بسم الله الرحمن الرحيم

سرشناسه : احمدی ممقانی، یوسفعلی، ۱۳۵۸
عنوان و نام پدیدآور: شیوه‌نامه پایش اکوسیستم تالابها طرح حفاظت از تالابهای ایران/ ویراستار فنی یوسفعلی احمدی ممقانی تدوین و گردآوری، علی دزواره، بابک شرکتی.
مشخصات نشر: تهران : نشر طلایی، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری : ۲۲۸ ص : تصویر(رنگی)، جدول(رنگی)، نمودار(رنگی).
۹۷۸-۶۲۲-۶۰۰۹-۲۵- شابک : ۶
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
عنوان دیگر: طرح حفاظت از تالابهای ایران
موضوع : تالابها -- حفاظت
موضوع: Wetland conservation
موضوع : تالابها -- مدیریت
موضوع: Wetland management
موضوع : تنوع زیستی -- حفاظت
موضوع: Biodiversity conservation
موضوع : اکوسیستم -- مدیریت
موضوع: Ecosystem management
شناسه افزوده : دزواره، علی
شناسه افزوده : شرکتی، بابک
QH رده بندی کنگره : ۷۵
۳۳۳/ رده بندی دیویی : ۹۱۸
شماره کتابشناسی ملی : ۵۶۷۹۸۷۵

نشر طلایی

شیوه‌نامه پایش اکوسیستم تالاب‌ها

ویراستار فنی: یوسفعلی احمدی ممقانی

تدوین و گردآوری: علی دزواره، بابک شرکتی

طراح گرافیک: سعید دین‌پناه

صفحه‌آرایی: زهرا وزیری

اجرای نمودار: کمیل ریحانی

ناشر: نشر طلایی

تعداد: ۱۰۰۰ نسخه

چاپ اول: ۱۳۹۸

شابک: ۶-۲۵-۶۰۰۹-۶۲۲-۹۷۸

سامانه پایش آنلاین اکوسیستم های آبی

woms.doe.ir

شیوه‌نامه پایش اکوسیستم تالاب‌ها

طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

تابستان ۱۳۹۸

فصل اول ۹
تعریف پایش، سطوح پایش و چرایی انجام پایش لحظه‌ای ۹
۱-۱ مقدمه ۱۰
۱-۲- تعریف پایش و ارزیابی ۱۳
۱-۳- سطوح پایش تالاب ۱۴
۱-۴- چرخه پایش تالاب ۱۵
۱-۵- جمع‌بندی و هدف از انجام پایش لحظه‌ای ۱۶
منابع ۱۶
فصل دوم ۱۹
معرفی مشخصات تالاب‌های ایران و ارائه انواع طبقه‌بندی مربوطه ۱۹
۲-۱- ویژگی‌های عمومی تالاب‌ها ۲۰
۲-۲- طبقه‌بندی انواع تالاب‌ها ۲۵
۲-۲-۱- تالاب های ساحلی / دریایی ۲۵
۲-۲-۲- تالاب‌های داخلی/ خشکی ۲۶
۲-۲-۳- تالاب‌های انسان ساخت (مصنوعی) ۲۸
۲-۲-۴- طبقه‌بندی برمبنای استقرار سیستم‌های پایش ۳۴
۲-۳- تالاب‌های ایران ۳۷
۲-۳-۱- مشخصات و ویژگی‌های فیزیکی تالاب ۴۲
۲-۳-۲- مثال‌هایی از تالاب‌های ساکن ۴۶
۲-۴- جمع بندی و هدف از طبقه‌بندی تالاب‌ها ۵۵
منابع ۵۶
فصل سوم ۵۷
قوانین و دستورالعمل‌ها در حوزه پایش کیفی منابع آب و لزوم به کارگیری آن‌ها ۵۷
۳-۱- بررسی دستورالعمل‌های بین المللی در ارتباط با برنامه پایش تالاب‌ها ۵۹
۳-۲- قوانین و دستورالعمل‌های داخلی ۶۵
۳-۳- لزوم تدوین دستورالعمل پایش ۷۱
۳-۴- جمع‌بندی و هدف از ارائه دستورالعمل‌ها ۷۲

