



راهنمای پایش کیفیت آب مخازن سدها

تهیه و تنظیم:

معاونت محیط زیست انسانی - دفتر حفاظت و مدیریت زیست محیطی آب و خاک (گروه آب های سطحی)

بهمن ماه ۱۴۰۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	مقدمه
۴	کیفیت آب
۴	پایش کیفیت آب
۵	شناسایی ویژگی‌های محدوده مطالعاتی
۱۰	شناسایی منابع آلاینده و مشخصات آن‌ها
۱۳	انواع ایستگاه‌های پایش
۱۳	معیارهای انتخاب ایستگاه‌های پایش
۱۵	تعیین نقاط پایش در سطح و اعماق مختلف مخزن سد
۱۹	نحوه شناسایی پتانسیل آلاینده‌ها در مخزن
۲۱	نحوه انتخاب پارامترهای موردسنجش براساس انواع آلودگی منابع
۲۵	معیارهای انتخاب زمان نمونه‌برداری
۲۸	نحوه تعیین تجهیزات پایش و چگونگی کاربرد آن‌ها
۲۸	چگونگی تهیه نقشه‌های تغییرات افقی و عمودی کیفی آب
۳۲	بررسی و شناسایی پدیده‌های مرتبط با پرغذایی مخزن
۳۵	فهرست کنترل‌های پیشنهادی برای عملیات میدانی
۳۷	جمع‌بندی

بسمه تعالی

مقدمه

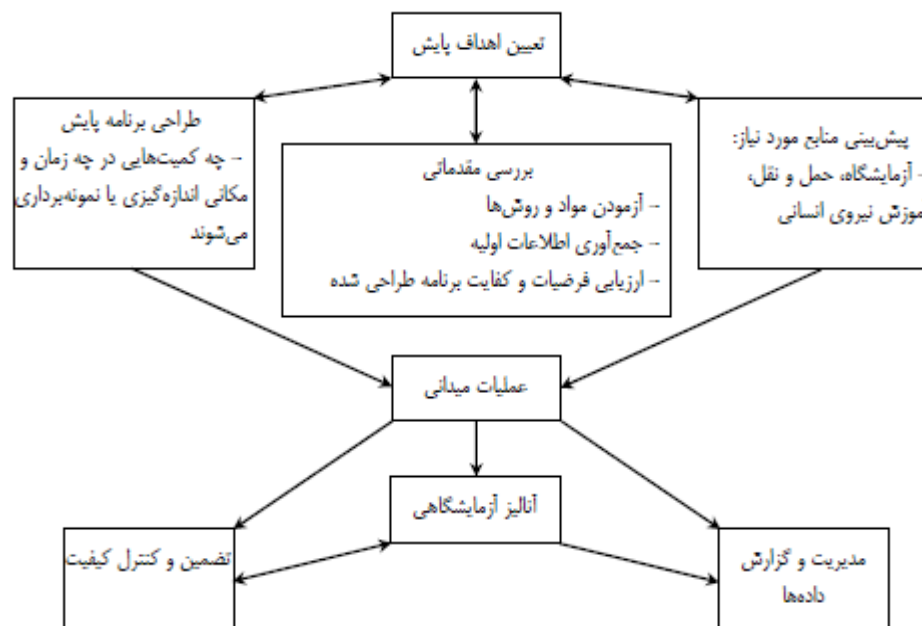
در راستای مدیریت کیفی منابع آب، شناخت دقیق منابع آلاینده و خصوصیات آنها، امری ضروری، محسوب می‌شود. لذا، در این راهنما که براساس نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰) و بررسی‌های کارشناسی صورت گرفته در دفتر حفاظت و مدیریت زیست‌محیطی آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست، تنظیم شده، چگونگی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها، به اختصار، ارائه گردیده است.

کیفیت آب

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

پایش کیفیت آب

پایش کیفیت آب، فعالیت متمرکز و مستمر برنامه‌ریزی شده است که برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و زیستی آب در ارتباط با بهداشت انسانی، شرایط اکولوژیکی و کاربری آب انجام می‌شود. این فرآیند شامل نمونه‌برداری، اندازه‌گیری و ثبت یا علامت‌گذاری ویژگی‌های مختلف آب با هدف ارزیابی تناسب و تطابق با هدف یا اهداف کاربری تعریف شده برای آن، می‌باشد. 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. در مخازنی که کیفیت آب آن‌ها استانداردهای لازم برای کاربری تعیین شده را نداشته باشد، پایش با هدف تشخیص عوامل و منابع آلاینده و تعیین سهم نسبی هریک از آلاینده‌ها، انجام می‌شود. همواره سعی می‌شود تا سطح برنامه‌های پایش کیفی متناسب با افزایش پیچیدگی‌های مسایل کیفیت آب و همچنین افزایش قابلیت‌های علمی، از سطح ساده به سطح بالاتری ارتقا یابد. شکل ۱، اجزای یک برنامه پایش را نمایش می‌دهد.



شکل ۱- ساختار کلی برنامه پایش

شناسایی ویژگی‌های محدوده مطالعاتی

به منظور پایش کیفیت آب مخزن پشت سدها، کلیه ایستگاه‌های پایش در فاصله ورودی تا خروجی مخزن تعریف می‌گردند. از آنجائیکه، حوضه آبریز بالادست مخزن سد بر ورودی تا خروجی مخزن تاثیرگذار است، لذا، نیاز است تا ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست مخزن سد به صورتی که در ادامه آمده است، شناسایی گردند.

- شناسایی کاربری اراضی موجود: در نقشه کاربری اراضی، نوع کاربری‌های موجود به تفکیک فعالیت مشخص می‌گردد.

- **شناسایی ویژگی‌های زمین‌شناسی و فیزیوگرافی:** شامل نقشه‌های توپوگرافی (DEM)، اطلاعاتی مانند ارتفاع از سطح دریا، درصد و جهت شیب و نقشه‌های خا تا برآوردهایی از اجزای احتمالی منتقل‌شونده از خاک به آب سطحی و زیرزمینی منتهی به رودخانه و مخزن در حوضه آبریز، برآورد کردند.
- **میزان، شدت و پتانسیل فرسایش خاک حوضه آبریز بالادست سد و رسوبات ورودی به مخزن:** این اطلاعات، عموماً 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.

با تکمیل جدول‌های ۱ تا ۹، می‌توان اطلاعات مربوط به شناسایی ویژگی‌های محدوده مطالعاتی را ثبت نمود.

