خصوص انواع مستغرق و شناور در سطح را تحت تاثیر قرار داده و از بین خواهد برد، گرچه برخی از گونه‌های نزدیک‌تر به ساحل مقاوم‌تر هستند. ماکروفیت‌های ریشه‌دار، قادر به جذب مواد مغذی هم از رسوبات بستر مخزن و هم از درون بدنه آبی هستند اما ازآن‌جاکه غلظت مواد مغذی در رسوبات معمولا بیش‌تر است، رسوبات به عنوان منبع مواد مغذی این دسته از گیاهان درون مخزن شناخته می‌شوند. مواد مغذی که به‌وسیله ماکروفیت‌ها از رسوب استخراج می‌شوند، در اثر تجزیه گیاه و برگ‌های آن وارد لایه‌های بالاتر بدنه آبی خواهند شد و از این دیدگاه ماکروفیت‌ها بر چرخه درون مخزنی مواد مغذی موثر هستند. ماکروفیت‌ها به‌خصوص گونه‌های شناور در سطح و گونه‌های شناور بدون ریشه در بستر با جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها برای جذب نور و مواد مغذی رقابت می‌کنند و مانع نفوذ نور به لایه‌های پایین‌تر می‌شوند.

سطح پایش و ارزیابی علف‌ها و گیاهان آبی شامل سطوح متفاوتی از بررسی‌ها خواهد بود. باید توجه داشت که وجود نواحی پوشیده از گیاهان آبی ریشه‌دار و شناور برای حفظ تعادل جمعیت گونه‌های مختلف زئوپلانکتون‌ها و ماهی‌ها که در نهایت می‌توانند موثر بر جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و تغذیه‌گرایی آب نیز باشند، دارای اهمیت است. پایش گیاهان مورد اشاره باید به قدر کافی کمی‌باشد تا امکان مقایسه‌های بعدی وضعیت مخزن و هم‌چنین مقایسه با سایر مخازن را داشته باشد.

تیم پایش باید ترکیب گونه‌های علف‌ها و گیاهان آبی، نحوه توزیع و فراوانی آنها و حداکثر عمق رشد این گونه‌ها را در طول فصل رشد با حداکثر ممکن مشاهدات میدانی تعیین و مدون نماید. با استفاده از نقشه هیدروگرافی مخزن باید موقعیت مکانی و پوشش انواع گونه‌های اصلی (دارای برگ‌های شناور در سطح، گونه‌های غرقابی و گونه‌های خارج شونده از سطح آب) در سطح و عمق مخزن جانمایی گردد. پس از آن ترکیب گونه‌ها و فراوانی جمعیت هر یک از آنها حداقل در سه سطح (متراکم، معمولی و تنک) با استفاده از روش‌های معتبر مراجع گیاهان آبی (مانند [۴۸]) تعیین گردد.

1- Macrophytes

omoorepeyman.ir

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد باید اطلاعات حاصل شامل توزیع جوامع مختلف و نواحی حاوی این گیاهان به همراه فهرست گونه‌های موجود در هر یک از این جوامع و نواحی با علامت یا شاخص مناسب نشان دهنده فراوانی آنها، در هر یک از نواحی و جوامع، روی یک نقشه پایه هیدروگرافی مخزن نمایش داده شده و در هر فصل رشد با بررسی های میدانی به روز شود. تغییرات وضعیت گستره نواحی و تنوع و تراکم گونه‌ها باید مورد توجه مدیران کیفیت آب مخزن قرار گیرد.

۷-۳-۴- تهیه نقشه‌های مراحل وقوع پدیده پرغذایی در مخزن

با توجه به کلیه توضیحات ارائه شده در بندهای قبلی، برای تعیین وضعیت تغییرات کیفی افقی و عمودی در مخزن و تنوع و تعداد ایستگاه‌های پایش در طول و در عمق مخزن باید اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری‌های میانگین ماهانه مواد مغذی، کلروفیل، فسفر، اکسیژن محلول و عمق قابل مشاهده دیسک سکی و کدورت برای هر یک از ایستگاه‌های سطحی و عمقی مخزن به صورت سالانه ترسیم شود (مانند شکل ۷-۳).

هم‌چنین در هر یک از ایستگاه‌های سطحی که اندازه‌گیری در عمق انجام می‌شود با استفاده از اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای کیفی باید منحنی‌های هم‌غلظت و هم‌دما و اکسیژن و سایر پارامترهای مواد مغذی و کلروفیل ترسیم گردد (مانند شکل ۷-۴).

۷-۴- بررسی کاربرد مدل‌های کیفی در عملیات پایش

در بیش‌تر موارد به‌کارگیری مدل‌های کیفی نیازمند تدوین یک برنامه پایش خاص به منظور تامین اطلاعات مورد نیاز مدل می‌باشد. به عبارت دیگر معمولا این عملیات پایش و نتایج حاصل از آن است که در واسنجی[1] و تایید[2] مدل‌های کیفی مخازن ضروری است. یک مدل کیفی همان‌گونه که از نام آن پیداست نسخه ساده شده‌ای از آن‌چه که در واقعیت رخ می‌دهد، خواهد بود. که براساس رفتار مخزن مدل‌سازی شده قابلیت پیش‌بینی شرایط کیفی مخزن را در وضعیت‌های متفاوت هیدرولیکی و کیفیت ورودی و خروجی‌ها به‌دست می‌دهد. به‌کارگیری مدل شامل مراحل زیر است:

- انتخاب مدل مناسب براساس ویژگی‌های مخزن و هدف مطالعه
- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز مدل (ازجمله داده‌های کمی و کیفی حاصل از عملیات پایش مدل‌سازی)
- واسنجی و تایید مدل براساس نتایج و داده‌های میدانی به‌دست آمده
- کاربرد و استفاده از مدل به منظور پیش‌بینی شرایط کیفی آتی در مخزن با توجه به انواع سناریوهای مدیریتی و بهره‌برداری مخزن و شرایط جریان‌های ورودی و خروجی

این به‌کار گیری در بسیاری موارد پیش از احداث مخزن و به منظور برآورد کیفیت آب در گزینه‌های مختلف صورت می گیرد که معمولا با پذیرش میزانی از خطا به دلیل عدم وجود اطلاعات واقعی پیکره آبی همراه است.

1- Calibration
2- Verification

omoorepeyman.ir

استفاده از مدل‌ها در عملیات پایش چندان معمول نبوده، اما برای برآوردهای تقریبی تغییرات احتمالی آتی کیفیت در سطح و عمق و اجتناب از صرف هزینه‌های بالا در بررسی‌های مقدماتی میدانی در ابتدای هر سال برای انتخاب نقاط و ایستگاه‌های پایش و برآوردهای آتی تغییرات احتمالی کیفیت و کمک به انتخاب پارامترهای پایش ممکن است، مفید باشند. البته باید توجه داشت که به هر حال برای به‌کارگیری یک مدل باید داده‌هایی حاصل از عملیات پایش و بررسی مقدماتی میدانی کیفیت آب را جهت واسنجی و تایید مدل در دست داشت. براین اساس ممکن است این مدل‌ها در طول فرایند پایش مورد استفاده قرار گیرند و نه در ابتدای آن. هم‌چنین ممکن است براساس داده‌های قبلی نیز مدلی برای یک مخزن توسعه داده شده باشد که براساس نتایج پیش‌بینی‌های آن بهتر می‌توان نقاط و ایستگاه‌ها و پارامترهای پایش کیفی را انتخاب نمود.

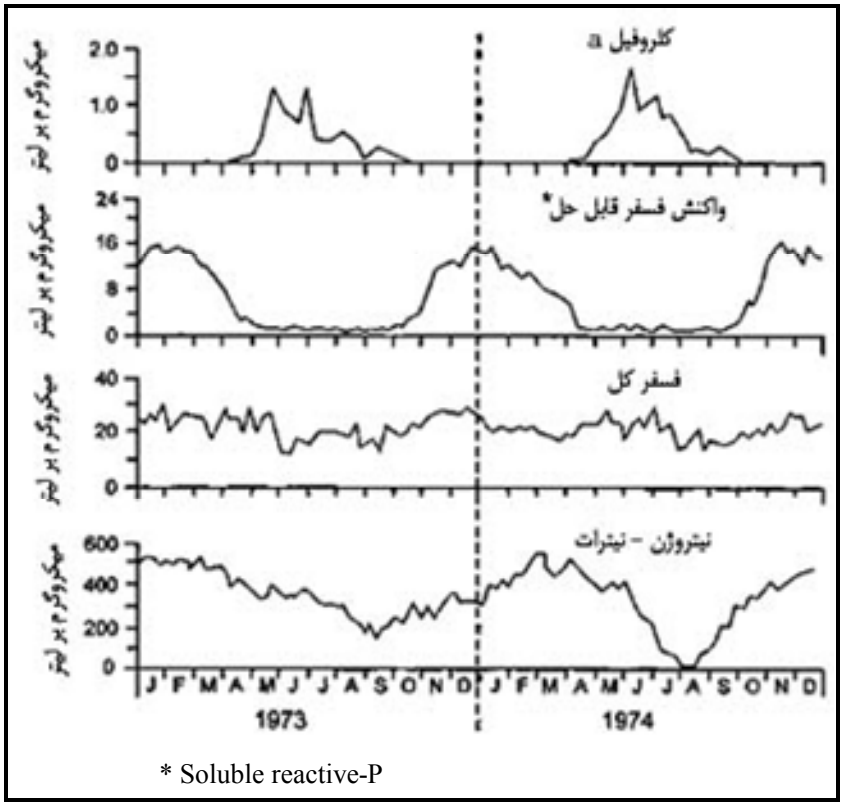
مدل‌های قابل استفاده در پیش‌بینی و شبیه‌سازی کیفی مخازن در جدول (۷-۴) معرفی شده‌اند.

جدول ۷-۴- مدل‌های قابل استفاده در شبیه‌سازی کیفی مخازن و پارامترهای کیفی قابل شبیه‌سازی در هر مدل [۴۷]

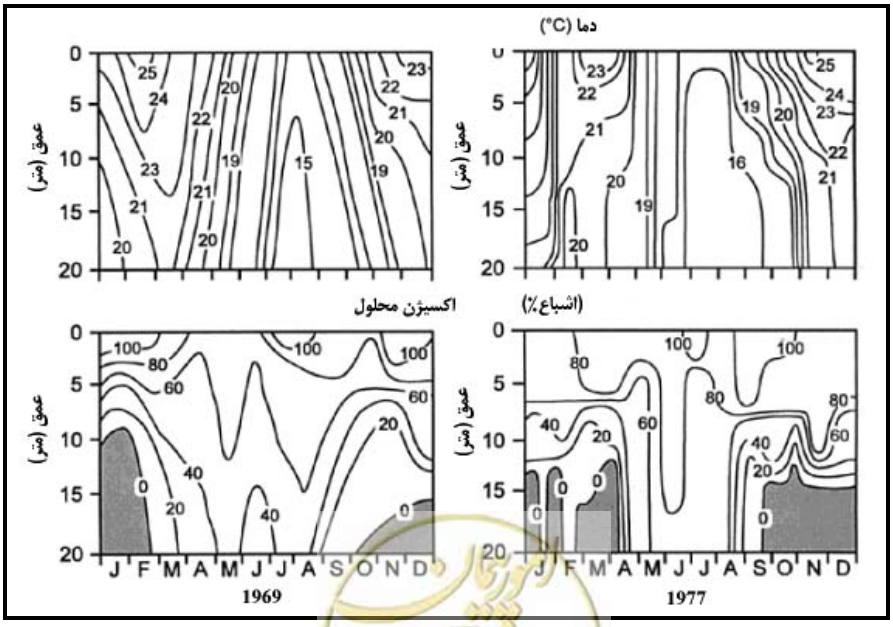
مدل مولفه کیفی	WASP	WQRRS	CE-QULA-W2	DIVAST	TRISULA-DELWAQ	MIKE
اکسیژن محلول	√	√	√		√	√
نیتروژن	√	√	√		√	√
فسفر	√	√	√		√	√
باکتری	√	√	√	√	√	√
مواد معلق	√	√	√		√	√
فلزات سنگین	√					√
مواد محلول	√	√	√	√	√	√
اسیدیته						
دما	√	√	√		√	√
چربی و روغن و هیدروکربن‌ها						√

در هر صورت قابل ذکر است که معمولا نتایج پایش به منظور تهیه مدل‌ها به‌کار گرفته می‌شوند و نتایج مدل‌ها نیز برای مدیریت کیفیت آب مخزن در سناریوهای مختلف بهره‌برداری مخزن و مدیریت حوضه آبریز به‌کار گرفته می‌شوند.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۳- نمونه گراف‌ها سالانه و چند ساله تغییرات میانگین ماهانه
غلظت مواد موثر بر پدیده پرغذایی در مخزن



شکل ۷-۴- منحنی‌های هم‌دما و هم غلظت پارامترهای کیفی نسبت به عمق
در هر یک از ایستگاه‌های سطحی مخزن

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۸

دستورالعمل نحوه واکنش به موقع نسبت به تنزل کیفیت و مقابله با آن با توجه به نتایج پایش

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۸-۱- روش‌های ردیابی عوامل آلاینده

عوامل آلاینده در مخزن به دسته‌های اصلی زیر تقسیم می‌شود:

- مواد آلی تجزیه‌پذیر
- ویژگی‌های فیزیکی
- فلزات سنگین
- سموم و هیدروکربن‌ها
- مواد مغذی
- پارامترهای زیستی و میکروبیولوژی

در صورت وجود اطلاعات قابل اعتماد ازکیفیت آب و رسوبات بستر مخزن در ابتدای زمان احداث می‌توان از این داده‌ها به منظور مقایسه‌های بعدی استفاده کرد. در غیر این صورت باید از راه‌های زیر عمل کرد:

- بررسی مداوم داده‌های کیفی ایستگاه ورودی مخزن و مقایسه آن با میانگین سال‌های قبل و استانداردهای کیفیت آب‌های رودخانه‌ها و مخازن
- برداشت نمونه رسوب مغزی[1] از بستر و تعیین غلظت‌های زمینه‌ای[2] انواع آلاینده‌ها به‌خصوص فلزات سنگین، سموم پایدار، مواد آلی تجزیه‌ناپذیر و هیدروکربن‌ها با آنالیز نمونه‌های حاصل از برش مغزی در فواصل ۱ تا ۲ سانتی‌متری (استفاده از روش‌های ایزوتوپی یا محاسبات رسوب‌گذاری برای تعیین نرخ رسوب‌گذاری و براساس آن تعیین روند تغییرات غلظت‌ها در طول زمان برای ارتباط دادن غلظت‌های هر ارتفاع از مغزی با سال رسوب‌گذاری الزامی است). مقایسه غلظت پارامترهای مورد مطالعه در نمونه‌های رسوب سطحی مخزن برداشت شده از برنامه پایش کیفی با غلظت‌های زمینه‌ای نمایانگر روند افزایش یا کاهش غلظت‌ها بوده و می‌توان از نتیجه حاصل از آن بررسی‌های بیش‌تر را روی نمونه‌های آب مخزن آغاز نمود.

با انجام بررسی مقدماتی روی منابع آلاینده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای حوضه و تعیین غلظت و بار آلاینده‌ها در پساب‌های خروجی برآوردی از انواع آلاینده‌های احتمالی رو به افزایش در مخزن به‌دست آورد.

- براساس نتایج عملیات فوق و مقایسه داده‌های پایش کیفیت آب و با در دست داشتن اطلاعات حوضه، در صورت مشاهده روند افزایشی پارامترهای آلاینده در مخزن، ابتدا باید نتایج ایستگاه ورودی مخزن مورد بررسی قرار گیرد. درصورتی‌که روند افزایش غلظت‌ها در ایستگاه ورودی مشاهده شود مدیریت کیفیت آب در حوضه آبریز نیاز به تجدید نظر دارد. در این حالت با استفاده از اطلاعات شناخت حوضه باید منابع نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای و منابعی که دارای بیش‌ترین بار آلاینده ورودی به رودخانه هستند، جداگانه بررسی میدانی شده و منابعی که بار آلودگی آنها افزایش یافته است شناسایی و مورد کنترل قرار گیرند.