منابع ۷۳
فصل چهارم ۷۵
مروری بر برنامه‌های پایش تالاب‌ها (با رویکرد پایش اکوسیستمی) ۷۵
۴-۱- رویکردهای متداول برنامه‌های پایش تالاب‌ها در دنیا ۷۸
۴-۲- ویژگی‌های پایش اکوسیستمی ۸۱
۴-۳- یک برنامه پایش جامع چگونه و چطور به مدیریت و حفاظت از تالاب‌ها کمک می‌کند؟ ۸۲
۴-۳-۱- مثال‌هایی از تجربیات موفق برنامه پایش تالاب‌ها در دنیا ۸۳
۴-۳-۲- اقدامات انجام شده در خصوص پایش اکوسیستمی تالاب‌ها ۸۵
۴-۴- جمع‌بندی و هدف از ارائه مطالعات و پروژه‌های مرتبط انجام شده ۸۶
منابع ۸۷
فصل پنجم ۸۹
انجام مطالعات پایه برای تعیین داده‌های مورد نیاز پایش ۸۹
۵-۱- ثبت شرایط اولیه پیش از ایجاد سیستم پایش ۹۱
۵-۲- سایت‌های مرجع برای ایجاد و استقرار سیستم پایش ۹۲
۵-۳- اطلاعات مورد نیاز در بررسی‌های اولیه و مطالعات پایه ۹۳
۵-۴- پرسش‌های کلیدی که باید در برنامه‌ریزی مطالعات پایه مد نظر قرار گیرند ۹۶
۵-۵- ریسک‌های محتمل در رویکردهای برنامه‌های پایش ۹۷
۵-۶- جمع‌بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل ۹۷
منابع ۹۸
فصل ششم ۹۹
اولویت انتخاب پارامترها در یک برنامه پایش اکوسیستمی تالاب ۹۹
۶-۱ متغیرهای عمومی ۱۰۱
۶-۲ مواد مغذی ۱۰۹
۶-۳ مواد آلی ۱۱۸
۶-۴ ذکر اهمیت پایش هریک از متغیرهای عمومی بر مبنای ماهیت منبع آبی و کاربری ۱۲۲
۶-۵- اولویت‌بندی پایش پارامترهای مهم در انواع تالاب‌ها (برمبنای طبقه‌بندی) ۱۲۴
۶-۶- جمع بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل ۱۲۵
منابع ۱۲۶
فصل هفتم ۱۲۷
روش‌ها و تجهیزات اندازه گیری پایش ۱۲۷
۷-۱ روش‌های اندازه‌گیری تراز آب ۱۲۸
۷-۲ روش‌های اندازه‌گیری پارامتر pH ۱۳۵
۷-۳ روش‌های اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ۱۳۷
۷-۴ روش‌های اندازه‌گیری اکسیژن محلول ۱۳۹
۷-۵ روش‌های اندازه‌گیری کدورت و TSS ۱۴۲
۷-۶ روش‌های اندازه‌گیری ریزجلبک‌ها ۱۴۵

۷-۷ روش‌های اندازه‌گیری مواد مغذی ۱۴۹
۷-۸ بار مواد آلی ۱۵۴
۷-۹ روش اسپکترومتری ۱۵۴
۷-۱۰- دستگاه پرتابل مولتی پارامتر ۱۶۱
۷-۱۱- روش‌های اندازه‌گیری دبی ۱۶۱
۷-۱۲- جمع‌بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل ۱۸۰
منابع ۱۸۱
فصل هشتم ۱۸۳
اجزای مختلف برنامه پایش اکوسیستم یک تالاب و بکارگیری داده‌های تولید شده ۱۸۳
۸-۱- اهداف توسعه برنامه پایش ۱۸۴
۸-۲ فهرست اقدامات برنامه‌سازی ۱۸۵
۸-۳- نحوه ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعات کیفی ۱۸۸
۸-۴- معرفی بانک‌های اطلاعاتی مناسب ۱۹۰
۸-۵- بررسی و ارائه روش نگهداری داده ها ۱۹۱
۸-۷- نحوه کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در عملیات پایش ۱۹۲
۸-۸- تجزیه و تحلیل داده‌ها و گزارش‌دهی ۱۹۳
۸-۹- تحلیل داده‌ها ۱۹۳
۸-۱۰- مقایسه نتایج حاصل از پایش با معیارها و استانداردهای معتبر ۱۹۴
۸-۱۱- ارائه مثال از تحلیل داده‌های پایش در پایش آنلاین تالاب ۱۹۴
۸-۱۲- جمع بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل ۱۹۶
منابع ۱۹۷
فصل نهم ۱۹۹
ارائه روش طراحی، اجرا ،بهره برداری و نگهداری از سیستمهای پایش لحظه ای در تالاب‌های کشور ۱۹۹
۹-۱- جمع بندی فصول قبل جهت طراحی اولیه سیستم پایش ۲۰۰
۹-۲- نحوه‌ی طراحی نهایی سیستم پایش بر مبنای زیرساخت‌های موجود در محل و طرح اولیه اصلاح شده ۲۰۰
۹-۳- مثالی از فرآیند اجرای یک پروژه پایش آنلاین در تالاب ۲۰۳
۹-۶- پایش و ارزشیابی شبکه‌های پایش در سطوح مختلف محلی، منطقه ای و ملی ۲۱۳
۹-۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۲۱۳
فصل دهم ۲۱۵
سامانه پایش آنلاین اکوسیستم‌های آبی ۲۱۵
۱۰-۱- راهنمای سامانه پایش آنلاین اکو سیستم‌های آبی ۲۱۷