جدول ۱- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی

ردیف	حوضه	کاربری اراضی		نوع فرسایش و مساحت آن		شدت فرسایش		پراکنش مکانی نقاط لغزشی	
		مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین	مقدار	روش تعیین

جدول ۲- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

اطلاعات کلی											
ردیف	حوضه	رودخانه‌ها	تعداد سدها	نام سد	موقعیت جغرافیایی سدها (طول و عرض)	نام استان‌های واقع در حوضه	جمعیت استان‌ها (۱۰۰۰ نفر)	نام شهرهای واقع در حوضه	جمعیت شهرها (۱۰۰۰ نفر)	نام روستاهای واقع در حوضه	جمعیت روستاها (۱۰۰۰ نفر)

جدول ۳- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

تعیین میزان مصارف مختلف منابع آبی و تولید فاضلاب در بالادست مخزن سد													
ردیف	حوضه	نوع حوضه (درجه ۱)	موقعیت جغرافیایی	انواع کاربری	کاربری غالب به لحاظ تاثیر بر آلاینده‌گی آب	نوع محصول (اعم از کشاورزی، آبی‌پروری و صنعتی)	میزان تولید (اعم از کشاورزی، آبی‌پروری و صنعتی)	تعداد افراد (تعداد افراد ساکن / شاغل در هر کاربری)	نوع منبع تامین آب	میزان مصرف (متر مکعب) آب	میزان فاضلاب تولیدی (متر مکعب)	ملاحظات*	

(*) منظور از ملاحظات کلی، اطلاعاتی که ممکن است به نحوی خاص بر کیفیت آب مخزن تاثیر گذارد، 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، ذکر شود)

جدول ۴- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

طرح‌ها و برنامه‌های توسعه در حوضه آبریز بالادست موثر در کیفیت آب مخزن										
ردیف	حوضه	نوع طرح توسعه (عمرانی، کشاورزی، مسکونی، صنعتی)	مختصات جغرافیایی احداث طرح توسعه‌ای	اثر بر میزان فرسایش	ظرفیت یا مشخصه اصلی طرح	نوع منبع تامین آب	میزان مصرف (متر مکعب) آب	میزان فاضلاب تولیدی (متر مکعب)	آلاینده‌های اصلی موجود در پساب	محل تخلیه پساب یا منبع نهایی پذیرنده

جدول ۵- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

اطلاعات مخزن سد					
فاصله محل تخلیه (شهرها و روستاها) به رودخانه تا ورودی مخزن سد (متر)	حجم فاضلاب‌های صنعتی وارده به رودخانه (مترمکعب)	فاصله محل تخلیه تا ورودی مخزن سد (متر)	حجم فاضلاب‌ها و زهاب‌های کشاورزی در حوضه (مترمکعب)	حجم فاضلاب‌های خام (شهری و روستایی) به مخزن سد (مترمکعب)	فاصله محل تخلیه تا ورودی مخزن سد (متر)

جدول ۶- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

شهرهای بالادست دارای سیستم تصفیه فاضلاب						شهرهای بالادست فاقد سیستم تصفیه فاضلاب	
نام شهر	جمعیت (۱۰۰۰ نفر)	حجم فاضلاب خروجی (مترمکعب در سال)	جمعیت تحت پوشش (۱۰۰۰ نفر)	عملکرد تصفیه‌خانه		نام شهر	جمعیت (۱۰۰۰ نفر)
				مطلوب	نامطلوب		

جدول ۷- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

روستاهای بالادست دارای سیستم تصفیه فاضلاب				روستاهای بالادست فاقد سیستم تصفیه فاضلاب	
مجم فاضلاب خروجی (مترمکعب در سال)	جمعیت تحت پوشش (۱۰۰۰ نفر)	عملکرد تصفیه خانه		نام روستا	جمعیت (۱۰۰۰ نفر)
		مطلوب	نامطلوب		

جدول ۸- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

اقدامات قانونی انجام شده			
شهرهای دارای تصفیه خانه	شهرهای فاقد تصفیه خانه	روستاهای دارای تصفیه خانه	روستاهای فاقد تصفیه خانه

جدول ۹- راهنمای شناسایی محدوده مطالعاتی (ادامه)

ویژگی‌های هواشناسی (در دوره حداقل ۱۰ ساله)				
ردیف	پارامتر هواشناسی	حداقل	حداکثر	میانگین
	بارش (میلی‌متر)			
	دما (درجه سانتی‌گراد)			
	رطوبت (درصد)			
	تبخیر (میلی‌متر)			
	ساعات آفتابی			
	سرعت / (متر بر ثانیه)			

(جهت باد غالب هم ثبت شود. همچنین، جزئیات اطلاعات هواشناسی و هیدرومتری در بازه زمانی ده ساله، موردنیاز است.)

شناسایی منابع آلاینده و مشخصات آن‌ها

آلاینده‌های ورودی به مخازن ممکن است ناشی از منابع نقطه‌ای (متمرکز) یا منابع غیرنقطه‌ای (گسترده) باشند. شایان ذکر است که مرز کاملاً مشخصی برای تشخیص این دو نوع منبع آلودگی نمی‌توان تعیین نمود، چراکه یک منبع گسترده در مقیاس منطقه‌ای یا حتی محلی، خود ممکن است ناشی از تعداد زیادی 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، صنعتی و پساب برخی فعالیت‌های بخش کشاورزی از جمله پرورش دام و طیور و آبزیان می‌باشند. سایر فعالیت‌های کشاورزی غالباً به‌عنوان منابع گسترده یا غیرنقطه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. فرونشینی اتمسفری آلاینده‌ها نیز منجر به آلودگی غیرنقطه‌ای مخازن می‌شود. جدول ۱۰، راهنمای تشخیص مهم‌ترین منابع آلودگی مخازن و مهم‌ترین آلاینده‌های ناشی از آن‌ها و درجه اهمیت هر یک می‌باشد. بر این اساس، شناسایی منابع آلاینده در سطح حوضه آبریز بالادست باید به تفکیک زیرحوضه‌ها، انجام و براساس آن، مشخصات لازم تکمیل گردند.