1- Core Sediment Sample
2- Background Concentration

omoorepeyman.ir

- درصورتی‌که داده‌های پایش ایستگاه ورودی به مخزن تغییرات قابل ملاحظه‌ای نشان ندهد، اما کیفیت آب درون مخزن روند کاهشی داشته باشد، منابع آلاینده مستقیم ورودی به مخزن و اندرکنش‌های درون مخزن (مانند لایه‌بندی، چرخه مواد مغذی، نحوه بهره‌برداری) باید مورد بررسی قرار گیرند.

در مواقع بروز حوادث غیرمنتظره منجر به آلودگی مانند واژگونی مخازن حمل و نقل انواع مواد شیمیایی و اسیدها و سوخت به مخزن یا رودخانه‌های منتهی به آن به‌طور طبیعی شرایط ویژه تلقی شده و علاوه بر فعالیت‌های معمول پایش، تیم ویژه‌ای باید برای پایش آلاینده‌های ناشی از حادثه با شناخت کامل از هیدرودینامیک آب مخزن و روند حرکت جریان‌های داخلی مخزن و با نمونه‌برداری از نحوه گسترش، انتقال و ترقیق و سرنوشت آلودگی در مخزن اطلاعات کسب نمایند.

براساس موارد فوق می‌توان گفت مهم‌ترین ابزار ردیابی آلاینده‌ها در مخزن، استفاده از اطلاعات حاصل از عملیات پایش کیفی، شناخت دقیق حوضه آبریز بالادست و بررسی مستمر داده‌های کیفی و تطابق آنها با استانداردها می‌باشد. از آن‌جاکه هنوز در کشور استانداردهای کیفیت آب در مخازن و رودخانه‌ها برای آلاینده‌ها و کاربری‌های مختلف، هم‌چنین سطوح اقدام[1] برای غلظت‌های آنها در آب و رسوبات تدوین نشده است[2]، برای این منظور می‌توان از استانداردهای سایر کشورها کمک گرفت اگرچه این اقتباس چون بدون توجه به شرایط بومی کشور است کاملا مورد تایید نمی‌باشد. بر این اساس جدول (۸-۱) نمایانگر استانداردهای کیفیت آب مخازن و رودخانه‌ها می‌باشد.

۸-۲- کنترل پارامترها و مقایسه با استانداردها

پارامترها و شاخص‌های معرفی شده در بند ۸-۳ باید با غلظت‌های زمینه‌ای و استانداردهای کیفیت آب (به عنوان مثال از جدول ۸-۱) مورد مقایسه قرار گرفته و موارد و پارامترهایی که غلظت میانگین ماهیانه و سالیانه آنها از استانداردها تجاوز می‌نماید، تعیین گردند. برای تعیین تجاوز از غلظت استاندارد باید براساس روش‌های آماری میانگین و انحراف معیار نتایج پایش محاسبه و براساس آزمون‌های استاندارد آماری تفاوت مثبت معنی‌دار با استانداردها یا غلظت‌های زمینه‌ای یا مورد نظر تایید گردد. شایان ذکر است که برای مخازن با کاربری آب کشاورزی یا صنعت با توجه به این‌که کیفیت آب مورد نیاز در صنایع مختلف و محصولات مختلف کشاورزی متفاوت است، مقایسه کیفیت آب مخازن با آنها انجام نمی‌شود. بنابراین مقایسه‌های کیفیت آب اندازه‌گیری شده در مخازن باید با استانداردهای ارائه شده در جدول (۸-۱) انجام پذیرد.

1- Action Levels

۲- «راهنمای مطالعات کیفیت آب مخازن سدها، به شماره ۳۱۳- الف» توسط طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور – وزارت نیرو تهیه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۱- مقادیر بین‌المللی حداکثر مجاز غلظت‌ها در آب مخزن

جهت مقایسه و تطابق وضعیت کیفی آب مخزن در صورت عدم وجود استاندارد و میزان سطح اقدام ملی [۲]

پارامتر کیفی	واحد	EU	CANAD	RUSSIA
کل مواد جامد محلول (TDS)[1]	میلی‌گرم بر لیتر			
کل مواد جامد معلق (TSS)[2]	میلی‌گرم بر لیتر	۲۵		
pH		۹-۶	۹-۶/۵	
اکسیژن محلول (DO)[3]	میلی‌گرم بر لیتر	۹-۵	۹/۵-۵	۶-۴
نیتروژن آمونیاکی	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۲۵-۰/۰۰۵	۲/۲-۱/۳۷	۰/۰۵
نیترات	میلی‌گرم بر لیتر			۴۰
نیتریت	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۳-۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۸
فسفر	میلی‌گرم بر لیتر			
BOD	میلی‌گرم بر لیتر	۶-۳		۳
کلر	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۲	
کلراید	میلی‌گرم بر لیتر			۳۰۰
سولفات	میلی‌گرم بر لیتر			۱۰۰
سولفید	میلی‌گرم بر لیتر			
سیانید	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۵	۰/۰۵
آلومینیوم	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۵-۰/۱	
آرسنیک	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۵	
باریم	میلی‌گرم بر لیتر			
کادمیم	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۲-۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۵
کروم	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۲-۰/۰۰۲	۰/۰۲-۰/۰۰۵
مس	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱-۰/۰۰۵	۰/۰۰۴-۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
آهن	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۳	۰/۱
سرب	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۷-۰/۰۰۱	۰/۱
جیوه	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
نیکل	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۱۵-۰/۰۲۴	۰/۰۱
سزیم	میلی‌گرم بر لیتر		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
روی	میلی‌گرم بر لیتر	۲-۰/۰	۰/۰۳	۰/۰۱
TPH	میلی‌گرم بر لیتر			۰/۰۵
کل آفت‌کش‌ها	میکروگرم بر لیتر			
آلدرین و دلدرین[4]	میکروگرم بر لیتر		۰/۰۰۴	
د. د. ت	میکروگرم بر لیتر		۰/۰۰۱	
لیندن	میکروگرم بر لیتر			
بنزن	میکروگرم بر لیتر		۳۰۰	
فنل‌ها	میکروگرم بر لیتر		۱	۱
کلی‌فرم مدفوعی	تعداد در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر			
کل کلی‌فرم	تعداد در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر			

1- Total Dissolved Solids
2- Total Suspended Solids
3- Dissolved Oxygen
4- Aldrine and Deldrine

omoorepeyman.ir

۸-۳- تعیین نشان‌گرهای مهم در بروز شرایط ویژه

از دسته‌های آلاینده‌های مورد اشاره در بند (۸-۱) نشان‌گرهای زیر را برای ارزیابی‌های اولیه شرایط ویژه باید مورد استفاده قرار داد:

- مواد آلی تجزیه‌پذیر اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی[1] (BOD) و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)
- ویژگی‌های فیزیکی (کدورت، pH، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، مواد معلق، مواد جامد محلول، اکسیژن محلول، دما)
- فلزات سنگین (بسته به منابع آلودگی انسانی و طبیعی در حوضه آبریز بالادست)
- سموم و هیدروکربن‌ها (بیش‌ترین سم مورد استفاده در کشاورزی حوضه، PAHs[2])
- مواد مغذی (نیتروژن و فسفر)
- پارامترهای زیستی و میکروبیولوژی (کلروفیل a، کلی‌فرم‌های مدفوعی و کل کلی‌فرم‌ها)

۸-۴- شناسایی شرایط ویژه

شرایط ویژه هنگام تجاوز میانگین غلظت‌های نشان‌گرها از مقادیر استاندارد و تعیین شده (جدول ۸-۱) و در مورد شرایط تغذیه‌گرایی مخزن مجموعا براساس جدول (۷-۳) شناسایی می‌گردند.

با انجام تحلیل‌های آماری و محاسبه میانگین‌های ماهیانه و سالیانه و با مراجعه به شکل‌های ترسیم شده روند تغییرات میانگین غلظت‌های عوامل موثر بر پدیده پرغذایی (فسفر، کلروفیل، کدورت، اکسیژن محلول) قابل مشاهده و روند تغییرات از هر سال به سال بعد نیز قابل مقایسه خواهد بود بر این اساس قبل از شدت گرفتن روند افزایش غلظت‌ها و تغذیه‌گرایی مخزن با مراجعه به جدول (۷-۳) در صورت نزدیک شدن نشان‌گرها به وضعیت سقف غلظت‌های مزوتروف و ابتدای غلظت‌های اوتروف نسبت به انجام اقدامات کنترلی و احیا کننده باید اقدام نمود.

به موازات این اقدامات فعالیت‌های شناسایی و پایش در مورد منابع ورود آلودگی به مخزن یا رودخانه منتهی به آن در سطح حوضه باید انجام شود. شناخت عوامل مهم تغییر دهنده کیفیت آب و اقدامات مدیریتی برای کاهش آلودگی این منابع در درجه اول و به موازات اقدامات کنترلی اضطراری باید انجام گیرد. در غیر این صورت هیچ تضمین بلند مدتی برای بهبود کیفیت آب وجود نخواهد داشت.

بنابراین فهرست اقدامات کنترلی ذیل تنها با توجه به ضرورت کنترل و حذف منابع آلودگی (رودخانه و مخزن) منجر به شرایط ویژه قابل بررسی خواهد بود.

۸-۵- تعیین اقدامات کنترلی به منظور مقابله با بحران

اقدامات کنترلی برای مقابله با وضعیت ویژه افت کیفیت آب در مخازن شامل مراحل زیر می‌باشد:

- کاهش فوری غلظت و بار آلاینده مورد نظر در منابع تخلیه منتهی به رودخانه و مخزن

1- Biochemical Oxygen Demand
2- Poly-nuclear Aromatic Hydrocarbons

omoorepeyman.ir

- اقدامات کنترلی درون مخزنی برای مقابله با افزایش غلظت آلودگی یا افت کیفیت آب

اقدام اول در بیش‌تر موارد مربوط به منابع متمرکز و غیرمتمرکز (به‌خصوص کشاورزی) تخلیه آلودگی در درون حوضه آبریز بالادست مخزن بوده و ممکن است شامل انواع اقدامات باشد. رئوس مهم‌ترین اقدامات کنترلی درون حوضه عبارتند از: ایجاد سامانه‌های تصفیه در منابع نقطه‌ای، افزایش راندمان تصفیه خانه‌های موجود، کاهش میزان سم و کود مصرفی در زمین‌های کشاورزی، تغییر نوع سموم به سموم دوستدار محیط زیست و قابل تجزیه، کاهش میزان تخریب و بهره‌برداری از مراتع و جنگل‌ها در سطح حوضه به منظور کاهش فرسایش و کاهش انتقال آلاینده‌های همراه با خاک (سموم، فسفر، فلزات سنگین و مواد معلق) به درون رودخانه و مخزن.

اقدامات کنترلی مرتبط با مخزن در مورد برخی شرایط افت کیفیت قابل انجام بوده و بیش‌تر در جهت کاهش اثرات فرایند تغذیه‌گرایی آب مخزن، اسیدی شدن آب مخزن بر اثر حوادث ناگهانی یا فرایندهای تدریجی کیفی آب، آلوده شدن آب مخزن به ترکیبات آلی مصنوعی و مواد شیمیایی فرار یا متمایل به جذب در رسوبات می‌باشد. اقدامات مورد اشاره به همراه پارامترهای کیفی که باید در حین و پس از انجام این اقدامات در مخزن مورد پایش قرار گیرند در زیر معرفی شده‌اند: ([۵۱] و [۵۲])

(لازم به توضیح است که امکان‌پذیر بودن و اثرات جانبی زیست محیطی و اجتماعی و فنی- اقتصادی این اقدامات باید قبل از اتخاذ تصمیم به اجرای آنها مورد بررسی قرار گیرد و معرفی آنها در این‌جا به معنی این که الزاما همه این روش‌ها در همه موارد مناسب هستند، نمی‌باشد.)

۸-۵-۱- کنترل رشد بیش از حد جلبک‌ها ناشی از افزایش مواد مغذی در مخزن

الف- اقدام کنترلی ۱: ترسیب/ غیرفعال‌سازی فسفر

افزودن نمک‌های آلومینیم مانند سولفات آلومینیم یا آلومینات سدیم یک روش ثابت شده برای کنترل رشد جلبک‌ها به دلیل محدود کردن دسترسی زیستی ماده مغذی فسفر می‌باشد. فسفر محلول به سرعت جذب هیدرواکسید آلومینیم تشکیل شده به‌واسطه افزودن نمک آلومینیم گردیده و به درون رسوبات بستر ته‌نشین می‌گردد. این عمل باعث کاهش جدی غلظت فسفر درون پیکره آبی شده و منجر به محدودیت رشد جلبک‌ها خواهد شد. آزادسازی مجدد فسفر از ترکیب آلومینیم بسیار ضعیف و بطئی می‌باشد. باید توجه داشت که افزودن سولفات آلومینیم به‌علت ایجاد اسید سولفوریک و مصرف بخشی از قابلیت خنثی‌سازی و قلیاییت آب مخزن می‌شود بنابراین pH و قلیاییت آب مخزن در حین و بعد از این اقدام باید تحت پایش قرار گیرد. مقدار pH بهینه برای اثربخشی این اقدام ۶ تا ۸ بوده و در مقادیر کم‌تر باعث ایجاد سمیت آلومینیم برای موجودات زنده مخزن می‌شود. آلومینات سدیم در ایجاد خاصیت بافری موثرتر بوده و استفاده از آن به همراه سولفات آلومینیم توصیه شده است. در هر حالت این اقدام پیش از کاهش بار فسفر ورودی از حوضه به مخزن نباید انجام شود چرا که اثربخشی آن کم شده و باعث ایجاد اثرات جانبی نامطلوب بر محیط زیست مخزن می‌گردد.

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، آلومینیم محلول، pH، قلیاییت و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن اندازه‌گیری گردند.

omoorepeyman.ir

ب- اقدام کنترلی ۲: ترقیق و تخلیه آب مخزن

این اقدام نیز تنها پس از کاهش بار فسفر و مواد مغذی ورودی از حوضه به مقادیر قابل قبول، عملی خواهد بود. در صورت در دسترس بودن منبع آبی حاوی غلظت‌های کم مواد مغذی، تخلیه این آب به درون مخزن آغاز و هم‌زمان با توجه به نتایج پایش و شناسایی لایه‌های غلیظ فسفر و نیتروژن با انتخاب مناسب تراز تخلیه از آب‌های غلیظ درون مخزن به بیرون تخلیه انجام می‌شود. مجموع این دو اقدام به همراه هم، باعث کاهش مواد مغذی و شسته شدن لایه‌های حاوی جلبک‌ها به بیرون مخزن خواهد گردید. این تکنیک در دریاچه سبز در واشنگتن، با موفقیت انجام شده است [۴۶] .

کنترل و پایش بده جریان‌های ورودی و خروجی، فسفر کل و واکنشی، عمق دیسک سکی، نیتروژن (همه گونه‌ها) و کلروفیل در ایستگاه‌های پایش مخزن به صورت روزانه و تا دو هفته پس از عملیات باید انجام گیرد.

ج- اقدام کنترلی۳: چرخش درونی آب مخزن

این اقدام نیز تنها پس از کاهش بار فسفر و مواد مغذی ورودی از حوضه به مقادیر قابل قبول، عملی خواهد بود. این روش مدت‌ها است به عنوان روشی برای بهبود غلظت اکسیژن محلول، جلوگیری از مرگ‌ومیر ماهی‌ها، کاهش جرم جلبک‌ها و بهبود کیفیت آب شرب در مخازن دریاچه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. با چرخش عمودی آب مخزن غلظت اکسیژن در لایه‌های پایینی و نزدیک بستر افزایش یافته و موجب اکسید شدن یون‌های آهن و منگنز و تشکیل کمپلکس‌های فسفر و کاهش ورودی فسفر از رسوبات به در پیکره آبی می‌گردد. هم‌چنین افزایش دمای لایه پایینی در اثر اختلاط با آب لایه‌های بالایی نیز باعث اثرگذاری و کاهش نرخ آزاد شدن فسفر می‌گردد. هم‌چنین اختلاط آب لایه‌های بالا و پایین باعث کاهش میانگین غلظت فسفر در آب مخزن می‌گردد.

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، عمق دیسک سکی، pH و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن اندازه‌گیری گردند.