پیشگفتار

در دهه‌های اخیر شرایط نامطلوب تالاب‌ها و از دست رفتن بسیاری از خدمات و کارکردهای آنها به واسطه کاهش حجم و سطح، دست‌اندرکاران را به سمت توجه بیشتر به این اکوسیستم‌ها و احیای خدمات و کارکردهای آنها کشاند. در اواسط دهه ۸۰ بود که سازمان حفاظت محیط زیست رویکرد زیست بومی را به عنوان رویکرد اصلی در حفاظت و احیای تالاب‌ها اعلام و با وضع قوانین پشتیبان توسط قانون‌گذاران و مکلف کردن دست‌اندرکاران اصلی به حفظ تالاب‌ها از طریق تدوین و اجرای برنامه‌های مدیریت جامع در سطح حوضه آبریز، گام‌های اجرایی حفاظت و بهره‌برداری خردمندانه از تالاب‌ها برداشته شد. نشست‌های برنامه‌ریزی در سطح کارشناسان محلی و در یک فرآیند پایین به بالا منجر به تولید برنامه‌هایی شد که تکلیف همه را در مواجه با تالاب در سطح حوضه آبریز مشخص نمود. گذر زمان لزوم پایش اقدامات انجام شده برای حفاظت از تالاب‌ها و میزان تأثیر آنها را بیش از پیش مشخص کرد و با کمک پروتکل‌های پایش همین برنامه‌های مدیریت این کار نیز آغاز گردید.

به دلیل شرایط پیچیده اکوسیستم‌های تالابی، پایش آنها نیز جنبه‌های گوناگونی دارد. موضوعاتی مثل پایش تنوع‌زیستی، پایش کمیت و کیفیت آب تالاب‌ها، پایش مسائل اقتصادی-اجتماعی و مواردی از این دست همیشه در اولویت‌های پایش تالاب‌ها قرار دارند و لاجرم در پایش اکوسیستم یک تالاب باید اقدامات پایشی در جنبه‌های مختلف آن و به موازات پیش رود تا بتوان قیاس صحیحی از تغییرات اکوسیستم در بلند مدت به دست آورد.

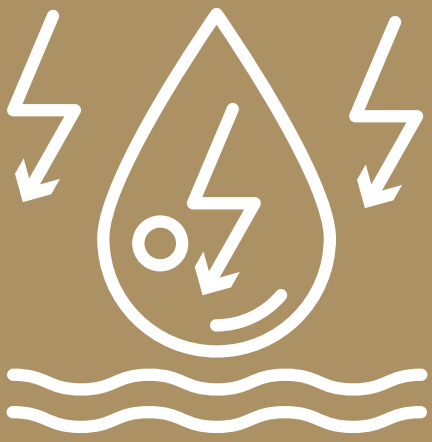
کتاب پیش رو تلاشی برای ورود به مباحث پایشی تالاب‌ها با نگاه اکوسیستمی است که سعی می‌کند مسیر صحیح ورود به این موضوع را ترسیم نموده و اقدامات مناسب را در جهت