جدول ۱۰- راهنمای تشخیص مهم ترین منابع آلودگی مخازن و آلاینده های ناشی از آن ها

شناسایی منابع آلاینده (*** اهمیت زیاد ** اهمیت متوسط * اهمیت کم)							
		مختصات جغرافیایی منابع نقطه ای (طول و عرض)	باکتری- ها	مواد مغذی	فلزات سنگین و کمیاب	سموم و آفت- کش ها	آلاینده های آلی پایدار
منابع نقطه ای	پساب شهری		***	***	***	*	***
	پساب صنعتی			*	***		***
منابع غیر نقطه ای	کشاورزی		**	***	*	***	
	لایروبی			*	***	**	***
	قایقرانی		*	*	**		***
منبع مختلط	رواناب شهری		**	**	***	**	**
	محل های دفع زایدات			*	***	*	***
	اتمسفر			*	***	***	***

آلودگی ممکن است مستقیماً به داخل مخزن تخلیه شده و یا به طور غیرمستقیم پس از ورود به رودخانه در حوضه آبریز بالادست نهایتاً وارد مخزن شود. در هر حالت، منابع تخلیه کننده آلودگی مستقیم و غیرمستقیم چه از نوع منابع نقطه ای یا غیرنقطه ای باشند، باید مورد شناسایی قرار گیرند. موقعیت منبع آلودگی و محل تخلیه آلودگی، نوع و میزان آلاینده ها و شناخت اثرات احتمالی آن ها بر محیط آبی، مهم ترین مشخصاتی هستند که در مورد منابع آلاینده مستقیم و غیرمستقیم آب مخزن باید بررسی و تعیین گردند. برای این منظور ابتدا باید مطالعات دفتری، جستجو و جمع آوری اطلاعات منابع آلودگی احتمالی را به انجام رساند. 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 سازمان های آب منطقه ای و شرکت های آب و فاضلاب استانی، در مورد وجود و موقعیت جغرافیایی و مشخصات صنایع، مراکز مسکونی شهری و روستایی، هتل ها و بیمارستان ها و زمین های کشاورزی و سایر منابع احتمالی آلودگی جمع آوری شود. پس از جمع آوری کلیه اطلاعات موجود در مورد منابع آلودگی مخزن، تیم پایش باید مناطق اطراف و بالادست حوضه را پیمایش نموده و اطلاعات جمع آوری شده را با وضعیت واقعی مطابقت نموده و در صورت نیاز با انجام اندازه گیری ها و نمونه برداری و آنالیز، اطلاعات مورد نیاز را به هنگام و تکمیل نمایند. در این قسمت، با توجه به اطلاعات به دست 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. در

این مرحله، 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 می‌شوند (مطابق جدول ۱۱).

به طور کلی انواع اصلی آلاینده‌ها در محیط آبی دارای اثرات نامطلوب متفاوت بر بهداشت، محیط زیست و زیست‌بوم بوده و به ترتیب زیر قابل تبیین هستند:

- آلاینده‌های آلی قابل تجزیه: باعث افت میزان اکسیژن محلول در آب و به تبع آن صدمه به موجودات آبی و ماهی‌ها، ایجاد بو و طعم نامطلوب در آب
- آلاینده‌های آلی انسان‌ساخت و سموم: باعث تجمع در بدن موجودات زنده آبی و ورود به زنجیره غذایی و ایجاد سمیت
- فلزات سنگین و سمی: باعث تجمع در بدن موجودات زنده آبی و ورود به زنجیره غذایی و ایجاد سمیت
- 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، بی‌هوای شدن محیط و ایجاد طعم و بوی نامطلوب در آب، اختلال در کاربری آب
- عوامل بیماری‌زا: اثر نامطلوب بر کاربری‌های تفریحی و بهداشتی آب

جدول ۱۱- راهنمای تشخیص مهم‌ترین منابع آلودگی مخازن و آلاینده‌های ناشی از آن‌ها (ادامه آن)

مشخصات منبع آلودگی																			
ردیف	عنوان منبع	مختصات جغرافیایی	نوع منبع آلاینده				محل تخلیه				نحوه تخلیه آلودگی		منبع تامین آب	میزان آب مصرفی (متر مکعب)	میزان پساب خروجی (متر مکعب)	میزان تخلیه پساب (متر مکعب)	آلاینده‌های اصلی پساب	غلظت آلاینده‌های اصلی	
			گسترده	نقطه‌ای			مخزن	رودخانه	خاک	آب زیرزمینی	مستقیم	غیر مستقیم						محلول	ذرات
				کشاورزی	صنعتی	شهری													

انواع ایستگاه‌های پایش

- **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 نمود.
- **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 ترموکلاين بسته به ارتفاع وقوع لایه‌بندی در هر دوره نمونه‌برداری ممکن است از نظر عمق برداشت نمونه با هم متفاوت باشند.
- **ایستگاه‌های سیار:** ایستگاه‌هایی هستند که با توجه به هدف خاصی که از بررسی کیفی آب مخزن موردنظر است، برای بازه زمانی مشخصی، انتخاب و مورد نمونه‌برداری و سنجش پارامترهای کیفی قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال در زمان بروز حوادثی که منجر به انتشار آلودگی در آب مخزن می‌شوند، ایستگاه‌هایی به منظور تعیین روند پخش آلودگی در بازه زمانی مقابله با حادثه و در موقعیت‌های مکانی مختلف مخزن مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند.

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 رودخانه‌های منتهی به مخزن
- با توجه به هدف پایش از جمله تعیین شرایط زمینه‌ای آلودگی، تعیین میانگین غلظت آلودگیو یا پایش پیوسته روند تغییرات غلظت آلودگی، ممکن است انتخاب محل ایستگاه پایش متفاوت باشد. در مواردی که 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. در صورتی که 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 لایه‌بندی‌شده بسته به شرایط استفاده شود. باید توجه داشت در صورتی که شکل یا اندازه مخزن به گونه‌ای باشد که مخزن به دو یا چند زیرمخزن دیگر تقسیم شده باشد (حتی اگر این تقسیم به صورت فیزیکی نبوده و به دلیل شرایط جریان‌ها و لایه‌بندی‌ها اتفاق افتاده باشد)، هر یک از مخازن باید به طور مجزا پایش شوند. در این مورد، ملاحظاتمانند 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.

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 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. 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 یک بعدی یا دوبعدی در طول و عرض فرض کرد یا خیر باید در این مرحله مشخص شود. همچنین، در صورتی که 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، ضروریست در این مرحله تغییرات کیفیت آب نسبت به عمق به خصوص 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 موردنیاز، روش‌های اندازه‌گیری در محل و آموزش تخصصی کار میدانی برای کارشناسان، 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.