د- اقدام کنترلی۴: هوادهی لایه هیپولیمنیون

این اقدام نیز تنها پس از کاهش بار فسفر و مواد مغذی ورودی از حوضه به مقادیر قابل قبول، عملی خواهد بود. هدف از این اقدام و نوع اثر آن مشابه روش چرخش درونی و اختلاط لایه‌های آب مخزن است اما با افزایش بیش‌تر غلظت اکسیژن در لایه پایینی و بدون بر هم زدن لایه‌بندی حرارتی آب. این روش در مخازن و دریاچه‌های اروپا از سال ۱۹۴۸ مورد استفاده قرار گرفته است. هدف اولیه آن جداسازی فلزات محلول از لایه سرد هیپولیمنیون پیش از انتقال آن برای کاربری‌های شرب و صنعتی بوده است.

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، عمق دیسک سکی، pH و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن اندازه‌گیری گردند.

omoorepeyman.ir

هـ- اقدام کنترلی ۵: تخلیه از لایه هیپولیمنیون

این اقدام نیز تنها پس از کاهش بار فسفر و مواد مغذی ورودی از حوضه به مقادیر قابل قبول، عملی خواهد بود. تخلیه آب از درون لایه زیرین نزدیک بستر، باعث تخلیه میزان قابل توجهی فسفر از لایه‌های زیرین مخزن می‌شود. این عمل تاحدی باعث بر هم خوردن لایه‌بندی حرارتی و افزایش جرم زنده جلبکی در لایه بالا خواهد شد. با مرور بر نتایج حاصل از انجام این روش در ۱۷ دریاچه کاهش عمومی غلظت فسفر در لایه‌های بالا و پایین گزارش شده است [۴۵].

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، عمق دیسک سکی، pH و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن اندازه‌گیری گردند.

و- اقدام کنترلی۶: اکسیداسیون رسوبات

اساس این روش بر قابلیت آهن موجود در رسوبات برای جذب فسفر استوار است. این اقدام نیز تنها پس از کاهش بار فسفر و مواد مغذی ورودی از حوضه به مقادیر قابل قبول، عملی خواهد بود. با اکسید کردن مواد آلی رسوبات بستر از طریق افزایش دنیتریفیکاسیون و درنتیجه افزایش پیوندهای کمپلکس‌های هیدروکسید آهن با فسفر موجود در رسوبات و آب میان بافتی آن، میزان بازگردش و ورود فسفر از رسوبات با پیکره آبی کاهش و درنتیجه میزان جلبک‌ها کاسته خواهد شد. برای این منظور محلولی از نیترات کلسیم و در برخی موارد کلرید فریک و هیدروکسید کلسیم به درون رسوبات تزریق می‌گردد. این روش در دریاچه لانگ لیک[1] مینه سوتا در آمریکا و چندین دریاچه در اروپا با موفقیت به کار گرفته شده است [۴۹].

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، آهن، عمق دیسک سکی، pH و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن اندازه‌گیری گردند.

۸-۵-۲- کنترل آلودگی رسوبات به فلزات سنگین و مواد آلی انسان‌ساخت

- اقدام کنترلی: لایروبی مخزن

لایروبی مخزن و برداشت لایه‌ای از رسوبات بستر به عنوان اقدام اصلاحی برای افزایش عمق آب، کاهش میزان رشد علف‌های آبی در اثر افزایش عمق، کاهش میزان ورود مواد مغذی از بستر به بدنه آبی و کاهش میزان ورود مواد سمی از بستر به بدنه آبی انجام می‌گردد. عملیات لایروبی با روش‌های مختلف مکانیکی، هیدرولیکی و هیدرمکانیکی قابل انجام است. باید توجه داشت برای هریک از اهداف فوق که این اقدام قرار است، انجام شود باید پیش از آن میزان ورودی مواد سمی یا مواد مغذی از حوضه یا منابع آلاینده به درون مخزن کنترل و کاهش داده یا متوقف شود.

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، غلظت مواد سمی مورد نظر، عمق دیسک سکی، میزان مواد معلق، pH و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن

1- Long Lake

omoorepeyman.ir

اندازه‌گیری گردند. هم‌چنین غلظت مواد آلاینده در رسوبات پس از دو هفته از گذشت عملیات لایروبی در ایستگاه‌های پایش کیفی رسوبات مخزن باید اندازه‌گیری شود.

۸-۵-۳- کنترل رشد بیش از حد علف‌های هرزآبی ناشی از افزایش مواد مغذی

الف- اقدام کنترلی ۱: کاهش سطح تراز آب

با کاهش سطح آب علف‌های آبی در معرض خشک شدن قرار می‌گیرند. این عمل با سردی هوا در طول شب‌های زمستانی در مناطق سردسیر همراه شده و گیاهان را از بین خواهد برد. هم‌چنین باعث متراکم و سخت شدن رسوبات غنی از مواد آلی در آن ناحیه خواهد شد. به‌هرحال باید توجه داشت که با افزایش دوباره سطح آب، آزادسازی مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی از بستر به محیط آب محتمل است. هم‌چنین این عمل به شدت بر جمعیت و فراوانی گونه‌های ماهی‌ها اثر منفی خواهد گذاشت.

اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، عمق دیسک سکی، pH، کلروفیل و جمعیت و فراوانی ماکروفیت‌ها باید پس از دو هفته از عملیات در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش و در سطح مخزن اندازه‌گیری گردند.

ب- اقدام کنترلی ۲: به‌کارگیری مواد شیمیایی و یا گونه‌های خاص ماهی آمور یا روش‌های مکانیکی

در به‌کارگیری اقدام‌های کنترلی، استفاده از انواع روش‌های مکانیکی درو کردن و کندن گیاهان و ریشه‌های آنها به‌خصوص در پاییز و بهار که تراکم پوشش کم‌تر است توصیه می‌شود. معرفی گونه ماهی گیاه‌خوار چندان توصیه نمی‌گردد چرا که دارای اثرات متعدد بر سایر جوامع ماهی‌های بومی، زنجیره غذایی، گیاهان مفید مخزن و چرخه مواد مغذی خواهد بود. هم‌چنین به‌کارگیری آفت‌کش‌ها نیز توصیه نمی‌شود.

۸-۵-۴- کنترل اسیدی شدن آب مخزن

- اقدام کنترلی: افزودن قلیاها به مخزن یا در سطح حوضه

کاربرد مواد قلیایی در مخزن به منظور خنثی‌سازی آب اسیدی به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. این روش در حال حاضر معمول‌ترین روش برخورد با مخازن اسیدی شده یا در حال اسیدی شدن است. البته باید به خاطر داشت که منبع و عامل ایجاد اسیدیته در مخزن باید متوقف و کنترل شود. دوغاب آهک باعث افزایش pH و پس از مدتی با تبادل دی‌اکسیدکربن از جو، آب مخزن به مقدار تعادلی جدید pH خواهد رسید.

دما، اکسیژن محلول، فسفر کل و فسفر واکنش‌دهنده، عمق دیسک سکی، میزان مواد معلق، pH و کلروفیل باید به‌طور روزانه در طول عملیات و به مدت دو هفته پس از آن به‌طور روزانه در ایستگاه‌های سطحی و عمقی پایش مخزن اندازه‌گیری گردند.

باید توجه داشت که برخی از روش‌های مورد اشاره در بالا برای اهداف دیگر کنترل شرایط ویژه و افت کیفیت آب مخزن نیز قابل استفاده هستند. به عنوان مثال استفاده از آهک و پس از آن لایروبی در کنترل آلودگی آب مخزن به فلزات سنگین موثر خواهد بود. هم‌چنین اختلاط، بازگردش و هوادهی لایه‌های بالایی و پایینی برای خارج کردن مواد آلی سمی محلول اما فرار از آب می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

فصل ۹

دستورالعمل نحوه طراحی و اجرای سامانه گردش اطلاعات و ایجاد بانک اطلاعاتی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۹-۱- طرح اولیه ایجاد بانک اطلاعات

قبل از تشکیل بانک اطلاعات لازم است ساختار اولیه آن به دقت مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به نقطه نظرات کارفرما باید مشخص شود که آیا این بانک اطلاعات قرار است از نظر ورود اطلاعات کاملا متمرکز باشد و یا امکان ورود اطلاعات توسط عوامل مختلف و در محل‌های مختلف فراهم باشد. علاوه بر ورود اطلاعات باید مشخص شود که مدیریت اطلاعات نیز به صورت یکپارچه انجام می‌شود و یا عوامل مختلف کارفرما می‌توانند از نقاط مختلف علاوه بر ورود اطلاعات اقدام به مدیریت اطلاعات (در سطوح مختلف) نمایند. در این خصوص سه عامل مهم دسترسی به اطلاعات، سازگاری اطلاعات و جلوگیری از دوباره‌کاری باید در ساختار بانک اطلاعات مد نظر قرار گرفته و تصمیم‌گیری شود. باید مشخص نماید آیا مایل است اطلاعات توسط تیم‌های مختلف در استان‌ها و یا سدهای مختلف وارد بانک اطلاعات شود و یا فقط در دفتر مرکزی این کار انجام شود. البته در هر صورت فرض بر این است که امکان دسترسی به اطلاعات و گزارش‌گیری توسط کاربران مختلف در نقاط مختلف کشور فراهم باشد.

در هر صورت ضرورت ایجاب می‌کند که تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده در یک قالب و در یک محل ذخیره گردد. به همین منظور باید نحوه ذخیره‌سازی و هم‌چنین دسترسی به اطلاعات با یک فرمت خاص مدون گردد. جهت ذخیره‌سازی اطلاعات فرمت‌های مختلفی وجود دارد که هر یک دارای معایب و مزایایی می‌باشند. نوع و گستردگی بانک داده ها، به اهداف پروژه و بودجه در دسترس بستگی دارد و می‌تواند از ساده‌ترین سطح شامل ثبت و نگهداری به صورت کاغذی تا بانک‌های داده های پیشرفته و مبتنی بر وب را در برگیرد. بهترین گزینه جهت ذخیره‌سازی اطلاعات استفاده از مفهوم بانک داده‌های رابطه‌ای[1] می‌باشد که در ادامه توضیحات بیش‌تری در این خصوص ارائه خواهد شد.

توجه به این نکته ضروری است که نوع و گستردگی بانک اطلاعاتی به اهداف پروژه و بودجه در دسترس بستگی دارد و می‌تواند از ساده‌ترین سطح شامل ثبت و نگهداری به صورت کاغذی تا بانک‌های اطلاعاتی پیشرفته و مبتنی بر وب را در بر گیرد.

۹-۱-۱- تجهیزات و وسایل مورد نیاز جهت ایجاد بانک‌های داده ها

با توجه به نیاز دسترسی به بانک داده‌ها و برنامه مربوط باید امکانات دسترسی به بانک داده ها از راه دور[2] فراهم آید. بدین منظور باید برنامه بانک داده های مورد نظر به صورت مبتنی بر وب[3] تهیه شود تا قابل دسترسی از کامپیوترهای مختلف و از راه دور را داشته باشد.

با توجه به نیاز به امنیت و امکان مبتنی بر وب بودن برنامه می‌توان از بانک داده های SQL Server و جهت تهیه برنامه کاربردی[4] از زبان‌های برنامه‌نویسی مبتنی بر تکنولوژی Net. Framework مانند VB.Net و C# استفاده نمود.

باید سروری که بدین منظور تخصیص داده می‌شود از لحاظ امکانات سخت افزاری در حدی باشد که قابلیت سرویس‌دهی به دیگر کامپیوترها را داشته باشد.

1- Relational Database
2- Remote
3- Web based
4- Application

omoorepeyman.ir

کامپیوترهایی که نیاز به دسترسی به بانک داده‌ها را دارند می‌بایست Net. Framework بر روی آنها نصب شده باشد. این بسته معمولا با ویرایش دوم ویندوز XP نصب می‌شود.

۹-۱-۲- کارمندان و تخصص های مورد نیاز جهت ایجاد بانک داده‌ها

جهت تهیه چنین سامانه‌ای باید حداقل یک کارشناس آشنا به تمامی پارامترها و داده‌های مورد نیاز و روش تحلیل آنها و نیز حداقل یک کارشناس یا متخصص نرم‌افزار و بانک‌های داده ها با این پروژه همکاری نمایند.

۹-۲- نحوه ایجاد مرکز ذخیره اطلاعات خام کیفیت آب

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های تهیه و تولید این برنامه تهیه پارامترهای مورد نیاز و هم‌چنین روش آنالیز و پردازش هریک می‌باشد. پارامترهایی که باید جمع‌آوری و در سامانه بانک داده ها ذخیره گردد، در جداول تهیه شده تا حدی موجود می‌باشد و می‌توان از این جداول برای طراحی مقدماتی بانک داده‌ها و جداول موجود در آن استفاده نمود. ولی تعیین دقیق نحوه ذخیره‌سازی و استخراج داده‌ها ارتباط مستقیم به نوع خواسته‌ها از سامانه و انواع پارامترها دارد.

در یک بانک داده ها از نوع رابطه‌ای[1]، اطلاعات در قالب جدول‌هایی ذخیره می‌گردند که این جدول‌ها توسط کلیدهایی به هم مرتبط می‌باشد. هر جدول از یک‌سری سطر و ستون تشکیل گردیده که ستون‌ها با نام فیلد و سطرها تحت عنوان رکورد[2] نام برده می‌شود. هر رکورد در واقع یک سطر از اطلاعات می‌باشد.

هر فیلد شامل مشخصات زیر می‌باشد:

عنوان فیلد: نامی است که با آن نام به فیلد رجوع می‌شود.

توصیف: بیان کننده توضیح مختصری در مورد فیلد می‌باشد.

نوع فیلد (فرمت): در این مشخصه باید نوع فیلد مشخص گردد به عنوان مثال آیا فیلد عددی است یا رشته‌ای و یا ...

طول: جهت درنظر گرفتن طول مجاز فیلد می‌باشد.

به طور کلی یک‌سری جدول اصلی[3] و یک‌سری جدول مرجع[4] وجود دارد که در جداول اصلی اطلاعات و پارامترهای اندازه‌گیری شده ثبت می‌شود و در جدول‌های مرجع اطلاعات[5] نگهداری می‌گردد.

جداول اصلی می‌تواند شامل سه مورد زیر باشد.

- جدول تیم پایش
- جدول وقایع
- جدول اطلاعات عمومی داده‌ها

1- Relational
2- Record
3- Primary Tables
4- Lookup Tables
5- reference

omoorepeyman.ir

در صورت نیاز می‌توان جداول دیگری نیز به عنوان جدول اصلی به بانک اطلاعات اضافه نمود. به عنوان مثال اگر فرایند کنترل کیفیت داده‌ها سازماندهی خاص شود، می‌توان برای آن نیز جدولی تهیه نمود.

در جدول تیم پایش اطلاعات مربوط به تیمی که نمونه‌برداری را انجام داده‌اند، ذخیره می‌شود. اطلاعات مربوط به واقعه پایش در جدول واقعه ثبت می‌شود. بدین معنی که مثلا مشخص شود آیا اطلاعات ثبت شده مربوط به نمونه‌برداری پیوسته، ادواری یا موردی است.

جدول مهم بعدی مورد نیاز، جدول داده‌ها می‌باشد. در این جدول اطلاعات عمومی مربوط به داده‌های برداشت شده شامل مواردی مانند نوع نمونه، کد آن، نام پارامتر اندازه‌گیری شده و مقدار و واحد آن ثبت می‌شود.

به عنوان جداول مرجع می‌توان از جداول زیر استفاده نمود.

- جدول ایستگاه‌ها (الزامی)
- جدول تقسیم‌بندی مناطقی که مخازن سدها در آن قرار گرفته‌اند (اختیاری)
- جدول موسسات مشارکت کننده در اندازه‌گیری‌ها (اختیاری)
- جدول پروژه‌های پایش (درصورتی‌که پایش کیفی مخازن در قالب پروژه‌های مختلف انجام می‌شود)
- جدول آزمایشگاه‌هایی که بر روی نمونه‌ها کار انجام می‌دهند (الزامی)
- جدول پارامترها (الزامی)
- جدول کد نمونه‌ها (الزامی)
- جدول کد لایه‌ها (الزامی)
- جدول کد واحد اندازه‌گیری پارامترهای کیفی (الزامی)
- جدول روش اندازه‌گیری پارامتر کیفی (الزامی)
- جداول مربوط به کد شرایط مختلف اقلیمی (ابر، باران، سرعت و جهت باد)
- جدول کد مشکلات اندازه‌گیری داده‌ها در میدان و یا آزمایشگاه

به عنوان مثال جدول منبع[1] جهت نگهداری سازمان‌ها یا موسساتی است که به جمع‌آوری نمونه‌های آب می‌پردازند.