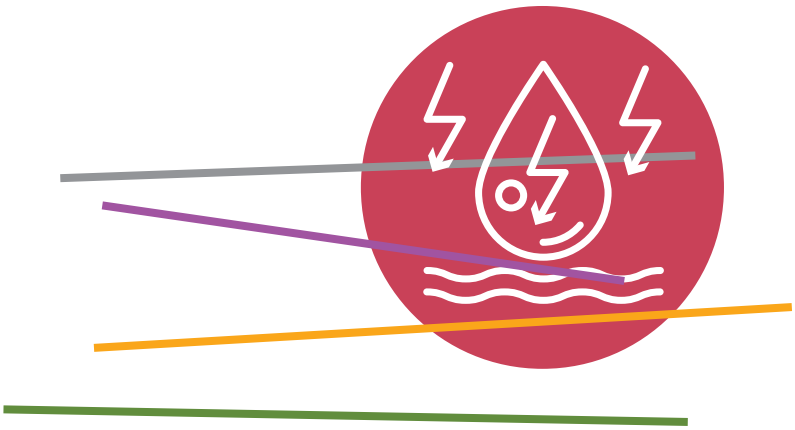
پایش اکوسیستم تالاب‌ها معرفی نماید. این کتاب تجربیات اقدامات عملی انجام شده در طرح حفاظت از تالاب‌های ایران با همکاری و مشارکت دفتر مدیریت اکوسیستم‌های تالابی در اجرای پروتکل پایش برنامه‌های مدیریت جامع تالاب‌های چغاخور، کانی‌برازان، سولدوز و نوروزلو است. تلاش بر این بوده اقدامات لازم در مرحله پیش از شروع پایش با توجه به طبقه‌بندی پیشنهادی از وضعیت تالاب‌ها تعیین و با توجه به آن اقدامات بعدی لازم، مشخص و عملیاتی شوند. نتیجه اجرای این روش الگوهای متفاوتی از پایش و پارامترهای مورد نیاز برای پایش را به دست داده است. بنا به ضرورت در این الگو از سیستم‌های پایش آنلاین تا سیستم پایش توسط اپراتور به کار گرفته شده و سعی بر این بوده که بنا بر اقتضای هر تالاب مناسبترین شیوه پایش مشخص و بکار گرفته شود. تمامی محدویت‌ها از جمله محدویت‌های محیطی، مالی، نگهداری و استمرار اقدامات پایشی، در نظر گرفته شده و راه‌حل‌های منطقی برای آنها در پیش گرفته شده است. موضوع نگهداری از داده‌های تولید شده، تبدیل آنها به اطلاعات و بکارگیری آنها در مدیریت تالاب‌ها نیز مد نظر بوده که نتایج آن در انتهای کتاب آورده شده است.

نتایج اقدامات عملی انجام شده در تالاب‌های مذکور فعالیت‌های بسیار محدودی است که تنها به موضوعات پایه‌ای اکوسیستمی می‌پردازد و امید می‌رود با توسعه فعالیت‌های پایشی در آینده اجزای بیشتری از اکوسیستم تالاب‌ها پایش و در جهت حفاظت از آنها به کار گرفته شود.

فصل اول

تعریف پایش، سطوح پایش و چرایی انجام پایش لحظه‌ای





۱-۱ مقدمه

زیستگاه‌های تالابی یکی از پراهمیت‌ترین بوم سازگان‌های طبیعی کره زمین هستند که در اغلب برنامه‌ریزی‌هایی که توسط انسان برای توسعه صورت گرفته است، نقش و اهمیت آنها کمتر در نظر گرفته شده است. برنامه‌های توسعه‌ای که به‌صورت بخشی و به دور از یک نگاه جامع نگر تدوین و اجرایی شده‌اند، خسارت های جبران‌ناپذیری را به تالاب‌ها وارد کرده و اقدامات حفاظتی دستگاه‌های متولی که عمدتا ناشی از همین نگاه بخشی و به دور از فضای تعامل با سایر ذینفعان بوده است نیز نتوانسته مانع از این روند تخریبی در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله ایران باشد. ایران دارای تعداد زیاد و انواع گوناگون از تالاب‌ها است که اهمیت آنها در زمینه تنوع زیستی در جهان کم نظیر و در خاورمیانه بی‌بدیل می‌باشد (نظری دوست و همکاران، ۱۳۹۱).

مدیریت تالاب‌ها برخلاف سایر بوم‌سازگان‌های طبیعی تا حد قابل ملاحظه‌ای وابسته به شرایط حوضه آبریز و وضعیت فعالیت‌های بالادست می‌باشد. هرگونه فعالیت توسعه‌ای و بهره‌برداری از منابع در حوضه‌های آبریز منتهی به تالاب‌ها، پیامدهای قابل توجهی در تالاب‌های پایین دست خواهد داشت. به همین دلیل تدوین برنامه‌های مدیریت تالاب‌ها باید با رویکردهای فراگیر و در مقیاس حوضه‌ای باشد. مهمترین رویکرد نوینی که می‌تواند پشتوانه تدوین و پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریت تالاب‌ها در این مقیاس باشد رویکرد مدیریت زیست‌بومی و یا اکوسیستمی تالاب است. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران با به‌کارگیری رویکرد مدیریت اکوسیستمی طی فرآیندی کاملا مشارکتی در سطح حوضه‌آبریز و با همکاری کلیه ذینفعان از سطوح محلی تا ملی نسبت به تدوین برنامه‌های مدیریت جامع تالاب‌های منتخب اقدام نموده است. بکارگیری این رویکرد زمینه مناسبی را برای همگرایی کلیه ذینفعان در فرآیند مدیریت تالاب‌های یاد شده فراهم

آورده است. در نتیجه علاوه بر تصویب فرابخشی این برنامه‌های مدیریتی در هئیت محترم دولت به عنوان بالاترین مرجع فرابخشی، عملیاتی شدن پروژه‌های اجرایی برنامه‌مدیریت توسط مراجع مختلف آغاز گردیده است. بدیهی است که این رویکرد در مدیریت مناطق حفاظت شده تالابی رهیافت نوینی است که نهادینه شدن آن در مجموعه سازمان حفاظت محیط‌زیست و توسعه در سایر تالاب‌ها نقش مهمی در پایداری این زیست‌بوم‌های ارزشمند خواهد داشت (نظری دوست و همکاران، ۱۳۹۱).