تعیین نقاط پایش در سطح و اعماق مختلف مخزن

• تعیین نقاط پایش در سطح مخزن

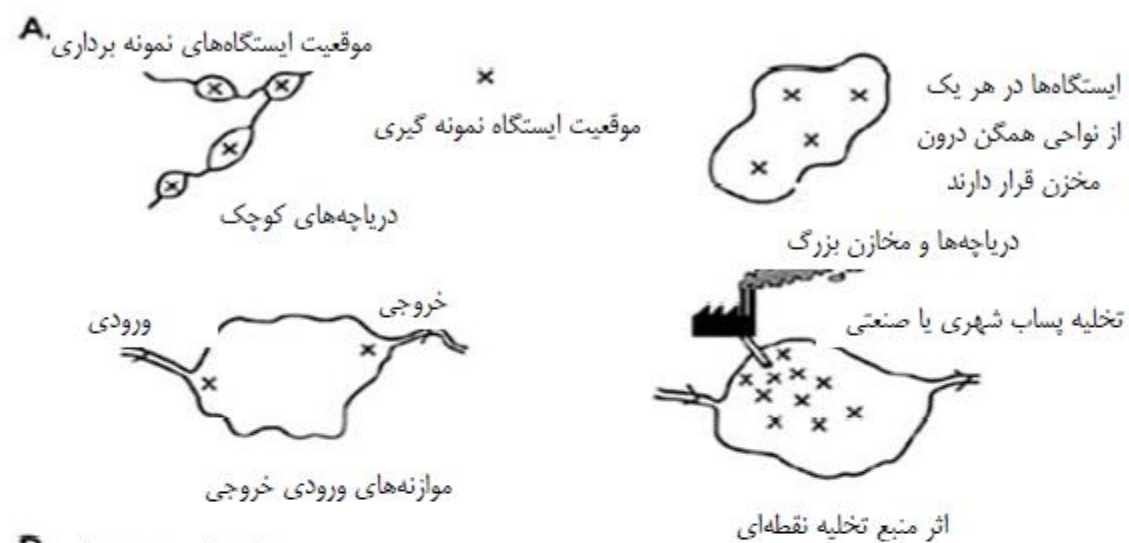
بررسی مقدماتی برای اطمینان از انتخاب صحیح و مناسب ایستگاه‌های پایش باید انجام گیرد. از آنجائی که در محل‌های ورود جریان‌های تغذیه‌کننده مخزن، اختلاط هنوز کامل نشده، غلظت‌های پارامترهای کیفی با میانگین غلظت در مخزن متفاوت خواهد بود. در صورتی که براساس سوابق مطالعاتی موجود یا نتایج بررسی مقدماتی، اختلاط کامل افقی در مخزن برقرار باشد (مخزن در سطح، یک بعدی باشد)، انتخاب یک نقطه به عنوان ایستگاه پایش در سطح آب ترجیحاً در موقعیت طولی و عرضی عمیق‌ترین نقطه مخزن که معمولاً در مجاورت دیواره سد خواهد بود، برای اهداف پایش بلندمدت و مستمر کیفیت آب مخزن کفایت خواهد کرد. اما در صورتی که 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 به واسطه 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 نقطه 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 برحسب کیلومترمربع باشد. در این حالت، به‌عنوان مثال، در مخزنی با سطح ۱۰ کیلومتر مربع، یک ایستگاه و با سطح ۱۰۰ کیلومتر مربع، دو ایستگاه باید انتخاب شوند. این رویکرد برای اهداف پایش مستمر بهره‌برداری مناسب است. 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. 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 و طراحی شده برای مخزن و پایین‌دست نزدیک‌ترین منبع آلودگی رودخانه تعبیه شود. معمولاً 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. چراکه در این ایستگاه‌ها سایر ویژگی‌های جریان آب، 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 (یا اشل) 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.

• تعیین نقاط پایش در اعماق مختلف مخزن سد

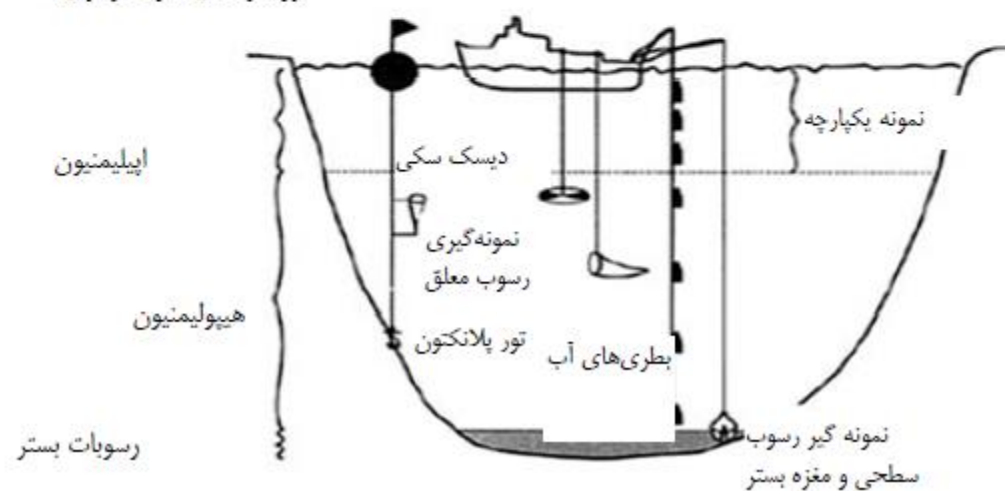
مهم‌ترین مشخصه آب در مخازن، پدیده لایه‌بندی عمودی آب می‌باشد که باعث ایجاد کیفیت متفاوت آب در عمق‌های مختلف می‌گردد. این پدیده در هر ایستگاه پایش در هر مرحله از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری باید به وسیله اندازه‌گیری نیم‌رخ عمودی دما از یک متر زیر سطح آب تا یک متر بالاتر از بستر مخزن (حداقل در فواصل یک متری)، در ایستگاه بررسی گردد. اگر تفاوت قابل توجهی (بیش از سه درجه سانتی گراد) 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 به مقدار قابل توجهی تغییر می‌کند. در این حالت، مخزن لایه‌بندی شده، 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 به وسیله اندازه‌گیری‌های دما در اعماق مختلف (با فواصل یک متر)، مشخص گردد، سپس نمونه‌های کیفی آب با توجه به عمق و شدت ترموکلاین برداشت شود.

به‌عنوان 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 از حد بالایی لایه ترموکلاین
 - درست پایین‌تر از حد پایینی لایه ترموکلاین
 - در عمق میانگین حد بالایی و پایینی لایه ترموکلاین
 - یک متر بالاتر از رسوبات بستر (یا نزدیک‌تر به بستر؛ در صورتی که بتوان بدون برهم‌زدن رسوبات کف نمونه را برداشت یا اندازه‌گیری را انجام داد)
- از آنجائیکه 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 غیراصولی 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.
- در مخازن با اعماق کم‌تر از ۱۰ متر (از آنجائیکه احتمال لایه‌بندی کم‌تر است)، 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. شکل ۲، شماتیک نقاط پایش در سطح مخزن را نشان می‌دهد.