فیلد	توضیح	نوع (فرمت)	طول (بایت)
منبع	کد مشخص کننده سازمانی که نمونه های آب را جمع آوری نموده و یا متولی انجام اندازه گیری‌های میدانی بوده است.	Text	۱۰
توضیح	بیان کننده توصیف مختصر منبع	Text	۱۰۰
جزییات	هرگونه توضیحات اضافی	Memo	

این جدول همان‌طور که مشخص می‌باشد شامل سه فیلد زیر می‌باشد:

فیلد منبع: یک کد شناسایی منحصر به فرد از نوع رشته‌ای به طول ۱۰ می‌باشد.

1- Source

omoorepeyman.ir

فیلد توضیح[1]: یک فیلد رشته‌ای به طول ۱۰۰ می‌باشد که جهت ذخیره توضیح مختصری در مورد مرکز می‌باشد.

فیلد جزییات[2]: یک فیلد به طول نامحدود جهت نگهداری توضیحات کامل است.

فیلد منبع همان کلید اصلی[3] جدول می‌باشد که جهت ارجاع توسط دیگر جدول‌ها از آن استفاده می‌گردد. فیلد منبع علاوه بر کلید اصلی جدول به عنوان یک کلید خارجی[4] نیز معرفی شده است که اشاره به جدول منبع دارد. بنابراین می‌توان از طریق یک جدول به تمامی اطلاعات مرتبط به آن جدول رجوع کرد. (رابطه[5])

به همین طریق می‌توان براساس پارامترها و اطلاعات جمع‌آوری شده جداول مورد نظر را طراحی کرده و بانک داده های نهایی را بهینه نمود.

بسته به تنوع پارامترها و گروه‌بندی آنها روش‌های پردازش متفاوتی و در نتیجه گزارش‌های متنوعی قابل استخراج می‌باشد.

۹-۳- روش‌های مختلف پردازش اطلاعات

جهت پردازش بر روی اطلاعات جمع‌آوری شده، باید اطلاعات و داده‌های خام از قبل با توجه به نیازها و خواسته‌ها گروه‌بندی گردد تا روش تحلیل هر یک مشخص شود. نحوه پردازش اطلاعات متناسب با داده‌ها و نیاز کاربران متفاوت خواهد بود. بسیاری از پارامترها با توجه به پردازش بر روی یکسری دیگر از داده‌ها مشخص خواهند شد و باید درنظر گرفته شوند.

۹-۴- نحوه کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی[6] (GIS) در عملیات پایش

برای استفاده از قابلیت‌های GIS باید نرم‌افزار تهیه شده، قابلیت ورود و خروج داده‌ها را به نرم‌افزارهای مربوط مانند ILWIS داشته باشد. بنابراین باید تمهیدات لازم جهت ذخیره‌سازی به فرمت این‌گونه نرم‌افزارها در هنگام تهیه نرم‌افزار منظور گردد.

1- Description
2- Description
3- Primary Key
4- Foreign Key
5- Relation
6- Geography Information System

omoorepeyman.ir

فصل ۱۰

برنامه دوره‌ای بررسی نتایج، جهت بازنگری برنامه پایش

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱۰-۱- بررسی میزان دستیابی به اهداف پایش در فواصل زمانی معین

همان‌گونه که در فصل اول اشاره شد، اهداف پایش می‌تواند متنوع باشد. هرگاه برای رسیدن به اهداف مشخص از ابزار و روش خاص استفاده شود، لازم است به صورت ادواری نسبت به مفید و موثر بودن ابزار و روش مورد استفاده بازنگری شود و در صورت لزوم نسبت به بازنگری و اصلاح آن اقدام شود. امر پایش کیفیت مخازن سدها نیز از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین لازم است که با توجه به اهداف برنامه پایش که در فصل اول تبیین شد، بازنگری برنامه در دستور کار قرار گیرد.

لازم به ذکر است که علاوه بر لزوم بازنگری برنامه پایش با توجه به میزان دستیابی به اهداف آن، در مواردی روش‌ها و دستورالعمل‌های جدید پایش معرفی می‌شوند و یا ممکن است با توجه به نتایج پایش، مسایل جدیدی مطرح شود. در این صورت لازم است اهداف و فرایندهای پایش بازنگری گردد. به عنوان مثال ممکن است برخی اهداف و روش‌ها حذف و یا اضافه گردند.

هدف اصلی از بازنگری برنامه پایش اطمینان از دستیابی به اهداف پایش در آینده می‌باشد. لذا گام اول این است که میزان دستیابی به اهداف پایش بررسی شود. این بررسی دو جنبه فنی و اقتصادی دارد. بدین معنا که باید مطمئن شد به چه میزان برنامه موثر بوده است و در عین حال آیا راندمان مناسب هم داشته است. به عبارت دیگر باید با حداقل هزینه به حداکثر اطلاعات مربوط به کیفیت آب که خواسته‌های فنی را نیز در بر داشته باشد، دست یافت به نحوی که بتوان از این اطلاعات برای مقاصد مدیریتی به درستی استفاده نمود.

توصیه می‌شود به منظور بررسی دستیابی به اهداف پایش، از یک داور بیرون از مجموعه استفاده شود. در بحث بررسی میزان دستیابی به اهداف، کلیه مراحل طراحی پایش باید مورد مطالعه و بازنگری قرار گیرد. به عنوان مثال ممکن است لازم باشد در تعیین محدوده طرح، بازنگری به عمل آید. هم‌چنین ممکن است در برنامه بازنگری با توجه به دستیابی به اهداف از نظر موثر و اقتصادی بودن، موقعیت و تعداد ایستگاه‌های پایش مورد تجدید نظر قرار گیرد. به عبارت دیگر تصمیم‌گیری در خصوص کلیه عواملی که در فصول مختلف این دستورالعمل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است، می‌تواند در مرحله بازنگری بخشی از دستور کار باشد.

۱۰-۲- پایش مستمر شاخص‌های کلیدی به منظور کنترل عملیات پایش

در برنامه‌های مختلف پایش مخزن سدها، بستگی به اهداف و ویژگی‌های هر برنامه پایش، شاخص‌های کلیدی متفاوت خواهد بود. به عبارت دیگر شاخص‌های کلیدی عملا وابستگی تام به اهداف پایش دارد و پایش آنها عملا جزیی از برنامه بررسی میزان دستیابی به اهداف پایش تلقی می‌شود. با این وجود توجه خاص به شاخص‌های کیفی مربوط به لایه‌بندی، تغذیه‌گرایی، شوری و بهداشت آب شرب و میزان دستیابی به این اهداف در برنامه پایش به‌طور خاص باید مد نظر قرار گیرد.

۱۰-۳- چگونگی بازنگری در طراحی موجود شبکه پایش

چگونگی بازنگری در طراحی عملیات پایش، بستگی تام به شرایط پروژه و یا مطالعه مورد نظر دارد و دستورالعمل کلی که بتواند انواع و اقسام برنامه‌های پایش را پوشش دهد، وجود ندارد. نکته مهم و کلیدی میزان دستیابی به اهداف پایش است که متناسب با آن

omoorepeyman.ir

می‌توان اجزای مختلف برنامه را مورد بازنگری و اصلاح قرار داد. با این وجود در موارد خاص برنامه پایش ممکن است بر اساس فرضیه خاص استوار باشد که تایید یا رد فرضیه مورد نظر می‌تواند در بازنگری برنامه پایش موثر باشد.

۱۰-۳-۱- تعیین مقاطع زمانی مناسب برای بررسی نتایج و کنترل روند پایش

زمان مناسب برای بازنگری طراحی، بستگی به ویژگی‌ها و اهداف هر برنامه پایش دارد. به عنوان مثال اگر برنامه پایش براساس یک واقعه اضطراری (نمونه‌برداری موردی) بوده است، بلافاصله بعد از آن می‌توان اقدام به بازنگری برنامه پایش نمود. برای نمونه‌برداری‌های ادواری نیز در ابتدا باید حداقل در پایان دوره اول، بازنگری انجام شود و بسته به میزان دستیابی به اهداف، می‌توان فواصل بازنگری را افزایش داد. در برنامه‌های پایش مستمر، در ابتدای برنامه هر سه ماه یکبار بازنگری توصیه می‌شود. با گذشت زمان و انباشت تجربیات، فواصل زمانی بازنگری برنامه پایش به شش ماه، یکسال، دو سال و یا پایان برنامه افزایش می‌یابد.

۱۰-۳-۲- ارائه گزارش بازدید، کنترل و نظارت مستمر و دوره‌ای بر پایش زیست محیطی

همان‌گونه در فصل های قبل بیان شد، در طراحی برنامه پایش عوامل زیادی باید در نظر گرفت که به تفکیک مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. اگر پایش کیفیت آب مخازن سدها به مراحل و گام‌های مختلف تقسیم شود، برنامه‌ریزی و طراحی‌های اولیه نهایتا منجر به اجرایی شدن مرحله اندازه‌گیری و نمونه‌برداری‌های میدانی خواهد شد. پس از این مرحله و انجام کارهای آزمایشگاهی، به‌طور هم‌زمان کنترل کیفیت داده‌ها نیز باید انجام شود. سپس داده‌ها در بانک داده ها ذخیره می‌شود. راهنمایی‌های لازم در خصوص نحوه تشکیل بانک داده ها در فصل نهم ارائه شد. همان‌گونه که در فصل هفتم بیان شد، داده‌های حاصله به اشکال مختلف جمع‌بندی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. تفسیر نتایج براساس مقایسه داده‌ها در ایستگاه‌های مختلف، آنالیز روندهای کیفیت آب، توسعه روابط علت و معلولی بین داده‌های کیفی و سایر داده‌ها مانند داده‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کاربری زمین، فهرست منابع آلاینده؛ و قضاوت در خصوص کیفیت آب برای مصارف مختلف مرحله مهم بعدی است. براساس دستاوردهای این مرحله تصمیمات مدیریتی مقتضی بر اساس مطالب فصل هشتم اتخاذ می‌شود. در واقع و از زاویه دیگر می‌توان تصمیمات مدیریتی را به سه بخش زیر تقسیم نمود:

- مدیریت مصرف آب
- کنترل آلودگی
- بازنگری برنامه پایش

تصمیم‌گیری مدیریتی در دو بخش اول توسط سازمان‌ها و مدیران مختلف در سطوح متفاوت محلی، استانی و کشوری اخذ می‌شود. تصمیم‌گیری نوع سوم به مدیران و طراحان برنامه پایش مربوط می‌شود.

omoorepeyman.ir

پیوست ۱

نمونه کاربرگ و جداول ثبت اطلاعات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

جدول پ.۱-۱-اطلاعات مربوط به مصرف منابع آبی و تولید فاضلاب به تفکیک کاربری اراضی بالادست مخزن

نوع کاربری	سطح	نوع محصول	میزان تولید	تعداد افراد ساکن/شاغل	منبع تامین آب	میزان مصرف آب	میزان فاضلاب تولیدی	ملاحظات کلی

جدول پ.۱-۲- ویژگی‌های هواشناسی ایستگاه‌های موجود در حوضه آبریز

پارامتر	میانگین حداقل	میانگین حداکثر
بارش (mm)		
دما (ºC)		
رطوبت (%)		
تبخیر(mm)		
ساعات آفتابی		
جهات بادهای غالب		
سرعت بادهای غالب (m/s)		

جدول پ. ۱-۳- ویژگی‌های فرسایشی حوضه آبریز بالادست مخزن

مفروضات	زیر حوضه	کاربری اراضی		نوع فرسایش و مساحت آن		شدت فرسایش		پراکنش مکانی نقاط لغزشی	
		روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار
در صورت وجود مطالعات قبلی		نقشه کاربری اراضی		نقشه سیمای فرسایش		نقشه شدت فرسایش		نقشه پهنه بندی پتانسیل لغزش	
در صورت عدم وجود مطالعات قبلی		تفسیر عکس هوایی یا ماهواره‌ای+ اطلاعات لایه مربوط در نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰		تفسیر عکس هوایی و شناسایی رخساره های فرسایشی بر اساس روش دانشکده منابع طبیعی		محاسبه شدت فرسایش بر اساس روش EPM		استفاده از اطلاعات بانک زمین لغزش	

omoorepeyman.ir

جدول پ. ۱-۴- اطلاعات مربوط به طرح‌های توسعه‌ای در حوضه آبریز بالادست مخزن

زیر حوضه	نوع طرح توسعه	اثر بر میزان فرسایش	ظرفیت یا مشخصه اصلی طرح	منبع تامین آب	میزان مصرف آب	میزان فاضلاب تولیدی	آلاینده های اصلی موجود در پساب	محل تخلیه پساب یا منبع نهایی پذیرنده	ملاحظات کلی

جدول پ. ۱-۵- اطلاعات مربوط به تعیین مشخصات منابع آلاینده

عنوان منبع	نوع منبع				منبع تامین آب	میزان آب مصرفی	میزان پساب خروجی	محل تخلیه پساب	آلاینده های اصلی پساب	غلظت آلاینده های اصلی		بار جرمی هر یک از آلاینده ها	اثرات نهایی آلاینده ها بر کیفیت آب مخزن	توضیحات
	نقطه ای		گسترده							محلول	ذره‌ای			
	شهری و روستایی	صنعتی	کشاورزی	سایر با ذکر نوع										

omoorepeyman.ir

کاربرگ پ.۱-۱- نمونه کاربرگ برداشت نمونه‌ها در محل

نام مخزن:	**ایستگاه:**	**تاریخ:**	**ساعت:**	**مختصات جغرافیایی:**
شرایط اقلیمی:				
نمونه‌های برداشت شده				
شیمی آب:			شماره نمونه:	
میکروبیولوژی:			شماره نمونه:	
نمونه‌های زیستی:			شماره نمونه:	
عمق نمونه برداری:			**عمق آب در ایستگاه:**	
مشکلات ایجاد شده در حین برداشت نمونه:				
محافظت و نگهداری نمونه‌ها:				
حمل نمونه‌ها:				
اندازه‌گیری‌ها در محل:				
پارامتر:	روش:	دستگاه:	شاهد:	مقدارقرائت: واحد:
ملاحظات اندازه‌گیری میدانی:				
ملاحظات کلی:				
نمونه بردار:		**نام و امضا:** **تاریخ:**		
دریافت نمونه به‌وسیله:		**نام و امضا:** **تاریخ:**		
در یافت نمونه در آزمایشگاه:		**نام و امضا:** **تاریخ:**		

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پیوست ۲

فهرست کنترل‌های پیشنهادی برای عملیات میدانی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۲-۱- کنترل‌های اولیه در ستاد

- برنامه عزیمت به محل
- نقشه‌ها و جزییات ایستگاه‌ها و نقاط نمونه‌برداری مورد نظر
- فهرست نمونه‌های مورد نیاز در هر ایستگاه
- فهرست ایستگاه‌هایی که قرائت سطح آب و عمق آب باید در آن انجام گیرد.
- هماهنگی‌های لازم در سطح محلی (به عنوان مثال مجوزها، حمل و نقل، شناور و ...)
- هماهنگی‌های لازم برای حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه
- هماهنگی با آزمایشگاه‌ها و اطلاع به آنها در مورد تاریخ و ساعت تقریبی رساندن نمونه ها
- بررسی وضعیت اقلیمی محل مورد نمونه‌برداری و اطمینان از مناسب بودن و قابلیت دسترسی به محل

پ.۲-۲- نمونه‌برداری

- ظروف نگهداری نمونه‌ها، قلم و مداد، برچسب‌ها، فرم‌ها، مواد نگهدارنده، آب مقطر
- ابزار نمونه‌برداری
- ظروف حمل نمونه و خنک نگهداشتن آنها
- دستگاه‌های سنجش در محل (دما، شوری، پ هاش، هدایت الکتریکی، کلروفیل و سایر پارامترهای موردنظر)
- لباس مناسب و ضد آب، کفش‌های کار، دستکش، جلیقه نجات
- کیت کمک‌های اولیه
- دستورالعمل‌های آزمایش و اندازه‌گیری در محل
- تعدادی یدکی از آیتم‌های ضروری فوق

پ.۲-۳- آزمایش در محل

- فهرست آزمایش‌های مورد نظر
- مواد و واکنش‌گرها و استانداردهای مورد نیاز ازجمله آب مقطر، بافر pH، استانداردهای پارامترها
- چک کردن و واسنجی دستگاه‌های قابل حمل
- دستورالعمل‌های کار با دستگاه‌ها و روش‌های استاندارد مورد نظر
- اقلام یدکی برای کارکرد دستگاه‌ها از جمله باطری‌ها و غیره

omoorepeyman.ir

پ.۲-۴- ایمنی

- جعبه کمک‌های اولیه
- دستکش و کفش مناسب
- کپسول اطفا حریق
- جلیقه نجات
- چراغ قوه

پ.۲-۵- حمل و نقل

- ظرفیت مناسب وسیله مورد نظر برای کارکنان، تجهیزات و نمونه‌ها
- شناور مناسب و در صورت نیاز مجهز به وینچ برای نمونه‌برداری از اعماق
- سوخت، لوازم یدکی ضروری خودرو از جمله جک و زاپاس و ...

omoorepeyman.ir

پیوست ۳

مثال روش‌های تجربی برآورد وضعیت تغذیه‌گرایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۳-۱- مقدمه

استفاده از روابط تجربی جهت برآورد وضعیت تغذیه‌گرایی سامانه از روی میزان غلظت فسفر ورودی یا میزان غلظت آن در پیکره آبی و دیگر مشخصات دریاچه می‌تواند علیرغم وجود عدم قطعیت‌های موجود، تقریب منطقی در سطح اطلاعات و زمان موجود در مقایسه با مدل‌سازی‌های پیچیده تغذیه‌گرایی ایجاد نماید.