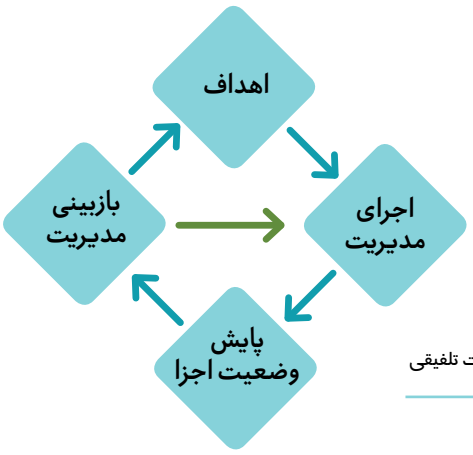
تالاب‌ها در زمره‌ی حاصلخیزترین اکوسیستم‌های کره زمین هستند. اما عدم درک جوامع از اهمیت حیاتی آنها باعث شده که این اکوسیستم‌های پیچیده با همه‌ی کارکردها، ارزش‌ها و فواید چندجانبه‌ی خود در معرض عوامل تهدیدکننده نظیر بهره برداری بی‌رویه، تغییر و تبدیل آن‌ها به سایر کاربری‌ها قرار گیرند. تالاب‌ها انباره تنوع زیستی طبیعت محسوب می‌شوند. تالاب‌ها در تغذیه آبخوان‌ها، کنترل سیلاب‌ها، حفظ مواد رسوبی، مواد مغذی ، پاکسازی و تصفیه آب‌ها از آلودگی‌ها، حفظ مناطق ساحلی در برابر امواج و طوفان‌ها، تضمین چرخه زیستی هزاران گونه آبزی و پایداری شیلات کشورها نقشی اساسی وغیرقابل انکار دارند. تالاب‌ها را به خاطر کارکردهایی که در چرخه هیدرولوژیکی و شیمیایی نظیر جذب مواد سمی، هضم آلودگی‌ها از مواد نیتراته و فسفره دارند، امروزه به عنوان «کلیدهای طبیعت» نامگذاری کرده‌اند.

بحث مدیریت تالاب‌ها در ایران طی سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب نموده است این در حالی است که اغلب به دلیل کمبود اطلاعات لازم در مورد ماهیت مشکلات مدیریتی، منشاء اصلی مشکلات، و کارآمد نبودن اقدامات، "مدیریت تالاب‌ها" متوقف می‌ماند. هدف از مدیریت تالاب‌ها، ارائه راهکارهای اجرائی در چارچوب ایجاد يك نظام مدیریتی تلفیقی مبتنی بر مدیریت اکوسیستمی حوضه آبخیز برای کاهش تهدیدات عمده‌ای است که متوجه تنوع زیستی مناطق حفاظت شده تالابی است. اتخاذ این رویکرد از آن جهت ضروری است که توسعه سریع فعالیت‌های مختلف در منطقه، منابع آب و ویژگی‌های اکولوژیکی تالاب‌ها را تحت تاثیر قرار داده است و این در حالی است که ساختار کنونی و رویکردهای سنتی موجود برای مدیریت تالاب‌ها قادر نیست به نحو مطلوب نیازهای مردم محلی و نیز فعالیت‌های مخربی که در پیرامون منطقه تالاب‌ها در جریان است را مورد توجه قرارداده و کنترل و اداره نماید. هدف از طرح مدیریتی تعریف و تدارك يك چشم‌انداز بلندمدت و مشترك برای مدیریت پایدار تالاب و ارزش‌ها و مزایای متعدد اکوسیستم آن است. این طرح به‌ویژه بر مشارکت افراد محلی و ترغیب آنها به استفاده خردمندانه از منابع تالاب، افزایش مشارکت‌های بین بخشی به‌منظور دستیابی به اهداف مشترك موردنظر، و ارتقاء آگاهی‌ها نسبت به اهمیت تالاب‌ها تاکیدی ویژه دارد.