B. رویکردهای نمونه برداری



شکل ۲- شماتیک نقاط پایش در سطح مخزن

می‌توان اطلاعات مربوط به نمونه‌برداری را در جدول ۱۲، ثبت نمود.

جدول ۱۲- اطلاعات مربوط به نمونه برداری

اطلاعات نمونه برداری								
ردیف								
حوضه								
نام ایستگاه پایش								
نوع ایستگاه پایش (ثابت، متغیر، سیار)								
مختصات جغرافیایی ایستگاه پایش								
وضعیت اقلیمی								
تاریخ نمونه برداری								
ساعت نمونه برداری								
تعداد نمونه								
روش اندازه گیری								
نام کارشناس مربوطه (و همکاران)								
پارامتر								
یکا								
نام آزمایشگاه								
مشکلات اندازه گیری و سنجش داده ها	در میدان							
	در آزمایشگاه							
ملاحظات								

نحوه شناسایی پتانسیل آلاینده‌ها در 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.

• 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 مسئول در خصوص کاربری آب مخزن تا زمان راه‌اندازی سامانه پایش داده شده است (مانند منع مصرف آبریان، منع مصرف آب مخزن جهت شرب یا کشاورزی، وقوع برخی سوانح زیست‌محیطی و غیره) مدنظر 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.

• بررسی وضعیت موجود کیفیت آب مخزن

برای بررسی وضعیت موجود کیفیت آب به‌صورت مقدماتی و به منظور تعیین و انتخاب دقیق پارامترهای مورد بررسی، این مرحله به‌همراه نتایج بررسی مقدماتی مخزن باید به مورد اجرا گذاشته شود. در این حالت باید با رسم یک شبکه در سطح مخزن به‌صورت 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 و نتایج بررسی سوابق مطالعات کیفیت آب مخزن، نمونه‌های برداشت‌شده 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 قبلی، در تدوین نهایی برنامه پایش، انتخاب ایستگاه‌های پایش و انتخاب پارامترهای مورد سنجش باید مورد استفاده قرار گیرد.

- **بازدید صحرائی از سواحل راست و چپ**

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

- **فرسایش:**

- ✓ هیچ گونه فرسایشی در سواحل راست و چپ مشاهده نمی‌شود و یا میزان آن بسیار ناچیز است. هیچ گونه اقدامی جهت تثبیت سواحل صورت نگرفته است.
- ✓ میزان فرسایش کرانه ها 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 زه آب 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 آلاینده‌های ورودی به مخزن انجام گیرد.

• 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 آبی و کنار آبی
- ✓ 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.

نحوه انتخاب پارامترهای موردسنجش براساس انواع آلودگی منابع

در مواردی که نمونه‌های آب باید از جریان‌های ورودی و خروجی مخزن برداشت گردد، ضروریست که بده جریان در زمان نمونه‌برداری مشخص گردد. بهتر است، ایستگاه‌های نمونه‌برداری از جریان در مقاطعی انتخاب گردند که روابط بده اشل برای آن، موجود و یا سنجش بده به طور معمول در آن‌ها انجام می‌شود. بهترین گزینه در این موارد ایستگاه‌های هیدرومتری است. در صورتی که منابع مهم آلودگی از آخرین ایستگاه هیدرومتری قبل از مخزن تا دریاچه مخزن وجود نداشته باشد، ایستگاه هیدرومتری قبل از مخزن به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری پایش جریان ورودی به مخزن انتخاب می‌گردد. در غیر این صورت، به منظور امکان تجزیه و تحلیل بهتر، اطلاعات کیفیتی و بیلان جرمی آلاینده‌ها، باید در زمان نمونه‌برداری و سنجش کیفیت در هر ایستگاه ورودی و خروجی مخزن، اندازه‌گیری بده جریان در آن ایستگاه انجام گیرد. توضیحات مربوط به تجهیزات و دستورالعمل سنجش بده در نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰)، آمده است.

▪ پارامترهای مورد سنجش کیفیت آب

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

- ✓ بررسی سوابق اطلاعات کیفیت آب مخزن، بررسی مقدماتی مخزن و تعیین وضعیت موجود کیفیت آب
- ✓ کاربری‌های اصلی آب مخزن
- ✓ منابع آلوده‌کننده رودخانه‌های منتهی به مخزن، خود مخزن و ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست

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 موردپایش 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 مورنظر آب مخزن می‌باشد. معیار مهم دیگر در انتخاب پارامترها، منابع آلاینده مخزن یا رودخانه‌های منتهی به آن می‌باشد. در صورتی که عوامل مختلف شیمیایی، فیزیکی یا زیستی، به طور 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 پارامترهای مختلف شیمیایی یا زیستی، علاوه بر محیط آب بهتر است در محیط رسوبات بستر نیز سنجش پارامترهای کیفی به انجام برسد. جهت دریافت راهنمایی‌های عمومی به منظور شناخت اهمیت و انتخاب پارامترهای مختلف سنجش کیفیت آب با توجه به کاربری‌های متفاوت، به جداول ۳-۱ تا ۳-۴ نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰)، مراجعه شود.

▪ پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

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 خاص در مخزن می‌باشد، پارامترهای شیمیایی موردسنجش 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، قلیائیت، ذرات معلق و کدورت، PH، عمق قابل مشاهده دیسک سکی، کدورت، رنگ و بو

✓ پارامترهای شیمیایی

مواد مغذی (آمونیاک، نیتрат/ نیتريت، نیتروژن کل، فسفر، فسفات)، کلر، اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD)، آهن و منگنز، فلزات کمیاب و آفت‌کش‌ها (بسته به کاربری آب و منابع آلودگی). لازم به ذکر است که 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

▪ پارامترهای زیستی

پارامترهای زیستی موردسنجش برای مخازن کشور برای پایش‌های دوره‌ای یا طولانی‌مدت باید حداقل شامل موارد زیر باشند:

✓ اندازه‌گیری زیست‌توده 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

باقیمانده سموم و مواد آلی پایدار در بافت ماهی (کلروفیل a فیتوپلانکتون، بررسی ساختار جمعیتی، آنالیز بافت زیستی (تجمع آلودگی فلزات سنگین،

باقیمانده سموم و مواد آلی پایدار در بافت ماهی)

❖ کشاورزی

کلروفیل a فیتوپلانکتون

برای کاربری‌های تولید برق آبی و صنعت جز پارامترهای کلروفیل a فیتوپلانکتون، نیازی به تعیین سایر پارامترهای زیستی نمی‌باشد.