پ.۳-۲- روابط تجربی

این روابط با توجه به اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات میدانی تعداد بسیار زیادی از مخازن و دریاچه‌ها در اقصی‌نقاط دنیا تدوین گشته و طی سالیان گذشته توسط محققین مختلف تکمیل و مورد استفاده قرار گرفته است. روابط فوق با این پیش فرض که در اغلب موارد این فسفر است که ماده غذایی محدودکننده تولیدات زیست توده در آب می‌باشد، ارائه شده است. [۵۸] چرا که نیتروژن از فرایند تثبیت به میزان کافی در آب ایجاد می‌گردد و عموما به عنوان عامل محدود کننده تلقی نمی‌شود. به این ترتیب در عمده روش‌های تجربی تنها با اندازه‌گیری میزان فسفر ورودی به آب یا میزان فسفر پیکره آبی در حالت کاملا آمیخته می‌توان تولیدات گیاهی و سطح تغذیه‌گرایی سامانه را ارزیابی نمود. مشخصات هیدرولیکی دریاچه جهت برآورد غلظت حالت آمیخته فسفر از روی غلظت ورودی به دریاچه و زمان ماند آن از دیگر پارامترهای مورد نیاز در این روابط می‌باشد. به این ترتیب پارامتر D تحت عنوان نرخ ترقیق[1] جهت منظور نمودن زمان ماند فسفر در دریاچه به‌صورت زیر تعریف شده است.

$$D = \frac{Q}{V}$$

والنوایدر(۱۹۷۶)[2] و لارسن و مرسیه (۱۹۷۶)[3] با تعریف نرخ خالص حذف[4] (K) به‌وسیله رابطه زیر پارامتر K را که تابعی از نرخ ترقیق (D) است را ارائه نمودند.

$$K = \sqrt{D}$$

والنوایدر و کرکس (۱۹۸۱)[5] با انجام تحلیل‌های رگرسیونی بر روی ۸۷ دریاچه و براساس معادلات تعادل جرمی با درنظر گرفتن زمان ماند فسفر جهت یافتن غلظت کاملا آمیخته فسفر در توده آب معادله زیر را براساس غلظت فسفر ورودی از طریق جریانات (PI) و نرخ ترقیق (D) پیشنهاد نمودند.

$$P = \frac{PI}{1+\sqrt{D}}$$

1- Hydraulic flushing
2- Vollenweider(1976)
3- Larsen and Mercier(1976)
4- Net rate of removal
5- Vollenweider and Kerekes (1981)

omoorepeyman.ir

این رابطه، تخمین غلظت آتی فسفر در مخزن با توجه به بار ورودی از رودخانه‌ها را ممکن می‌سازد. در بسیاری از دریاچه‌ها و مخازن در حال بهره‌برداری غلظت فسفر با فرض اختلاط کامل کل دریاچه یا اختلاط کامل در سطوح فوقانی آن، توسط اندازه‌گیری مستقیم تخمین زده شده و مقیاس عمل در تعیین وضعیت تغذیه‌گرایی سامانه قرار می‌گیرد.

در بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی یک پیکره آبی، روابط تخمین زننده تولیدات گیاهی و میزان جلبک در آب به منظور تخمین کیفیت آب از مهم‌ترین پارامترها تلقی می‌شوند. در این زمینه روابط تجربی متفاوتی جهت تخمین مقادیر متوسط سالانه کلروفیل a و پیک کلروفیل a از روی میزان غلظت فسفر در حالت کاملا آمیخته ارائه شده است. استفاده از این پارامترها جهت بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی دریاچه‌ها توسط ساکاموتو (۱۹۶۶)[۱]، لوند (۱۹۷۱)[۲] و دیلون و ریگلر (۱۹۷۵)[۳] مورد تاکید قرار گرفته است. لورنزن (۱۹۷۸)[۴] با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از دریاچه‌های نقاط مختلف دنیا به ویژه دریاچه‌های کشور ژاپن رابطه‌ای جهت تخمین غلظت میانگین و پیک کلروفیل (Chl a) در دریاچه‌ها و مخازن پیشنهاد نمود که توسط والنوایدر و کرکس (۱۹۸۱)[۵] مورد بازنگری قرار گرفته و در نهایت روابط زیر را که در آن غلظت میانگین و پیک کلروفیل تابعی از غلظت میانگین فسفر در دریاچه می‌باشد ارائه نمود.

$$\underline{\text{Chl a}} = 0.27.(\text{p})^{0.99}$$

$$\underline{\text{Peak.Chl a}} = 0.58.(\text{p})^{1.07}$$

بنابراین با تعیین غلظت فسفر در دریاچه طبق روابط فوق میزان تولیدات گیاهی ناشی از آن برآورد می‌گردد. به این ترتیب تنها با تعیین مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی دریاچه و میزان غلظت فسفر در دریاچه (P) یا جریانات ورودی (PI) با محاسبه مقادیر کلروفیل a و پیک کلروفیل a، وضعیت تغذیه‌گرایی پیکره آبی تعیین می‌گردد. اطلاعات فوق در مراحل اولیه مطالعات احداث مخازن و سدها با هزینه منطقی قابل حصول بوده و با تعیین آنها، وضعیت کلی تغذیه‌گرایی سامانه قابل تعیین خواهد بود. در این مقاله سطح تغذیه‌گرایی ۱۰ دریاچه و مخزن مورد مطالعه با استفاده از جداول تجربی والنوایدر و کرکس (۱۹۸۱)، میبک و همکاران (۱۹۸۹)[۶]، و چاپرا (۱۹۹۷)[۷] و براساس غلظت فسفر، کلروفیل a و پیک کلروفیل a برآورد گردیده است. جهت تصدیق و بررسی صحت روابط تجربی فوق، پیش‌بینی‌های انجام شده با وضعیت تغذیه‌گرایی که برای هر دریاچه گزارش شده مقایسه گردیده است.

پ.۳-۳- گراف تجربی والنوایدر

والنوایدر و کرکس (۱۹۸۱) با استفاده از نتایج برنامه تحقیقاتی تغذیه‌گرایی OECD، نمودار تجربی زیر که با مطالعه برروی ۴۹ دریاچه در آمریکا حاصل شده، جهت ارزیابی وضعیت تغذیه‌گرایی سامانه پیشنهاد نموده است. با محاسبه دو پارامتر بار فسفر[۸] و

1- Sakamoto(1966)
2- Lund (1971)
3- Dillon and Rigler (1975)
4- Lorenzen(1978)
5- Vollenweider and Kerekes (1981)
6- Meybeck et al (1989)
7- Chapra(1997)
8- Phosphor Loading

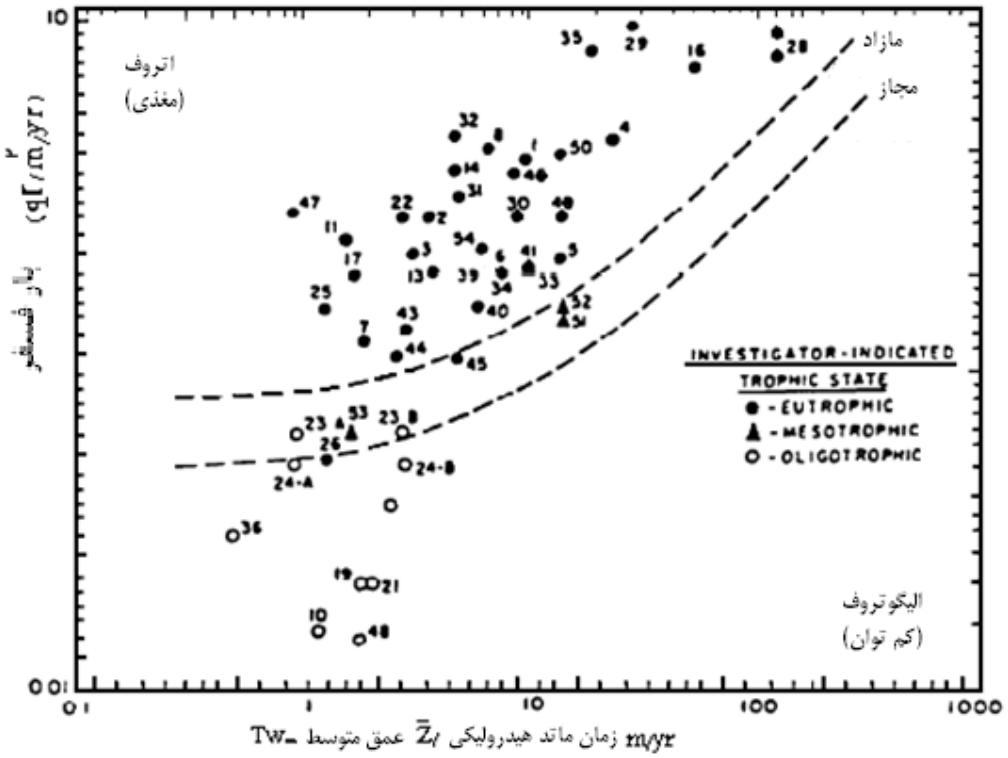
omoorepeyman.ir

میانگین[1] عمق به زمان ماند هیدرولیکی[2] و طبق روابط زیر وضعیت تغذیه‌گرایی پیکره آبی در یکی از سه حالت مزوتروف، الیگوتروف و اوتروف از گراف فوق قابل تعیین خواهد بود.خواهد بود.

وضعیت تغذیه‌گرایی پیکره آبی در یکی از سه حالت مزوتروف، الیگوتروف و اوتروف از گراف شکل (پ.۳-۱) قابل تعیین خواهد بود. معادلات بیان کننده پارامترهای به‌کار رفته در محورهای عمودی و افقی این گراف بار فسفر و q_s عبارتند از:

$$\text{بار فسفر} = L_p = \bar{Z}.P.(K + D)$$

$$q_s = \frac{\bar{Z}}{T_w}$$



شکل پ.۳-۱- گراف تجربی والنوایدر (۱۹۸۱) جهت تعیین وضعیت تغذیه‌گرایی سیستم

پ.۳-۴- نتایج

در این گزارش میزان دقت معادلات فوق در پیش‌بینی وضعیت تغذیه‌گرایی سامانه با بررسی سه دریاچه و یک مخزن در نقاط مختلف دنیا مورد بررسی قرار گرفته است. این ۴ دریاچه و مخزن در طول و عرض‌های جغرافیایی و اقلیم‌های متفاوت واقع شده‌اند. مشخصات هیدرولوژیکی و فیزیکی و منابع استخراج مشخصات هر یک از این دریاچه ها در جدول (پ.۳-۱) زیر آورده شده است.

1- Mean Depth
2- Hydraulic Residental Time

omoorepeyman.ir

جدول پ.۳-۱- مشخصات۳ دریاچه و یک مخزن مورد بررسی

دریاچه یا مخزن	کشورهای حوضه	عمق متوسط (متر)	حوضه آبریز (کیلومتر مربع)	طول بیشینه (کیلومتر)	عرض بیشینه (کیلومتر)	A (کیلومتر مربع)	V (کیلومتر مکعب)	Data Source
بایکال	تانزانیا-اوگاندا-کنیا	۴۰	۱۸۴۰۰۰	۳۷۷	۲۴۰	۶۸۸۰۰	۲۷۵۰	Shimaraev et al. 1994; Martens et al. 1994; Goldman et al. 1996;Wikipedia
تانگانیکا	مالاوی-موزامبیک - تانزانیا	۲۹۲		۵۸۹–۵۶۰	۷۵	۲۹۶۰۰	۸۴۰۰	Martens et al. 1994; Ja¨rvinen et al. 1999; Bootsma and Hecky 2003; Wikipedia
مالاوی	ژاپن	41	۳۱۷۴	۶۳/۵	۲۲/۸	۶۷۰/۴	۲۷/۵	Martens et al. 1994; Guildford and Hecky 2000; Bootsma and Hecky 2003; Wikipedia
کرخه (مخزن سد کرخه)	ایران	۵۰/۵					۵	حسن محمدی خلف بادام – ۱۳۸۳

ذیلا با توجه به مشخصات مشروحه دریاچه های فوق، با استفاده از معادلات تجربی وضعیت تغذیه‌گرایی هریک از پیکره آبی فوق تعیین خواهد گردید.

- دریاچه بایکال: این پیکره آبی در مرز ۳ کشور کنیا، اوگاندا و تانزانیا واقع شده است. با توجه به مشخصات این دریاچه و غلظت فسفر اندازه‌گیری شده در آن طبق روابط تجربی حاکم پارامترهای تعیین‌کننده تغذیه‌گرایی به شرح زیر تعیین می‌گردد:

پارامترهای شاخص در جداول میبک، چاپرا و والنوایدر:

$$\begin{cases} \xrightarrow{\text{Sampling}} T_p = 8\ {}^{mg}/_{m^3} \\ Chl.\bar{a} = 0.27 \times P^{0.99} = 2.12\ {}^{mg}/_{m^3} \\ Peak.Chl.\bar{a} = 0.58 \times P^{1.07} = 5.37\ {}^{mg}/_{m^3} \end{cases}$$

که براساس هر یک از پارامترهای محاسبه شده وضعیت تغذیه‌ای مخزن در جداول فوق عبارتند از:

پارامتر	میبک و همکاران (۱۹۸۹)	چاپرا (۱۹۹۷)	والنوایدر (۱۹۸۱)
P	فوق شاداب– شاداب	شاداب	شاداب
$Chl.\bar{a}_{mean}$	شاداب	شاداب	شاداب
$Chl.\bar{a}_{Peak}$	فوق شاداب– شاداب	–	شاداب

پارامترهای شاخص در گراف والنوایدر:

$$\begin{cases} q_s = \dfrac{\bar{Z}}{T_w} = \dfrac{758.m}{350.yr} = 2.165\ {}^{m}/_{yr} \\ D = \dfrac{1}{T_w} = \dfrac{1}{350} = 2.857 \times 10^{-3}\ yr^{-1} \\ k = \sqrt{D} = \sqrt{2.857 \times 10^{-3}} = 0.0534\ yr^{\frac{1}{2}} \\ L_P = (D + k) \times \bar{Z} \times P = 0.341\ {}^{gr}/_{m^2.yr} \end{cases}$$

omoorepeyman.ir

با توجه به پارامترهای محاسبه شده، گراف فوق وضعیت دریاچه را شاداب تخمین میزند. طبق منابع و مراجع وضعیت این دریاچه از نظر غذایی شاداب گزارش شده است و تصدیق کننده نتایج روابط و گراف تجربی فوق می‌باشد.

- دریاچه تانگانیکا[1]: این دریاچه در مرز سه کشور تانزانیا، موزامبیک و مالاوی واقع شده است. با توجه به مشخصات آن برای پارامترهای شاخص محاسبه شده در جداول والنوایدر، چاپرا و والنوایدر و نیز پارامترهای گراف والنوایدر وضعیت دریاچه عبارتند از:

پارامتر	میبک و همکاران (۱۹۸۹)	چاپرا (۱۹۹۷)	والنوایدر (۱۹۸۱)
P	فوق شاداب	شاداب	شاداب
$Chl.\overline{a}_{mean}$	فوق شاداب	شاداب	شاداب
$Chl.\overline{a}_{Peak}$	فوق شاداب	-	شاداب

هم‌چنین با توجه به پارامترهای محاسبه شده، گراف فوق وضعیت دریاچه را شاداب تخمین میزند. وضعیت گزارش شده از وضعیت تغذیه‌گرایی این دریاچه نیز وضعیت آنرا شاداب بیان نموده است.