اگر تالاب به صورت قابل توجهی دچار نقص عملکردی یا تخریب شده باشد، بهبود کلی

ویژگی‌های آن با حذف یا کاهش تأثیرات عوامل مخرب (به عنوان مثال گودال‌های زهکشی یا ورود مواد آلاینده) با هدف بازگشت ظرفیت عملکردی تالاب به ظرفیت پیش از تخریب، پروژه احیای تالاب را رقم می‌زند که خود نیازمند آگاهی از شرایط و مشخصات کمی و کیفی پیکره آبی و اکوسیستمی تالاب است. همچنین در بررسی وضعیت تالاب‌ها از جمله تالاب‌های در معرض بحران، سطح تخریب یا تضعیف عملکرد تالاب باید در ابتدای برنامه‌ریزی پروژه مورد ارزیابی و ثبت قرار گیرد. این امر نیازمند انجام یك مقایسه ساده بین یك تالاب تخریب یا تضعیف شده با تالاب‌های تغییر نیافته از همان نوع است که این کار ضرورت پایش را بیش از پیش مشخص می سازد. تفکیك شفاف تالاب‌هایی که به میزان قابل توجهی تغییر یافته‌اند (به عبارت دیگر محلی که یك عامل مخرب یا عامل تغییر باعث تخریب قابل توجه یك یا چند ویژگی تالاب شده باشد) با تالاب‌هایی که تغییر ویژگی‌های آنها نسبتا ناچیز است، اقدامی ضروری در اولویت بخشی به پروژه‌های حفاظت از تالاب‌ها به شمار می‌رود. (Tiner،2016)

یک برنامه منسجم و کارآمد پایش تالاب می تواند اطلاعات لازم را جهت پوشش کاستی‌ها در اختیار مدیران و تصمیم گیرندگان قرار دهد. پایش یک فرآیند سیستماتیک جمع‌آوری اطلاعات پایه در طول زمان است که به منظور مقایسه با یک استاندارد از پیش تعیین‌شده انجام می‌پذیرد. لازم به یادآوری است که یک "برنامه پایش" لزوما پیچیده یا پرهزینه نیست بلکه کارآمدی برنامه به مناسب بودن و بهنگام بودن اطلاعات جمع‌آوری شده بستگی دارد. یک برنامه پایش خوب طراحی‌شده می‌تواند ساده و کارامد باشد. اگر اطلاعات جمع‌آوری شده مورد استفاده قرار نگیرند یا بر روند مدیریت تالاب اثرگذار نباشند، حتی یک برنامه پایش خوب طراحی شده نیز بی‌ارزش خواهد بود. در شرایط ایده‌آل، هر تالابی بایستی تحت یک برنامه مدیریتی منسجم، همه‌سونگر و با اهداف مشخص باشد. اطلاعات جمع‌آوری شده تحت یک برنامه پایش بایستی در راستای اهداف مدیریتی و جهت تاثیرگذاری بر برنامه مدیریت بکار روند (چرخه مدیریت تطبیقی؛ شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱. چرخه مدیریت تلفیقی

پایش در اصل ابزاری است برای اندازه‌گیری نتایج اقدامات مدیریتی و برآورد وضعیت موجود محیط تالابی و میزان تغییر آن. برنامه پایش معمولا بهتر است قبل از انجام اقدامات مدیریتی انجام پذیرد، یا حداقل اطلاعات پایه تالاب مورد نظر از قبل جمع‌آوری شده باشند. اگر برنامه پایش پیش از انجام اقدامات مدیریتی صورت پذیرد ضروری است اطلاعات جمع‌آوری شده در طی برنامه پایش در بازبینی اهداف و اقدامات مدیریتی مورد استفاده قرار گیرند (Cavanagh،1998).

کلید موفقیت یک برنامه سودمند پایش در طراحی مناسب آن است. آن دسته از برنامه‌های پایش که آکنده از داده ولی دارای اطلاعات ضعیفی هستند ابزارهای مدیریتی کارامدی نبوده و اگر این اطلاعات گمراه کننده نیز باشند، ناکارآمدی برنامه پایش تشدید می‌شود. تدوین و اجراء یک برنامه پایش خوب مستلزم همکاری نزدیک و تشریک مساعی بین مدیران تصمیم‌گیر، متخصصین و سایر ذینفعان نظیر جوامع محلی است (که اغلب اطلاعات خوبی نیز در مورد شرایط موجود دارند) (Nielsen،2006).