▪ پارامترهای میکربی

جز در مواردی که مخزن مشکوک به آلودگی به گونه خاصی از عوامل میکربی باشد، پارامترهای میکربی مورد سنجش برای مخازن کشور برای پایش‌های

دوره‌ای یا طولانی‌مدت باید حداقل شامل موارد زیر باشند:

✓ کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی

✓ یاتوژن‌ها

برای کاربری‌های صنعتی، برق‌آبی، تفرج و ماهی‌گیری و پرورش آبزیان، نیازی به سنجش پارامترهای میکربی نمی‌باشد. می‌توان اطلاعات حاصل از شناسایی پارامترها را در جدول‌های ۱۳ و ۱۴، ثبت نمود.

جدول ۱۳- شناسایی پارامترهای سنجش کیفیت آب

پارامترهای سنجش کیفیت آب (شیمیایی، زیستی، میکروبی) در ارتباط با کاربری های مختلف آب مخزن (شرب، کشاورزی، محیط زیست و ...)						
ردیف	حوضه	کاربری آب مخزن			پارامتر موردسنجش	پارامتر با تاثیرگذاری عمده تر براساس نتایج نمونه برداری و تحلیل کارشناسی

جدول ۱۴- شناسایی پارامترهای سنجش کیفیت آب (ادامه)

[illegible]

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 نسبتاً ثابت است. در صورت عدم اطلاع یا شناخت کافی از ویژگی‌ها و تغییرات زمانی کیفیت آب در مخزن باید بررسی مقدماتی 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 حتماً باید شامل دوره‌های زمانی لایه‌بندی نیز باشند.

• انواع فواصل زمانی نمونه برداری

زمان‌بندی‌های عملیات پایش به سه سطح تقسیم می‌شوند:

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

نمونه‌برداری پیوسته و مستمر

در مواردی که 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 آبی‌پروری)، نمونه‌برداری باید به‌طور مستمر با فواصل زمانی مشخص انجام گیرد. بنابراین نمونه‌برداری مستمر برای کلیه مخازن کشور ضروری است.

نمونه‌برداری ادواری

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

نمونه برداری موردی

در مواردی که 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 حاوی مواد شیمیایی و سوختی، در موارد مشکوک به عملیات تروریستی، آلوده کردن عمدی مخزن به عوامل خاص شیمیایی یا میکربی و در موارد مربوط به مطالعات خاص مانند مطالعات مدل‌سازی یک یا چند پارامتر کیفیت آب در مخزن، نمونه‌برداری‌ها به صورت موردی و در بازه زمانی مرتبط با آغاز و پایان بررسی‌ها باید به انجام رسد و ممکن است در سال‌های بعدی تکرار نگردد.

لازم به ذکر است، با توجه به اهمیت بازنگری برنامه پایش، 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.

• فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی و کیفی آب

✓ فواصل زمانی نمونه‌برداری کیفی آب

❖ فواصل زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی

فواصل زمانی نمونه‌برداری پارامترهای شیمیایی مختلف با توجه به نوع پارامتر، محل ایستگاه و کاربری‌های مختلف آب مخزن، باید مطابق جداول ۴-۱ تا ۴-۴ از نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰) باشد. در صورت چندمنظوره بودن مخزن، کلیه پارامترهای مربوط به کاربری‌ها باید با توجه به فواصل زمانی توصیه شده برای هر کاربری سنجش شوند. همچنین، لازم به ذکر است که نمونه‌های رسوبات سطحی بستر مخزن به صورت سالانه و رسوبات مغذی، 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.

❖ فواصل زمانی نمونه برداری 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:

✓ شهری و شرب: کلروفیل a فیتوپلانکتون: ماهانه، تجمع آلودگی (فلزات سنگین، باقیمانده سموم و مواد 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

❖ فواصل زمانی نمونه برداری پارامترهای میکربی

فواصل زمانی نمونه برداری میکربی با توجه به نوع پارامتر، محل ایستگاه و در مخازن با کاربری شهری و کشاورزی، براساس جدول ۴-۵ نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰) است. در صورتی که مخزن چندمنظوره باشد، فواصل زمانی نمونه برداری 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.

دستورالعمل نحوه نمونه برداری شیمیایی، زیستی و میکروبی در فصل ۵ از نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰) آمده است.

✓ فواصل زمانی نمونه برداری کمی آب

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

نحوه تعیین تجهیزات پایش و چگونگی کاربرد آن‌ها

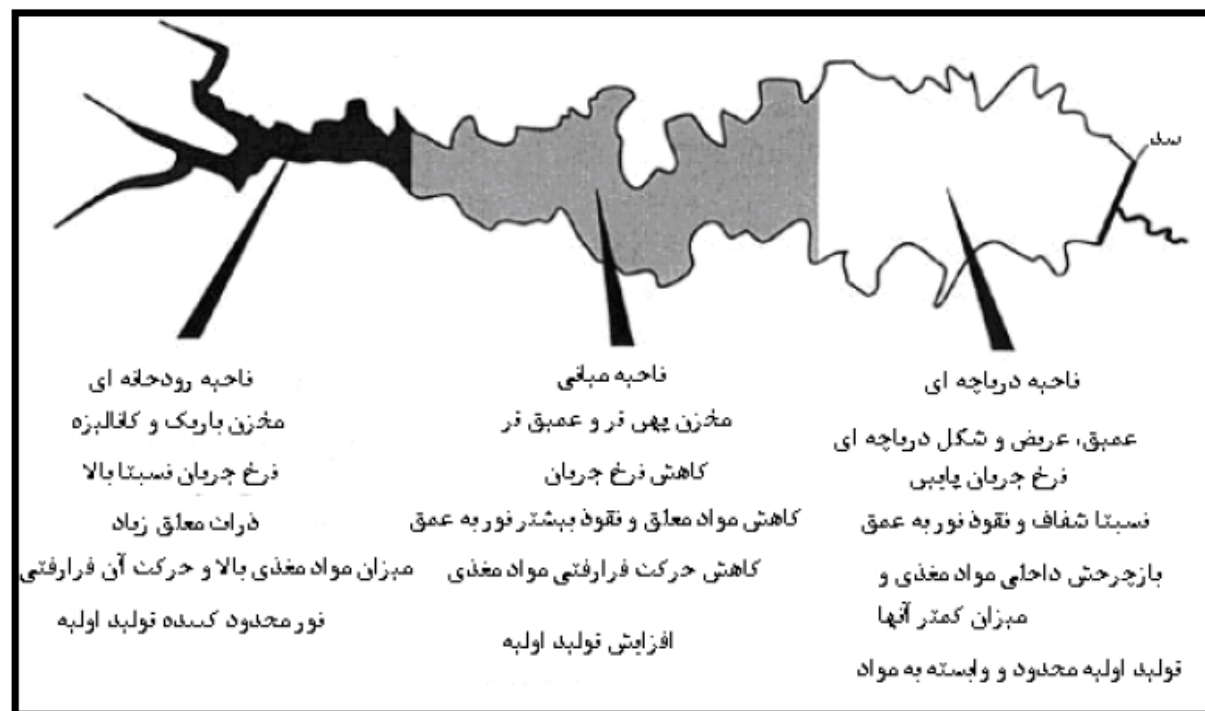
به منظور امکانسنجی از نظر هزینه و پتانسیل انجام آزمایش‌ها در منطقه، قبل از عزیمت به محل و قبل از تدوین برنامه پایش باید بررسی‌های لازم از نظر وجود امکانات آزمایشگاهی با کیفیت مناسب در منطقه انجام گیرد. این بررسی‌ها شامل وجود آزمایشگاه معتبر، وجود تجهیزات دستگاهی واسنجی شده و متناسب با پارامترهای موردسنجش براساس روش‌های استاندارد، وجود پرسنل آموزش‌دیده 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 از بین رفتن یا منقضی شدن نمونه‌ها در طول انتقال، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و انتخاب نهایی انجام گیرد. در انتخاب نهایی آزمایشگاه یا آزمایشگاه‌های موردنظر برای آنالیز نمونه‌ها، فاکتورهای حذفی، وجود تجهیزات، مواد و روش‌های استاندارد و واسنجی شده به همراه کارشناسان آموزش‌دیده 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. فهرست تجهیزات موردنیاز جهت پایش شامل تجهیزات نمونه‌برداری شیمیایی، میکروبی و رسوبات از آب به همراه چگونگی کنترل کیفی آن‌ها در فصل ۶ از نشریه شماره ۵۵۱ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (مصوب ۱۳۹۰) آمده است.