- دریاچه مالاوی: این دریاچه در کشور ژاپن واقع شده است. با توجه به مشخصات آن برای پارامترهای شاخص محاسبه شده در جداول میبک، چاپرا والنوایدر و نیز پارامترهای گراف والنوایدر وضعیت دریاچه عبارتند از:

پارامتر	میبک و همکاران (۱۹۸۹)	چاپرا (۱۹۹۷)	والنوایدر (۱۹۸۱)
P	شاداب	شاداب	شاداب
$Chl.\overline{a}_{mean}$	شاداب	شاداب	شاداب
$Chl.\overline{a}_{Peak}$	شاداب	-	شاداب

با توجه به پارامترهای محاسبه شده از گراف فوق وضعیت دریاچه شاداب تخمین زده شده است. وضعیت گزارش شده از این دریاچه در منابع نیز شاداب بوده و تصدیق کننده نتایج این معادلات می‌باشد.

- مخزن سد کرخه: سد کرخه از بزرگ‌ترین سدهای خاورمیانه به شمار رفته و مخزن پشت آن به حجم مفید ۵ میلیارد مترمکعب بزرگ‌ترین مخزن در کشور می‌باشد. این سد در جنوب شرقی ایران برروی رودخانه کرخه با اهداف تامین آب اراضی پایین دست، تولید انرژی برق آبی و کنترل سیلاب احداث شده است که به دلیل زمان ماند بالا و توسعه‌های شهری در بالادست آن وقوع تغذیه‌گرایی در آن محتمل است. جهت پیش‌بینی وضعیت غذایی دریاچه سد از اطلاعات نمونه‌برداری شده از فسفر ورودی از بالادست رودخانه کرخه در ایستگاه جلوگیر استفاده شده است. با اندازه‌گیری غلظت فسفر و بده رودخانه طی ۱۰ ماه سال در محل ایستگاه فوق غلظت فسفر ورودی به دریاچه یا P_{IN} از روی میزان بده و غلظت متوسط ماهانه رودخانه طی رابطه زیر تعیین می‌گردد.

omoorepeyman.ir

1- Tanganyika

$$\overline{P_{IN}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} Q_i . C_i}{\sum_{i=1}^{10} Q_i} = 0.047 \, {}^{mg}/_{l} = 47 \, {}^{mg}/_{m^3}$$

با توجه به مشخصات دریاچه سد، زمان ماند آب در این دریاچه، نرخ ترقیق و نرخ خالص حذف به‌صورت زیر تعیین می‌گردد.

$$T = \frac{\overline{V}}{Q} = \frac{3000 \times 10^6}{151.3 \, {}^{m^3}/_{s}} = 45.39 \times 10^6 \, Sec = 0.63 \ year$$

$$D = \frac{1}{T_w} = \frac{1}{0.63} = 1.59 \ \ yr^{-1}$$

$$K = \sqrt{D} = 1.26 \ \ yr^{-\frac{1}{2}}$$

با تعیین غلظت متوسط ورودی و زمان ماند و نرخ ترقیق دریاچه طبق رابطه زیر میزان غلظت فسفر با فرض اختلاط کامل دریاچه برابر است با:

$$P = \frac{PI}{1+\sqrt{D}} = \frac{47}{1+1.26} = 20.8 \ {}^{mg}/_{m^3}$$

که در آن PI غلظت فسفر ورودی به دریاچه است. با توجه به غلظت فسفر در دریاچه برای تولیدات گیاهی در داخل دریاچه داریم:

$$\overline{Chl.a} = 5.45 \ {}^{mg}/_{m^3}$$

$$\overline{PeakChl.a} = 14.9 \ \ {}^{mg}/_{m^3}$$

با توجه به مشخصات غذایی دریاچه در جداول سه گانه مورد بررسی وضعیت تغذیه‌گرایی مخزن سد کرخه به‌صورت فوق می‌باشد که گویای خطر محتمل آتی برای مغذی شدن دریاچه می‌باشد:

پارامتر	میبک و همکاران (۱۹۸۹)	چاپرا (۱۹۹۷)	والنوایدر (۱۹۸۱)
P	بینابین	مغذی	بینابین
$\overline{Chl.a}_{mean}$	بینابین	بینابین	بینابین
$\overline{Chl.a}_{Peak}$	بینابین	-	بینابین

- هم‌چنین با توجه به پارامترهای $L_P = 2.9 \, {}^{gr}/_{m^2.yr}$ و $q_s = 80 \, {}^{m}/_{yr}$ مخزن سد کرخه، گراف والنوایدر وضعیت تغذیه‌گرایی دریاچه را بینابین پیش‌بینی کرده است. مدلسازی تغذیه‌گرایی مخزن کرخه[1]، وضعیت دریاچه را در حالت بینابین و در شرف مغذی شدن پیش‌بینی نموده که نتایج به‌دست آمده، معادلات تجربی فوق را تایید می‌کند.

omoorepeyman.ir

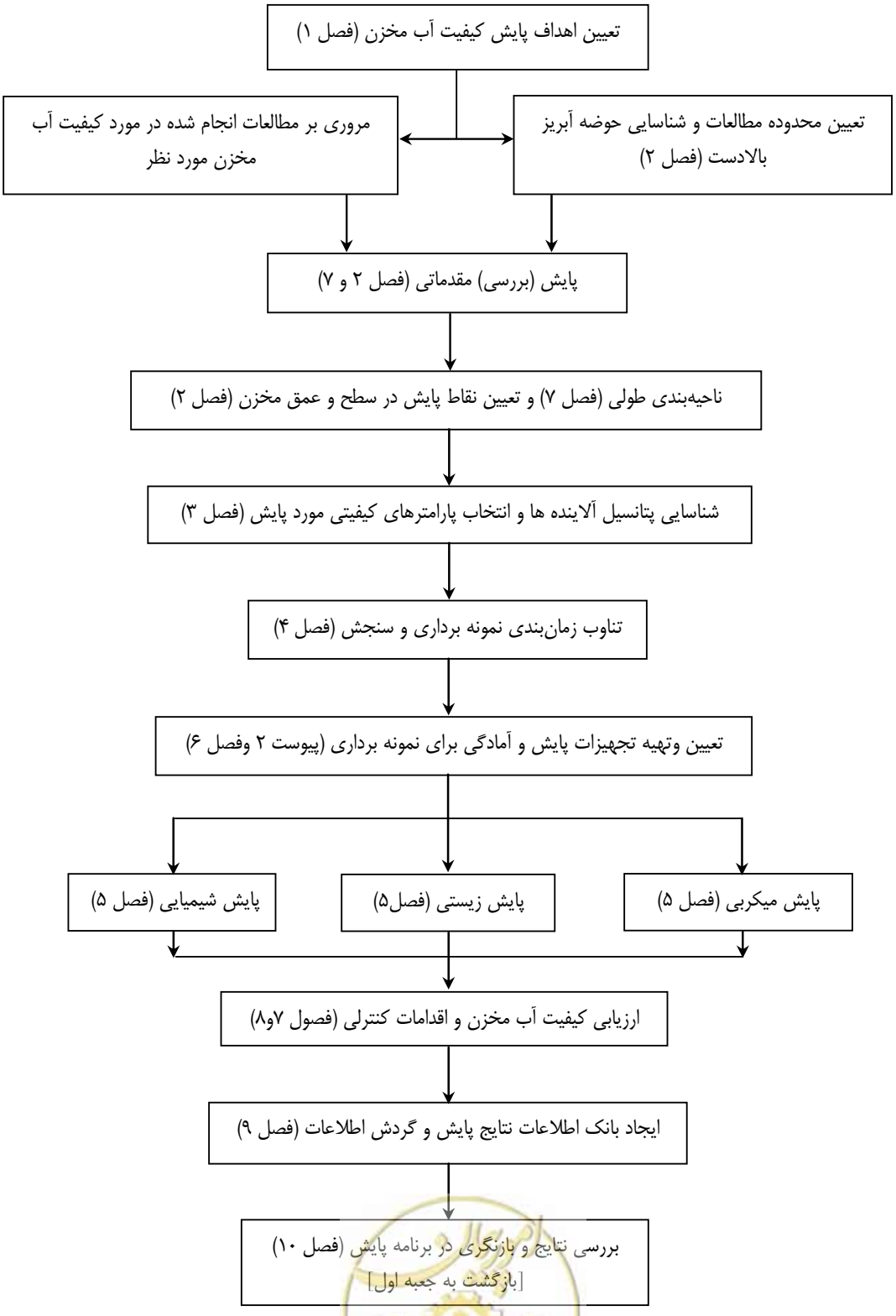
۱- پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان تغذیه‌گرایی مخازن – مدلسازی دو بعدی (مطالعه موردی سد کرخه)، حسن محمدی خلف بادام به راهنمایی آقای دکتر عباس افشار، شهریور ۱۳۸۳

پیوست ۴

نمودار جریان فرایند پایش و ارتباط با فصول این دستورالعمل

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir



omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پیوست ۵

پیشینه مطالعات در ایران و جهان، قوانین و مقررات و بسترهای حقوقی پایش

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۵-۱- مطالعات انجام شده در جهان

پ.۵-۱-۱- آمریکا

در آمریکا قانون آب پاک (CWA)[1] راهنمای مدیریت کیفی منابع آبی می‌باشد ولی این قانون دستورالعملی را برای اجرای پایش در اختیار نمی‌گذارد و این دستورالعمل‌ها عمدتا از سوی سایر سازمان‌های ذیربط ارائه می‌شود. برخی از مهم‌ترین اقدامات انجام شده توسط این سازمان‌ها در ذیل معرفی شده‌اند:

- سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)[2] در کنار فعالیت‌های گسترده خود در زمینه پایش کیفی منابع آب سطحی، اقدام به تهیه دستورالعمل‌هایی جهت پایش دریاچه‌ها و مخازن نموده است. از جمله مهم‌ترین این دستورالعمل‌ها می‌توان به مراجع شماره [۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۹ و ۶۰] اشاره نمود:
- کمیته اثرات و فرایندهای اکولوژیکی (EPEC) دارای بخشی تحت عنوان کمیته فرعی معیارهای زیستی می‌باشد که این کمیته فرعی به عنوان زیر مجموعه «هیئت مشاورین علوم[3]» در واشنگتن فعالیت نموده و در سال ۱۹۹۶ پیش‌نویس راهنمای علمی «معیارها و بررسی‌های زیستی مخازن و دریاچه‌ها» را تهیه و بازنگری نموده است. در این راهنما، راه‌کارهایی جهت پایش زیستی مخازن ارائه شده‌اند.
- سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا از طریق برنامه پایش و ارزیابی زیست محیطی (EMAP) خود دستورالعملی جهت بررسی و پایش کیفیت آب مخازن و دریاچه‌ها تهیه نموده است. در این دستورالعمل روش‌ها و شیوه‌های عملیات میدانی ارائه شده و این روش‌ها طی چهار سال متوالی (۱۹۹۱-۱۹۹۴) مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. تاکید این برنامه بر سنجش شرایط اکولوژیکی در مقیاس ملی و محلی است. به‌علاوه روش‌هایی جهت جمع‌آوری اطلاعات، نمونه‌برداری، مدیریت و یکپارچه‌سازی اطلاعات و نحوه استفاده از آنها براساس استانداردهای جهانی نیز ارائه گردیده است.
- سازمان حفاظت محیط زیست امریکا برنامه‌ای تحت عنوان: «برنامه داوطلبانه پایش آب: راهنمایی برای مدیران محلی» ارائه نموده است که در آن نقش پایش داوطلبانه توسط شهروندان شرح داده شده و همچنین چگونگی سازمان‌دهی یک برنامه پایش محلی ارائه شده است. به همراه این برنامه، دستورالعملی تکمیلی تهیه گردیده است که هدف آن ارائه روش‌هایی جهت پایش کیفیت آب در دریاچه‌ها می‌باشد، تکنیک‌های به کار رفته در این دستورالعمل به جمع‌آوری اطلاعات قابل قبولی کمک می‌نماید که می‌توان از آنها در راستای تامین مجموعه‌ای از اهداف مدیریتی منابع آب بهره جست.

1- Clean Water Act
2- U.S.Environmental Protection Agency
3- Science Advisory Board

omoorepeyman.ir

- سازمان حفاظت محیط زیست امریکا جهت تکمیل عملیات جمع‌آوری داده‌های زیست محیطی طی طرحی با عنوان «پروژه اطمینان از وضعیت کیفی (QAPP)»، روش‌هایی را برای اطمینان از صحت علمی عملیات پایش از قبیل نحوه مطلوب جمع‌آوری و آنالیز داده‌ها، پردازش داده‌ها، مدیریت اطلاعات و در نهایت گزارش‌دهی ارائه می‌کند.
- آب منطقه‌ای بخش جنوبی کالیفرنیا برنامه‌ای جهت پایش و بررسی چگونگی عملکرد سدهای واقع در دره دیاموند طراحی و ارائه نموده است.
- یک مطالعه موردی در حوضه آبخیز رودخانه البو[1] در سال ۱۹۹۳ توسط سازمان محیط زیست آلبرتا شاخه علوم آبی صورت گرفته است .در این مطالعه به تعیین روند تغییرات کیفی آب و در نهایت ارائه دستورالعملی جهت نمونه‌برداری و مقایسه نتایج با استانداردهای بین‌المللی پرداخته شده است.
- شورای محلی اوکلند، دستورالعملی جهت مطالعات و پایش سدها تهیه نموده است که هدف آن تعیین مسوولیت‌ها و راه‌کارهای مربوط به پایش در مخازن می‌باشد. در این دستور العمل، برنامه‌های پایش در سطوح مختلف تبیین گردیده است.
- یگان مهندسی ارتش امریکا در سال ۲۰۰۲ دستورالعملی جهت پایش و مدیریت مخزن پرومتون واقع در حوضه آبخیز رودخانه دلور تهیه نموده است. این مخزن در راستای تامین اهداف گوناگون از جمله کاربری‌های اکولوژیکی و تفرج‌گاهی احداث گردیده است. به دلیل گستردگی کاربری‌های این مخزن، یگان مهندسی ارتش امریکا به کنترل مداوم کیفیت آب و مقایسه آن با استانداردهای کیفی آب می‌پردازد.
- دانشگاه آیداهو در سال ۱۹۹۹ برنامه پایشی جهت کنترل کیفیت آب مخزن راکی‌ریج تهیه نموده است .
- یگان مهندسی ارتش امریکا در سال ۲۰۰۱ دستورالعملی برای پایش مخازن رودخانه میسوری تهیه نموده است. در این دستورالعمل نحوه پایش شاخص‌های زیستی و شیمیایی- فیزیکی ارائه شده است.
- در سال ۱۹۹۰ دستورالعملی توسط یگان مهندسی ارتش امریکا به منظور پایش کیفی سد تات‌ممولیکات واقع در آریزونا ارائه گردید. هدف از تهیه این دستورالعمل، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به کنترل کیفیت آب مخزن و نواحی زهکشی شده می‌باشد.
- مرکز تحقیقات منابع آب وابسته به دانشگاه ماساچوست با مشارکت سایر نهادهای ذینفع اقدام به تهیه برنامه پایش کیفی آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نموده است. در این برنامه تکنیک‌های نمونه‌برداری و آنالیز کیفی آب، نحوه استفاده از ابزارآلات، چگونگی اطمینان از صحت علمی داده‌ها، تفسیر نتایج و به‌کارگیری آنها آموزش داده شده است. این دستورالعمل به عنوان راهنمایی تخصصی برای تعیین شاخص‌های اصلی فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب شامل درجه حرارت، شفافیت، اکسیژن محلول، pH، قلیاییت، فسفر کل، کلروفیل و گیاهان آبزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در کانادا روش‌های استاندارد پایش کیفی آب و پروتکل‌های مرتبط با مشارکت دولت فدرال و دولت ایالتی تهیه می‌گردد. در سطح فدرال، دپارتمان محیط زیست کانادا (EC) و دپارتمان شیلات و دریاهای کانادا (DFO) به نظارت و پایش

1- Elbow

omoorepeyman.ir

منابع آب می‌پردازند. در سطح ایالتی نیز وازرتخانه‌های متعددی چون وزارت جنگل‌ها، وزارت حفاظت آب، خاک و هوا و وزارت مدیریت پایدار منابع (MSRM)، در پایش منابع آب شیرین مشارکت می‌نمایند. در همین راستا کمیته استانداردهای ایالتی بریتیش کلمبیا دستورالعمل کنترل کیفی میدانی اتوماتیک آب (AWQM) را منتشر ساخته است.