می‌توان تالاب‌ها را با اهداف متعددی از جمله برای به حداکثر رساندن تولید ماهی، ذخیره آب برای آبیاری و یا آب آشامیدنی و یا تنها به دلایل زیبایی شناسی به منظور ترویج گردشگری مدیریت و پایش کرد. آیین نامه چارچوب آب اتحادیه اروپا، يك نهاد قانونی بوده که به منظور مدیریت منابع آب در اتحادیه اروپا تشکیل شده است و هدف‌گذاری آن برای رسیدن به يك وضعیت اکولوژیکی مطلوب می‌باشد (کمیسیون اروپا، ۲۰۰۵). طبق کنوانسیون رامسر، مدیریت با هدف بهره‌برداری خردمندانه انجام می‌پذیرد و در این خصوص تعداد زیادی راهنما به چاپ رسیده است. اکثر تالاب‌ها برای اهداف چندمنظوره‌ای که شامل تنوع زیستی نیز می‌شود، مدیریت می‌شوند و به همین دلیل برای اکثر سایت‌ها برنامه‌های مدیریتی مورد نیاز است. به عنوان مثال، سه هدف راهبردی در نظر گرفته شده برای دریاچه ارومیه شامل موارد زیر می‌شوند:

الف) افزایش سطح آگاهی‌ها در مورد ارزش‌های دریاچه ارومیه و تالاب‌های اقماری آن و ارتقاء مشارکت عمومی در مدیریت آن‌ها، ب) مدیریت پایدار منابع آبی و کاربری اراضی و ج) حفاظت از تنوع زیستی و استفاده پایدار از منابع تالاب.

۱-۲- تعریف پایش و ارزیابی

برنامه پایش و ارزیابی تالاب شامل استقرار، انجام عملیات و نصب تجهیزات مناسب، ارائه راهکارهای مورد نیاز برای پایش، جمع‌آوری و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شرایط تالاب در یک منطقه تعریف می‌شود (EPA, 2016). پایش، یک مشاهده سیستمی و ثبت شرایط فعلی و در حال تغییر است در حالی‌که ارزیابی، استفاده از داده‌های موجود جهت ارزیابی تالاب‌ها برای پشتیبانی از فرآیندهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی است. تالاب‌ها می‌توانند توسط شرایط و

کارکردشان شناسایی شوند. شرایط تالاب بیانگر وضعیت فعلی تالاب در مقایسه با استانداردهای مرجع در ارتباط با خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی است در حالی‌که کارکرد بیانگر فرآیندی است که اکوسیستم تالاب را مشخص می‌کند.

۱-۳- سطوح پایش تالاب

EPA (آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا) ساختار سه بخشی برای پایش و سنجش تالاب تعریف می‌کند (USEPA, 2007).

سطح اول

سطح ۱ یا ارزیابی منظر اراضی، که کاملاً به داده های GIS، استفاده از شاخص‌های اختلال در منظر اراضی و اندازه‌گیری شرایط توپوگرافی تالاب متکی است. این روش شامل شناسایی اراضی است که تالاب را احاطه کرده‌اند. نتایج ارزیابی می‌تواند شاخصی دقیق برای درک شرایط درون یک حوضه آبریز را فراهم آورد.

سطح دوم

سطح ۲ یا ارزیابی سریع، از سنجه‌های نسبتاً ساده برای ارزیابی شرایط تالاب استفاده می‌کند. در این روش داده‌ها به‌صورت عادی براساس صفات عینی و با مشاهده آسان هیدروژئومورفیک و جامعه گیاهی تالاب ها به‌دست می‌آیند. جهت انجام این نوع از اندازه‌گیری همچنین می‌توان از چک لیست عوامل تنش‌زا استفاده کرد. روش‌های ارزیابی سریع معمولا یک کد به دست می‌دهند که جنبه توصیفی داشته و تالاب با توجه به یکپارچگی اکولوژیکی در آن قرار می‌گیرد.

سطح سوم

سطح ۳ یا ارزیابی گسترده محل، معیاری دقیق و جامع از شرایط تالاب با جمع آوری سنجش‌های مستقیم و همه‌جانبه داده‌های طبقه‌بندی زیستی و یا کارکردهای هیدروژئومورفیک را ارائه می‌دهد. به عنوان مثال از شاخص‌هایی که ممکن است در ارزیابی سطح ۳ استفاده شوند ترکیب/ساختار گیاهی، مشخصات کمی و کیفی پیکره آبی و مقدار ماده آلی خاک هستند.

فعالیت‌های پایش تالاب در هر سه سطح به نحو موثری با سایر اقدامات پایش آب‌های سطحی نظیر ارزیابی‌های رودخانه ترکیب می‌شوند. مدل مفهومی ساختار سه بخشی پایش تالاب توسط USEPA در شکل ۱-۲ ارائه شده است.