چگونگی تهیه نقشه‌های تغییرات افقی و عمودی 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 این که روندی در تغییرات کیفیت آب مخزن مشاهده می‌شود یا خیر باید از الگوهای آماری استفاده نمود. توصیه اکید این است که نتایج داده‌های پایش به طور ماهانه، فصلی و سالانه به صورت نمودار ترسیم شود و آمارهای موردنیاز 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.

• 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، معمولاً 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. این نواحی، عمدتاً 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، طول و عمق بررسی مقدماتی که باید حداقل در دو بازه زمانی (یکی در اوایل بهار و هنگامی که مخزن قطعاً 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، ۱۰ و سپس با فواصل ۵ متر تا کف مخزن، برداشت می‌گردد. با آنالیز نتایج نمونه‌های طولی در طول دوره نمونه‌برداری و مقایسه PH الکتریکی، کدورت، اکسیژن محلول و میانگین پارامترها در هر مقطع اگر تفاوت معنی‌داری در میانگین‌های مقاطع مختلف مشاهده نشد، مجموع طول مخزن که شامل مقاطع هم‌میانگین باشد، به عنوان یک واحد طولی در نظر گرفته می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده 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. برای تعیین وجود روند تغییرات افقی در عرض، در دو دوره زمانی موردنظر (لایه‌بندی و اختلاط مخزن)، در هر یک از نواحی طولی تعیین‌شده در مرحله قبلی روی یک خط عرضی، ۵ تا ۱۰ نقطه، انتخاب و اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب در آن‌ها انجام می‌شود. در صورتی که مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در طول هفته در ایستگاه‌های روی یک مقطع عرضی، تفاوت معنی‌دار نشان ندهند، می‌توان از تغییرات عرضی پارامترهای کیفی در مطالعات پایش بلندمدت صرف‌نظر کرد. شکل ۳ ناحیه‌بندی طولی شرایط کیفیت آب در مخازن سدهای رودخانه‌ای و ویژگی‌های هر ناحیه را نشان می‌دهد.



شکل ۳- ناحیه بندی طولی شرایط کیفیت آب در مخازن سد‌های رودخانه‌ای و ویژگی‌های هر ناحیه

براساس نتایج به دست 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، 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 وضوح مشخص خواهد کرد. 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. در صورتی که 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 باید به همان نحو 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 (در صورت 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 (به طور معمول منطقه ورودی جریان اصلی، منطقه میانی و منطقه نزدیک دیواره سد). در صورت تایید تغییرات کیفی در طول، بهتر است اندازه گیری ها در نقاط شبکه را برای پارامترهای کیفی آب مورد نظر در برنامه پایش مخزن منظور نمود و وضعیت تغییرات کیفی آلاینده ها در طول مخزن را در طول ماه ها و سال ها تعیین کرد.

• تعیین روند تغییرات عمودی

برای تعیین روند تغییرات عمودی، ابتدا باید روند تغییرات افقی، مشخص شده باشد. در صورت عدم وجود تغییرات کیفی افقی در مخزن یعنی یک بعدی بودن مخزن در سطح، برای تعیین روند تغییرات عمودی باید در زمان های لایه بندی احتمالی (اواسط بهار تا اواسط پاییز) به صورت ماهانه در نقطه ای از سطح مخزن (عمیق ترین نقطه مخزن)، نمونه برداری از سطح تا عمق با تناوب عمقی ۲ تا ۵ متر، انجام و پارامترهای دما، کدورت، هدایت الکتریکی (EC)، اکسیژن محلول و PH اندازه گیری گردد و تغییرات این پارامترها نسبت به عمق تعیین گردد. در صورتی که نتایج بررسی تغییرات طولی کیفیت آب در PH و مخزن نشان دهنده تغییر کیفیت در طول باشد، این فرآیند برای هر یک از مناطق هم غلظت تکرار می شود.

پس از تعیین تغییرات پارامترهای عمومی در عمق، پارامترهای کیفی مورد پایش در مخزن در هر یک از نمونه ها، اندازه گیری و نیمرخ تغییرات کیفی پارامترها در عمق برای تمام پارامترهای مورد پایش در طول دوره پایش استخراج می شود. با رسم داده های کیفیت در اعماق و طول در زمان روند تغییرات کیفیت در حجم مخزن در طول ماه ها و سال ها، مشخص می گردد.

بررسی و شناسایی پدیده‌های مرتبط با پرغذایی مخزن

هر پیکره آبی ساکن به سمت پرغذایی شدن در طول زمان حرکت می‌کند. این روند معمولاً در مخازن سریع‌تر است، در حالی‌که در مورد مخازن با توجه به کارکرد و هدف احداث آن‌ها، بیش‌ترین توجه برای جلوگیری از پرغذایی شدن باید معمول گردد. علایم این پدیده، در جدول ۱۵ ارائه شده است که باید مورد توجه قرار گیرند.