- سازمان آب و اراضی بریتیش کلمبیا (LWBC)، در سال ۲۰۰۳ کتاب راهنمایی به منظور احداث و بازسازی سدها تهیه نموده است .در این کتاب علاوه برارائه راه‌کارهایی جهت مرحله اجرایی و ساختمانی سدها، به نحوه پایش و کنترل کیفیت آب مخازن نیز پرداخته شده است.
- در ایالت نیوفاندلند و لابرادور (کانادا) از دهه ۹۰ به‌بعد بخش مدیریت منابع آب (WRMD) متولی تمامی جنبه‌های پایش کیفی منابع آبی می‌باشد. این بخش اقدام به انتشار دستورالعمل پایش کیفی آب آشامیدنی نموده است که در آن بیش‌تر بر روی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی تاکید شده و در بخشی از آن به پایش کیفی آب‌های خام نیز اشاره گردیده است.
- شرکت منابع آب ایالتی سیرا در برزیل (COGERH)، به عنوان بخش مسوول مدیریت چندین سد، برنامه‌ای جهت حفاظت و پایش کیفیت آب سدها تهیه نموده است. تاکید این برنامه بر حصول اطمینان از عملکرد صحیح سد و کیفیت مطلوب آب آن می‌باشد [۲۰] .
- مکزیک نیز برای بهبود وضعیت کیفی منابع آب خود اقدام به تدوین یک دستورالعمل پایش منابع آب نموده است.

پ.۵-۱-۲- اروپا

- اتحادیه اروپا در اکتبر ۲۰۰۰ بخشنامه‌ای تحت عنوان چارچوب اجرایی کاری آب[1] (WFD) منتشر کرد که در آن، راهبردهای لازم برای مدیریت منابع آب اروپا، مشتمل بر راهنمای اجرای پایش ارائه شده است. در همین راستا همکاری‌های متعددی در قالب «استراتژی اجرایی مشترک»[2] در سه مرحله طراحی گردیده است:

مرحله اول- تهیه پیش‌نویس دستورالعمل، ۲۰۰۱-۲۰۰۲
مرحله دوم – اجرای آزمایشی دستورالعمل در برخی از رودخانه‌ها، ۲۰۰۳-۲۰۰۴
مرحله سوم- ارائه دستورالعمل نهایی مدیریت جامع حوضه رودخانه، ۲۰۰۴-۲۰۰۵

نکته جالب توجه این است که تا سال ۲۰۰۶ کلیه متولیان امور آب باید سامانه پایش خود را مطابق با WFD طراحی نمایند.

1- Water Framework Directive
2- Common Implementation Strategy

omoorepeyman.ir

- اتحادیه آب اروپا (EWA)، اقدامات بسیار زیادی را در تمامی زمینه‌های پایش کیفیت منابع آب سطحی و تدوین راهبردهای عملی انجام داده است.
- سه کشور هلند، آلمان و دانمارک در همکاری با برنامه پایش و ارزیابی مشترک (JAMP)[1] و کنوانسیون اسلو و پاریس(OSPAR) اقدام به تهیه دستورالعملی با نام برنامه ارزیابی و پایش سه بعدی نموده‌اند که در واقع جزیی از برنامه ملی پایش کشورهای حوضه دریای وادن می‌باشد. این برنامه بیش‌تر باهدف پایش اکولوژیکی عمومی تدوین گردیده است.
- ایرلند از جمله کشورهایی است که دارای برنامه مدونی برای پایش منابع آبی خود می‌باشد. این کشور در سال ۲۰۰۲ با کمک EPA گزارشی را تحت عنوان کیفیت آب در ایرلند (۱۹۹۸-۲۰۰۰) منتشر ساخت. بخش سوم این گزارش به پایش کیفی آب دریاچه‌ها اختصاص داشته و به تشریح پارامترهای کیفی آب با تاکید بر پدیده پرغذایی می‌پردازد. هم‌چنین در این کشور برنامه‌ای تحت عنوان «پایش کیفیت آب دریاچه‌های ملی» نیز اجرا می‌شود.
- از سال ۱۹۹۹ به بعد کشور اسلوواکی به طور جدی شروع به پایش رودخانه‌های خود بر طبق استاندارد STN 75 7221 Standard - 1999 نموده است. در همین راستا، اقدامات دیگری نیز بر روی پایش رودخانه دانوب انجام شده است. این اقدامات با همکاری «برنامه زیست محیطی حوضه رودخانه دانوب» (EPDRB)، «برنامه اجرایی زیست محیطی» (EAP) و «کنوانسیون حفاظت از رودخانه دانوب» (DRPC) انجام می‌گردد که هدف آن پایش کیفی رودخانه دانوب، جمع‌آوری اطلاعات، ارزیابی کیفیت آب و عکس‌العمل در مو اقع اضطراری می‌باشد.

پ.۵-۱-۳- آسیا و اقیانوسیه

- دفتر کیفیت آب وزارت محیط زیست ژاپن متولی اصلی پایش دریاچه‌ها و آب‌های سطحی در این کشور می‌باشد. در ژاپن از دهه ۵۰ میلادی به بعد، در زمینه پایش منابع آب سطحی اقدامات گوناگونی به عمل آمده است که از این میان می‌توان به تهیه دستورالعملی جهت طراحی و اجرای مطالعات کیفی منابع آب شیرین و برنامه‌های پایش اشاره نمود که در سال ۱۹۹۶ با همکاری UNEP و WHO منتشر گردید.
- اداره حوضه آبریز سیدنی(SCA) به عنوان یک ارگان دولتی، مسوول مدیریت ذخایر آبی و سدها می‌باشد. در سال ۱۹۹۹ انجمن حفاظت و محیط زیست استرالیا و نیوزلند (ANZECC) با همکاری یکدیگر اقدام به بازنویسی راهنمای کیفیت آب دریاها و آب‌های شیرین نمودند. این کتاب راهنما در واقع به صورت چارچوبی برای مدیریت کیفی منابع آب می‌باشد.
- در جنوب استرالیا برنامه‌ای تحت عنوان Waterwatch Victoria در حال اجرا است که بخشی از برنامه ملی پایش کیفی آب می‌باشد. در کنار فعالیت‌های انجام شده توسط این بخش، دستورالعملی نیز برای پایش کیفی تدوین گردیده است.

1- Joint Assessment and Monitoring Program

omoorepeyman.ir

- در هند اقدامات موثری توسط هیئت مرکزی کنترل آلودگی (CPCB) در زمینه پایش کیفی منابع آب سطحی صورت گرفته و راهبردی برای استفاده از تکنیک‌های پایش تهیه شده است.
- ویتنام به‌عنوان یکی از کشورهای منطقه آسیا و اقیانوسیه فاقد دستورالعمل واحدی در زمینه پایش منابع آبی می‌باشد، لیکن سازمان محیط زیست این کشور (NEA) به‌عنوان زیرمجموعه وزارت علوم، فنآوری و محیط زیست (MOSTE) متولی پایش‌های زیست محیطی در این کشور می‌باشد. هم‌چنین این وزارتخانه مسوول تدوین استانداردهای ملی در زمینه کیفیت آب و آنالیز آن می‌باشد.
- سازمان آب تاسمانی[1] دستورالعمل مرجعی به منظور پایش کیفی آب مخازن سدها با عنوان Waterwatch Tasmania تهیه نموده است که در آن تاکید زیادی بر پایش جلبک‌ها شده است.
- نهاد (WWF)[2] پاکستان با همکاری هند پروژه مشترکی را برای پایش رودخانه راوی انجام داده‌اند و در آن پارامترهای مختلف میکربی، شیمیایی و فیزیکی مورد سنجش قرار گرفته است. این پروژه با همکاری سازمان‌های CMC[3]، SATWQM[4] و وزارت نیروی آمریکا در مدت دو سال اجرا گردید.

پ.۵-۱-۴- مجامع بین‌المللی

- یونیسف (UNICEF): یونیسف در دومین سری از کتاب‌های تخصصی آب خود، اقدام به انتشار کتاب راهنمای آب نموده است که در فصل چهارم این کتاب به ارائه رهنمودهایی در راستای پایش کیفی منابع آب پرداخته شده است.
- سازمان جهانی استاندارد (ISO): این سازمان روش‌های استاندارد اندازه‌گیری را برای بسیاری از شاخص‌های کیفی آب تدوین نموده است.
- سازمان جهانی هواشناسی (WMO): سازمان جهانی هواشناسی در سال ۱۹۸۸ اقدام به تهیه دستورالعملی مبنی بر طراحی برنامه پایش کیفیت آب، انجام نمونه‌برداری و عملیات میدانی نموده است.
- UNEP و کمیته محیط زیست دریاچه‌ها درسال ۱۹۸۸ اقدام به تدوین دستورالعملی جهت مدیریت دریاچه‌ها نموده‌اند.
- سازمان بهداشت جهانی(WHO): این سازمان اقدام به تدوین چند دستورالعمل پایش کیفی آب نموده است.
- سامانه پایش زیست محیطی جهانی (GEMS) در برنامه آب خود اقدامات بسیار زیادی را در زمینه تامین نیازهای مدیریت پایدار منابع آبی در سراسر جهان انجام داده است. در همین راستا این سازمان برنامه ملی پایش را با همکاری برخی از سازمان‌های بین‌المللی خصوصا برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد در بسیاری از کشورها اجرا نموده است.

1- Waterwatch Tasmania
2- World Wide Fund
3- Cooperative Monitoring Center
4- South Asia Trans-boundary Water Quality Monitoring

omoorepeyman.ir

- دپارتمان تحقیقات و اقتصاد بانک توسعه آسیایی در سال ۲۰۰۲ اقدام به تهیه کتاب مرجعی تحت عنوان «کتاب مرجع آمار محیط زیست» نموده است. در فصل پنجم این کتاب روش‌هایی برای پایش کیفی منابع آب سطحی ذکر گردیده است.
- در سال ۲۰۰۰ گروه مشاوره علوم در رابطه با پایش منابع آب درکشورهای شرق آسیا، دستورالعملی تهیه نمود که هدف آن کمک به کشورهای شرق آسیا برای پایش ذخایر آبی درون سرزمینی می‌باشد. در این دستورالعمل نحوه انتخاب ایستگاه‌ها، روش‌های نمونه‌برداری، پارامترهای مورد اندازه‌گیری، روش‌های آنالیز نمونه‌ها و کنترل کیفیت ارائه شده است.
- بانک جهانی در کشورهای مختلف پروژه‌هایی را جهت پایش کمی و کیفی آب مخازن و سدها تعریف نموده که برخی از این کشورها به قرار زیر می‌باشند:

چین: پنجمین برنامه حفاظت و پایش زیست محیطی در حوضه آبخیز تاریم، به پایش کمی و کیفی منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌پردازد. هم‌چنین برنامه‌های دیگری نیز از سوی بانک جهانی در نقاط دیگر این کشور انجام شده است.

اندونزی: در پروژه برنامه مدیریت منابع آب و آبیاری این کشور، اقدام به استقرار سامانه پایش کمی و کیفی منابع آب در سطح کشور نمودند، که تحت عنوان شبکه پایش کیفی ملی آب معرفی گردیده است.

مکزیک: در پروژه مدیریت منابع آب این کشور، به ایجاد سامانه‌های پایش کمی و کیفی منابع آب در سطح کشور اقدام شده است.

یمن: در پروژه مدیریت منابع آب آبخانه صنعا در یمن، پایش کمی و کیفی این آبخانه به منظور بررسی اثرات آن بر سدها انجام شده است.

مصر: طرح مدیریت محیط زیست در مصر (EMP) به پایش معمول برای حفظ ویژگی‌های کیفی آب با هدف به حداقل رساندن آثار سوء ناشی از تخلیه پساب‌های مختلف پرداخته است.

پرو: در این کشور سامانه‌های پایش کیفی آب به صورت جزیی از پروژه ملی تامین آب بهداشتی مناطق روستایی ایجاد گردیده است.

نپال: در راستای اجرای پروژه ملی تامین آب بهداشتی مناطق روستایی به پایش کیفی ویژگی‌های شیمیایی و میکربی آب پرداخته شده است.

هند: در پروژه تجمیع منابع آبی اوریسا[1] به تمامی جنبه‌های کیفیت آب‌های سطحی مورد پایش قرار گرفته است.

تونس: در یک پروژه سرمایه‌گذاری در بخش آب، اقدام به پایش کمی و کیفی منابع آبی گردیده است.

کشورهای حوضه آبخیز دریای آرال (قزاقستان، قرقیزستان، ترکمنستان، تاجیکستان و ازبکستان): در پروژه مدیریت محیط زیست و منابع آب در برنامه حوضه آبخیز دریای آرال (ASBP) به پایش جریان‌های آب مرزی و کنترل کیفیت آب‌های سطحی پرداخته شده است.

1- Orissa Water Resources Consolidation Project

omoorepeyman.ir

گرچه در این کشورها فعالیت‌هایی در زمینه پایش کیفی آب‌های سطحی صورت پذیرفته ولی در جستجوهای انجام شده دستورالعمل مدونی برای پایش مشاهده نشد.

پ.۵-۲- سوابق و مطالعات انجام شده در ایران

به منظور مطالعه پیشینه ادبیات علمی پروژه حاضر از کلمات کلیدی ذیل در چارچوب مطالعات بهره گرفته شد:

- پایش
- کیفیت آب
- آب‌های سطحی
- مخزن سد
- دستورالعمل

با مراجعه به سوابق مطالعاتی پروژه حاضر در ایران مشخص گردید که تا زمان تهیه این گزارش هیچ‌گونه دستورالعملی در زمینه پایش کیفیت آب مخازن سدهای کشور موجود نمی‌باشد. مطالعات انجام شده در ایران در حوضه پایش آب‌های سطحی، منحصر به برخی از اقدامات پراکنده نظیر موارد زیر می‌باشد:

- پایش کیفی آب رودخانه کارون
- پایش کیفی آب رودخانه کرج
- پایش کیفی آب مخزن سد و رودخانه کرخه
- پایش کیفی آب رودخانه اهر
- بررسی کیفیت شیمیایی و زیستی سد پیشین
- پایش کیفی آب رودخانه کارون در بالا دست سد کارون

لازم به توضیح است که در کنار اقدامات انجام شده در حوضه پایش منابع آب زیرزمینی، اندازه‌گیری‌های ادواری در مقاطع ورودی و خروجی بسیاری از سدهای کشور صورت می‌گیرد. انجام این امر عمدتا با دیدگاه دست‌یابی به اطلاعات کیفی مرتبط با کاربری‌های آب خروجی از سد می‌باشد و دیدگاه‌های مدیریت جامع کیفیت آب سدها به صورت مداوم و مستمر مد نظر قرار نگرفته است.

در این راستا تنها به اندازه‌گیری برخی از پارامترهای فیزیکی- شیمیایی آب از قبیل: pH، هدایت الکتریکی، دما، سختی، قلیاییت و غلظت برخی آنیون‌ها و کاتیون‌ها بسنده شده است. هم‌چنین در برخی از موارد بر حسب نیاز به اندازه‌گیری آلاینده‌های میکربی و یا شیمیایی پرداخته شده است.

پ.۵-۳- بسترهای حقوقی پایش در ایران

بسترهای قانونی پایش در ایران از دو دیدگاه مجموعه قوانین و مقررات زیست محیطی کشوری و قوانین و معاهدات بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفته است.

omoorepeyman.ir

پ.۵-۳-۱- قوانین و مقررات زیست محیطی کشوری

اصولا کشورهای مختلف در رابطه با دارا بودن الزام قانونی برای پایش منابع آبی شرایط متفاوتی دارند، برخی از کشورها دارای قوانین و مقررات صریحی در رابطه با الزام پایش بدنه‌های آبی هستند که کشورهای توسعه یافته‌ای چون آمریکا، بیش‌تر کشورهای اروپایی و ژاپن در این دسته قرار می‌گیرند. دسته دوم کشورهایی هستند که فاقد قوانین و مقررات صریحی در رابطه با پایش منابع آبی می‌باشند.