جدول ۱۵- شاخص‌ها و علایم مغذی شدن و پاسخ مخزن به این علایم

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

یکی از این موارد، پدیده مغذی شدن (اوثریفیکاسیون) می‌باشد. حوضه آبریز مخازن سدها معمولاً بزرگ‌تر از حوضه آبریز 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 انجام‌شده، اهداف تامین آب با کیفیت مناسب را جوابگو باشد. ورود بار اضافی مواد مغذی به خصوص فسفر و مواد ریز مغذی مانند برخی فلزات، منجر به رشد افزایشی موجودات اتوتروف (تولیدکننده) و در نتیجه افزایش تولید اولیه

مواد آلی (جرم زنده) و به تبع آن مغذی شدن آب مخزن شود. پدیده اوتریفیکاسیون به شدت بر کیفیت آب اثرگذار است 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 در نتیجه خود باعث ایجاد نواحی بی‌هوای در مناطق عمیق‌تر مخزن خواهد شد. 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 در آب مخزن و کلروفیل a، 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، حداقل و حداکثرهای پارامترهای مورد مشاهده، براساس اعداد حاصل از تحقیقات، وضعیت تغذیه‌گرایی مخزن را با توجه به جدول ۱۶، تعیین نمود. برای تعیین وضعیت تغذیه‌گرایی، مدل‌های ریاضی، معادلات و روش‌های تجربی مختلفی وجود دارند، اما در این راهنما، استفاده از جدول ۱۶ به دلیل تایید در مطالعات مختلف داخلی و بین‌المللی و سهولت کاربرد، پیشنهاد می‌شود.

جدول ۱۶- طبقه‌بندی وضعیت تغذیه‌گرایی و قابلیت باروری آب مخازن

ردیف	$\frac{E}{K}$	میانگین غلظت فسفر کل (میلی گرم بر مترمکعب)	میانگین سالانه کلروفیل (میلی گرم بر مترمکعب)	حداکثر غلظت کلروفیل (میلی گرم بر مترمکعب)	میانگین سالانه عمق قابل مشاهده دیسک سکی (متر)	حداقل عمق قابل مشاهده دیسک سکی (متر)	حداقل میزان اکسیژن محلول (درصد از مقدار اشباع در آب‌های زیرین)
اولتراولیکوتروف	UO	۴	۱	۲/۵	۱۲	۶	۹۰-۱۰۰
اولیکوتروف	O	کوچک‌تر یا مساوی ۱۰	کوچک‌تر یا مساوی ۲/۵	کوچک‌تر یا مساوی ۸	بزرگ‌تر یا مساوی ۶	بزرگ‌تر یا مساوی ۳	۸۰-۹۰
مزوتروف	M	۳۵-۱۰	۲/۸-۵	۲۵-۸	۶-۶	۱/۳-۵	۴۰-۸۰
اوتروف	EU	۱۰۰-۳۵	۲۵-۸	۷۵-۲۵	۱/۳-۵	۰/۱-۷/۵	۴۰-۱۰
هایپروتروف	HEu	بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰۰	بزرگ‌تر یا مساوی ۲۵	بزرگ‌تر یا مساوی ۷۵	کوچک‌تر یا مساوی ۱/۵	کوچک‌تر یا مساوی ۰/۷	کوچک‌تر یا مساوی ۱۰

نمونه‌ای از کاربرگ برداشت نمونه‌ها در محل، به صورت شکل ۴ است.

نام مخزن:	ایستگاه:	تاریخ:	ساعت:	مختصات جغرافیایی:
شرایط اقلیمی:				
نمونه‌های برداشت شده				
تیمی آب:	تیم شماره نمونه:			
میکروبیولوژی:	تیم شماره نمونه:			
نمونه‌های زیستی:	تیم 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:	دستگاه:	شاهد:	مقدار قرائت:	واحد:
پارامتر:	روش:			
ملاحظات اندازه‌گیری میدانی:				
ملاحظات کلی:				
نمونه بردار:		نام و امضا: تاریخ:		
دریافت نمونه به وسیله:		نام و امضا: تاریخ:		
در یافت نمونه در آزمایشگاه:		نام و امضا: تاریخ:		

شکل ۴- کاربرگ برداشت نمونه‌ها در محل

فهرست کنترل‌های پیشنهادی برای عملیات میدانی

• کنترل‌های اولیه

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

• نمونه برداری

- ✓ 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، PH، 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

- آزمایش در محل

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

- ایمنی

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

- حمل و نقل

- ✓ ظرفیت مناسب وسیله موردنظر 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...

جمع‌بندی

در این راهنما، نحوه پایش کیفیت آب مخزن سدها، به‌طور خلاصه، مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که مشخص است، با تعیین اهداف پایش کیفیت آب مخزن سد، ضمن تعیین محدوده مطالعات، شناسایی ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست و مرور سوابق مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده در رابطه با کیفیت آب مخزن سد، پایش مقدماتی، آغاز و با ناحیه‌بندی طولی و تعیین نقاط پایش در سطح و اعماق مختلف مخزن، پتانسیل آلاینده‌ها، شناسایی شده و پارامترهای کیفیتی جهت انجام پایش، انتخاب می‌شوند. با تعیین تناوب زمان‌بندی نمونه‌برداری و تجهیزات موردنیاز، پایش (شیمیایی، زیستی و میکربی) کیفیت آب مخزن، انجام می‌گیرد. با ارزیابی کیفیت آب مخزن، می‌توان نسبت به اتخاذ راهکارهای کاهش و کنترل آلاینده‌ها، اقدام نمود و در صورت نیاز، برنامه پایش را مورد بازنگری، قرار داد (جدول ۱۷).

جدول ۱۷- جمع‌بندی پایش‌های انجام‌شده

جمع‌بندی	بخش‌های آلاینده رودخانه				
	کشاورزی	صنعت	شهری	روستایی	
میزان درصد مصرف آب					
میزان درصد سهم آلودگی					
راهکارهای پیشگیری از آلودگی					
راهکارهای کاهش آلودگی موجود					
درصد کاهش آلودگی در اثر اجرای راهکارهای پیشگیری					
درصد کاهش آلودگی در اثر اجرای راهکارهای کاهشی					
بودجه موردنیاز جهت اجرای راهکارها					

با توجه به تنوع اهداف پایش، هرگاه برای رسیدن به اهداف مشخص از ابزار و روش خاصی 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. بنابراین لازم است که با توجه به اهداف برنامه پایش کیفیت آب مخازن سدها، 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 که در این صورت، لازم است اهداف و فرآیندهای پایش بازنگری شوند.