ایران در زمره کشورهایی قرار می‌گیرد که فاقد قانون صریحی در این رابطه می‌باشد. در زیر به برخی از مهم‌ترین قوانینی که می‌توانند به صورت غیرمستقیم بستر مناسبی را برای اجرای پایش فراهم آورند اشاره شده است:

- در بند الف و ب ماده ۶ قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست (مصوب ۱۳۵۳/۳/۲۸ و اصلاحیه ۱۳۷۱/۸/۲۴) به وظایف قانونی سازمان حفاظت محیط زیست اشاره شده است. در بند الف این ماده، انجام دادن تحقیقات و بررسی‌های علمی و اقتصادی در زمینه حفاظت و بهبود و بهسازی محیط زیست و جلوگیری از بر هم خوردن تعادل زیست محیطی بر عهده سازمان گذارده شده است. در بند ب آمده است که پیشنهاد ضوابط به منظور مراقبت و جلوگیری از آلودگی آب و هوا و خاک و پخش فضولات اعم از زباله و مواد زائد کارخانجات و به طور کلی عواملی که موثر بر روی محیط باشند نیز بر عهده این سازمان است.
- در بند ج ماده ۲۹ قانون توزیع عادلانه آب (مصوب ۱۳۶۱/۱۲/۱۶)، وزرات نیرو موظف به بررسی و مطالعه کلیه منابع آب‌های کشور به منظور تامین آب مورد نیاز کشور شده است. هم‌چنین در بند ط همین ماده انجام سایر امور نیز که موثر بر تامین آب باشد به وزارت نیرو محول شده است. به‌علاوه طبق ماده ۴۶ این قانون، آلوده ساختن آب ممنوع بوده و مسوولیت پیشگیری و ممانعت و جلوگیری از آلودگی منابع آب به سازمان حفاظت محیط زیست محول می‌شود. مطابق این ماده سازمان حفاظت محیط زیست موظف است پس از کسب نظر سایر مقامات ذیربط کلیه تعاریف، ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مربوط به جلوگیری از آلودگی آب را تهیه و به تصویب هیئت وزیران برساند و پس از تصویب لازم‌الاجرا خواهد بود.
- مطابق ماده ۳ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب، سازمان حفاظت محیط زیست ایران موظف است تا با همکاری وزارتخانه‌های نیرو، جهاد کشاورزی، بهداشت و سایر وزارتخانه‌ها و سازمان‌های ذیربط نسبت به شناسایی کیفیت آب‌های ایران از لحاظ آلودگی اقدام نماید. در ماده ۴ این آیین‌نامه، سازمان موظف شده است تا نسبت به شناسایی منابع مختلف آلودگی به طریق مقتضی اقدام نماید .
- مطابق تبصره ۲ ماده ۳ آیین‌نامه بهداشت محیط (مصوب ۱۳۷۱/۴/۲۴) سازمان‌ها و موسسات دولتی و خصوصی تامین کننده آب آشامیدنی عمومی موظف به رعایت همه ضوابط و معیارهای بهداشتی اعلام شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بوده و باید همه اطلاعات لازم برای بررسی مورد یا موارد و تسهیلات بازدید از تاسیسات را در اختیار وزارت بهداشت قرار دهند. هم‌چنین در ماده ۴ این آیین‌نامه جهت جلوگیری از روند رو به رشد آلودگی منابع آب اعم از سطحی و زیرزمینی به لزوم تشکیل کمیته‌ای به نام کمیته حفاظت از منابع آب آشامیدنی اشاره شده است که یکی از

omoorepeyman.ir

وظایف این کمیته اتخاذ تدابیر لازم جهت حفاظت از منابع آب آشامیدنی موجود براساس دستورالعمل‌های پیشنهادی از طرف دستگاه‌های ذیربط می‌باشد [۴۸].

- در پیش‌نویس قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در بخش‌های زیر بسترهای مناسبی برای انجام عملیات پایش فراهم گردیده است:

- در بخش سیاست‌های کلی ابلاغ شده از سوی مقام معظم رهبری، به کسب فن‌آوری در زمینه اطلاعات و ارتباطات زیست محیطی تاکید شده است. هم‌چنین دراین بخش به ارزش اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست محیطی آب در استحصال، عرضه، نگهداری و مصرف آن اشاره شده است.
- در سیاست‌های فرابخشی محیط زیست، مصوب شورای برنامه‌ریزی سازمان حفاظت محیط زیست، به ایجاد نظام جامع مدیریت زیست محیطی در کلیه نهادهای دولتی و غیردولتی تاکید شده است.
- در بند ۲ بخش اهداف و راهبردهای برنامه چهارم به مدیریت، پایش و کنترل آلاینده‌های زیست محیطی اشاره شده است.
- در بند ب ماده ۶۵ قانون برنامه چهارم مصوب مجلس، سازمان حفاظت محیط زیست مکلف گردیده که نظام اطلاعات زیست‌محیطی کشور را در سطوح منطقه‌ای، ملی و استانی تا پایان سال اول برنامه چهارم ایجاد نماید تا زمینه پایش، اطلاع رسانی و ارزیابی زیست‌محیطی فراهم گردد. دستگاه‌های ذی ربط مکلفند درتدوین و اجرایی نمودن این نظام همکاری نمایند.

پ.۵-۴- قوانین و معاهدات بین‌المللی

در کنار قوانین داخلی ایران، برخی از کنوانسیون‌ها، پروتکل‌ها، قوانین و مقررات بین‌المللی وجود دارد که می‌توانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بستر مناسبی را برای اجرای هر چه بهتر عملیات پایش فراهم سازند. برخی از مهم‌ترین معاهدات بین‌المللی در این زمینه به شرح ذیل می‌باشند:

- برنامه عملی ماردل پلاتا، در دهه ۹۰ و بعد از آن، مبتنی بر ارزیابی و پیش‌بینی کیفیت و کمیت منابع آب به منظور تامین نیازهای آینده، تعیین وضعیت کیفی فعلی و به‌دست آوردن راه‌های عملی برای استفاده صحیح و منطقی از آب
- برنامه‌های بین‌المللی مدیریت و پایش کیفیت آب مانند برنامه جهانی پایش کیفیت آب[1]
- برنامه مدیریت صحیح از دیدگاه زیست محیطی در مورد آب‌های داخلی[2]
- عضویت ایران در برنامه همکاری‌های زیست محیطی کشورهای جنوب آسیا (مصوب الحاق ۱۳۷۰/۹/۳) با هدف حمایت و تشویق اجرای طرح‌هایی که منجر به بهبود وضعیت زیست محیطی اعم از طبیعی یا انسانی و بهره‌برداری پایدار از آنها می‌باشد.

1- GEMS- Water Programme
2- UNEP-EMINWA

omoorepeyman.ir

- در کنار این موارد پروتکل‌هایی چون پروتکل حمایت محیط زیست دریـایی در برابـر منـابع آلـودگی مـستقر در خـشکی (کویت ۱۳۶۹ مصوب ۷۱/۱۲/۲۳) و کنوانسیون رامسر نیز می توانند به طور غیر مستقیم بـه لـزوم اجـرای پـایش تاکیـد داشته باشند.
- هم‌چنین برنامه‌های سایر نهادهای بین‌المللی نیز می‌تواند بستر مناسبی را برای اجرای پابش در بدنـه‌هـای آبـی فـراهم آورد. برخی از مهم‌ترین سازمان‌های بین‌المللی درگیر در این رابطه عبارتند از:

- Food and Agricultural Organization (FAO)
- Global Runoff Data Centre (GRDC)
- International Environmental Technology Centre (IETC)
- International Lake Environment Committee (ILEC)
- Monitoring and Research Centre (MARC)
- National Institute for Environmental Studies (NIES)
- United Nations Educational, Scientific and Cultural
- Organization (UNESCO)
- United Nations Environment Programme (UNEP)
- World Health Organization (WHO)
- World Meteorological Organization (WMO)

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

1- Bartram, J., and Balance, R., 1996, Water Quality Monitoring- A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programs, UNEP/WHO.
2- Chapman, D., 2002, Water Quality Assessment- A Guide to the Use of Biota Sediment and Water in Environmental Monitoring, Chapman & Hall, London.
3- De Zwart, D., 1995, Monitoring Water Quality in Future,Vol.3,Biomonitoring,Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), The Hauge.
4- Straskraba, M., and Tundisi, J.C.,1999, Guidelines of Lake Management, Vol.9 Reservoir Water Quality Management, International Lake management Committee.
5- UNEP, Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme, 2004, Operational Guide, Vol.3, Ontario, Canada.
6- ASTM,2007, D 5338, Standard Test Method for Indirect Measurements of Discharge by Step-Backwater Method, Conshohocken, USA.
7- ASTM, 2008, D 5089, Standard Test Method for Velocity Measurements of Water in Open Channels with Electromagnetic Current Meters, Conshohocken, USA.
8- ASTM, 2008, D 4409, Standard Test Method for Velocity Measurements of Water in Open Channels with Rotating Element Current Meters, Conshohocken, USA.
9- ASTM, 2007, D5390, Standard Test Method for Open-Channel Flow Measurement of Water with Palmer-Bowlus Flumes, Conshohocken, USA.
10- ASTM, 2008, D5130, Standard Test Method for Open-Channel Flow Measurement of Water Indirectly by Slope-Area Method, Conshohocken, USA.
11- ASTM, 2007, D5389, Standard Test Method for Open-Channel Flow Measurement by Acoustic Velocity Meter Systems, Conshohocken, USA.
12- ASTM, 2008, D5129, Standard Test Method for Open Channel Flow Measurement of Water Indirectly by Using Width Contractions, Conshohocken, USA.
13- ASTM, 1998, D 3731, Practice for Measurement of Chlorophyll Content of Algea in Surface waters, Conshohocken, USA.
14- ASTM, 1998, D 4131, Practice for Sampling Fish with Rotenone, Conshohocken, USA.
15- ASTM, 1998, D 4132, Practice for Sampling Phytoplankton with Conical Tow Nets, Conshohocken, USA.
16- ASTM, 1998, D 4133, Practice for Sampling Phytoplankton with Pumps, Conshohocken, USA.
17- ASTM, 1998, D 4134, Practice for Sampling Phytoplankton with Clarke-Bumpus Plankton Samples, Conshohocken, USA.
18- ASTM, 1998, D 4135, Practice for Sampling Phytoplankton with Depth- Integrating Samplers, Conshohocken, USA.
19- ASTM, 1998, D 4136, Practice for Sampling Phytoplankton with Watre Sampling Bottles, Conshohocken, USA.
20- ASTM, 1998, D 4137, Practice for Preserving Phytoplankton Samples, Conshohocken, USA.
21- ASTM, 1998, D 4211, Classification for Fish Sampling, Conshohocken, USA.
22- ASTM, 1998, D 4342, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Ponar Grab Sampler, Conshohocken, USA.

omoorepeyman.ir

23- ASTM, 1998, D 4343, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Ekman Grab Sampler, Conshohocken, USA.
24- ASTM, 1998, D 4344, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Smith-McIntyre Grab Sampler, Conshohocken, USA.
25- ASTM, 1998, D 4345, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Van Veen Grab Sampler, Conshohocken, USA.
26- ASTM, 1998, D 4347, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Shipek (Scoop) Grab Sampler, Conshohocken, USA.
27- ASTM, 1998, D 4348, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Holme (Scoop) Grab Sampler, Conshohocken, USA.
28- ASTM, 1998, D 4387, Guide for Selecting Grab Sampling Devices for Collecting Benthic Macroinvertebrates, Conshohocken, USA.
29- ASTM, 1998, D 4401, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Petersen Grab Sampler, Conshohocken, USA.
30- ASTM, 1998, D 4407, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Orange Peel Grab Sampler, Conshohocken, USA.
31- ASTM, 1998, E 1391, Guide for Collection, Storage, Characterization and Manipulation of Sedimentsfor Toxicological Testing, Conshohocken, USA.
32- Bartram, J., and Ballance, R., 1996, Water Quality Monitoring, UNEP/WHO.
33- De Zwart, D., 1995, Monitoring Water Quality in Future,Vol.3,Biomonitoring,Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment(VROM), The Hauge.
34- Straskraba, M., and Tundisi, J.C., 1999, Guidelines of Lake Management, Vol.9 Reservoir Water Quality Management, International Lake management Committee.
35- GEMS (Global Environment Monitoring System), 2004, Water Programme Operational Guide, Vol.3, Ontario, Canada.
36- UNEP/FAO/IAEA, 1982, Sampling of selected marine organisms and sample preparation for trace metal analysis. Reference methods for marine pollution studies, No. 7.
37- U.S.EPA, 2001, Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual, EPA-823-B-01-002.
38- USGS, 1987, METHODS FOR COLLECTION AND ANALYSIS OF AQUATIC BIOLOGICAL AND MICROBIOLOGICAL SAMPLES, TWRI 5A4.
39- American Public Health Association, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed., Washington D.C.
40- Smith, R.K., 1993, Handbook of Environmental Analysis, Genium Publishing Corporation, New York.
41- Artiola, J., Pepper, I.L. and Brusseau, M.L., 2004, Environmental Monitoring and Characterization, Elsevier, 410 pp.
42- Häkanson, L. 1980, An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach. Water Res., 14, 957-1101.
43- Häkanson, L. and Jansson, M., 1983, Principles of Lake Sedimentology. Springer Verlag, Heidelberg, 316 pp.
44- Meybeck, M., Chapman, D. and Helmer, R. (Eds), 1989, Global Freshwater Quality. A First Assessment. Blackwell Reference, Oxford, 306 pp.

omoorepeyman.ir

45- Nurnberg, G.K., 1987, Hypolimnetic withdrawal as a lake restoration technique, Journal of Environmental Engineering, 113: 1006-10017.
46- Oglesby, R.T., 1969, Effects of controlled nutrients dilution on an eutrophic lake, Advances in Water Pollution Research, Pergamon Press, New York, 747-757.
47- Palmer, M.D., 2001, Water Quality Modeling, The World Bank, Washington D.C., 157pp.
48- Phillips, E. A., 1959, Methods of Vegetation Study, Henry Holt & Co., New York.
49- Ripl, W., 1976, Biochemical oxidation of polluted lake sediment with nitrate- a new restoration method, Ambio 5: 132-135.
50- U.S.EPA, 1993, Statistical Methods for the Analysis of Lake Water Quality Trends, EPA 841-R-93-003, Office of Water. Washington DC.
51- U.S.EPA, 1990a, The Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual, Office of Water, Washington D.C.
52- U.S.EPA, 1990b, Monitoring Lake and reservoir Restoration, Office of Water, Washington D.C.
53- U.S.EPA, 1981, "Clean Lakes Guidance Manual," EPA-440/5-81-O03, Office of Water Regulations and Standards, 401 M St., SW, Washington, DC 20460.
54- U.S.EPA, 1983, "Lake Restoration, Protection and Management," EPA-440/5-~3-001, Office of Water Regulations and Standards, 401 M St., SW, Washington, DC 20460.
55- Wetzel, R. G., 1983, Limnology. Saunders College Publishing, Philadelphia, PA 19105.
56- American Public Health Association (APHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF), 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
57- ASTM, 2008, E 1391, Standard Guide for Collection, Storage, Characterization, and Manipulation of Sediments for Toxicological Testing and for Selection of Samplers Used to Collect Benthic Invertebrates, Conshohocken, USA.
58- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1990, The Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual. EPA/440/4-90/006. Office of Water, Washington, DC.
59- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1984, Technical Support Manual: Water body Surveys and Assessments for Conducting Use Attainability Analyses. Vol. I-III.
60- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1991, Volunteer Lake Monitoring; A Methods Manual.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

دفترنظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفترنظام فنی اجرایی

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

Guideline for Water Quality Monitoring of Dams Reservoirs

No. 551

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution System
http://tec.mporg.ir

Ministry of Energy
Bureau of Engineering and Technical Criterias for Water and Wastewater
http://seso.moe.org.ir

2011

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با عنوان «دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها» با هدف اجرای هماهنگ عملیات پایش کیفیت مخازن در کشور تدوین شده است. در این دستورالعمل عناصر مختلف طراحی و اجرای برنامه پایش کیفیت مخازن سدها مورد بحث قرار گرفته‌اند و سعی شده است، یک دستورالعمل عمومی برای طراحی شبکه پایش کیفیت آب مخازن سدها ارائه گردد.

omoorepeyman.ir