شکل ۱-۲. مدل مفهومی ساختار سه بخشی پایش تالاب USEPA

۱-۴- چرخه پایش تالاب

عملیات پایش تالاب معمولاً بصورت چرخه تالاب در مدیریت تالاب‌ها به اجراء گذاشته می‌شوند تا اطلاعات لازم برای مدیریت و تصمیم‌گیری در یك قالب کاربردی ارائه شود. این اطلاعات همچنین باید به طور منظم بروز شوند چرا که به‌عنوان مثال ممکن است اطلاعات سال گذشته دیگر کاربردی نبوده و منجر به تصمیم گیری‌های نادرست شوند. این فرآیند کسب اطلاعات دست اول درمورد تالاب‌ها و به روز سازی دوره‌ای آن، چرخه پایش تالاب نام دارد (شکل ۱-۳).

شکل ۱-۳. چرخه پایش تالاب

۱-۵- جمع‌بندی و هدف از انجام پایش لحظه‌ای

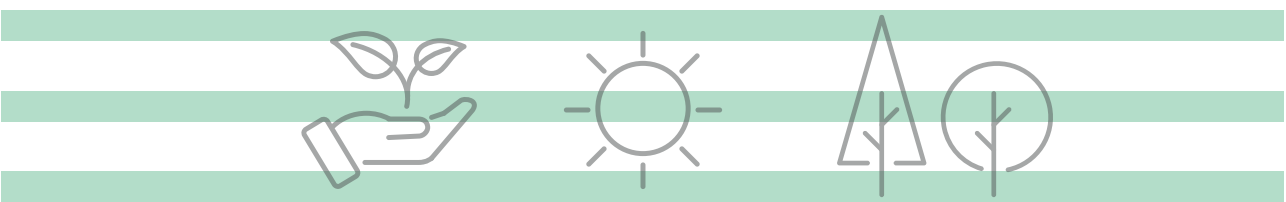
همانطور که در این فصل اشاره شد، در فرآیند مدیریت تالاب به ویژه ارزیابی پیکره آبی تالاب که بطور مستقیم بر اکوسیستم آن نیز اثرگذار است، اندازه‌گیری مشخصات کمی و کیفی مستمر پیکره آبی از اهمیت بالایی برخوردار است. جهت تدوین استراتژی‌های مدیریتی و همچنین ارزیابی کارآمدی این استراتژی‌ها در حفظ و حفاظت از پیکره آبی تالاب‌ها، بکارگیری سیستم‌های پایش از آن جهت اهمیت بیشتری می‌یابد که این امکان را برای دست‌اندرکاران فراهم می‌سازد تا به رفتارنگاری و ارزیابی مشخصه‌های تالاب در زمان‌ها و فصول مختلف بپردازند و نهایتاً با توجه به جمع‌بندی بلند مدت داده‌های حاصل، راهکارهای حفاظتی پایدار و کارآمد را ارائه نمایند، به بررسی اندرکنش پارامترهای طبیعی و عوامل انسانی پرداخته و عارضه‌یابی دقیق انجام دهند.

به همین منظور در فصل بعد به بررسی مشخصات تالاب‌های کشور پرداخته خواهد شد تا با طبقه‌بندی آن‌ها برمبنای مشخصات طبیعی و استانداردها بتوان جهت پایش تالاب‌ها گام‌های عملیاتی را مدنظر قرار داد.

منابع

- طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. ۱۳۸۷. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. کارگاه آموزشی پایش تالاب‌ها. سازمان حفاظت محیط زیست.
- برنامه پایش دریاچه پریشان. ۱۳۸۸. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. سازمان محیط زیست.
- گزارش راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. ۱۳۸۷. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. سازمان محیط زیست و سازمان ملل متحد.
- کریس، بکر. ۲۰۰۵. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌های حوضه دریاچه ارومیه، ترجمه: مهندسین مشاور پندام.

- Adamus, P. R., 1983. A Method for Wetland Functional Assessment: Volume II FHWA Assessment method (No. FHWA-IP-82-24 Final Rpt).
- Åhlund, M., & Götmark, F., 1989. Gull predation on eider ducklings Somateria mollissima: effects of human disturbance. Biological Conservation. 48(2), 115-127.
- Cavanagh, N., Nordin, R. N., Pommen, L. W., & Swain, L. G.,1998. Guidelines for designing and implementing a water quality monitoring program in British Columbia. Aquatic Inventory Task Force of the Resource Inventory Commission, Forest Renewal British Columbia. Ministry of Environment, Land and Parks.
- Federal Geographic Data Committee.,1992. Application of satellite data for mapping and monitoring wetlands. Wetlands Subcommittee Technical Report, 1.
- Gonzalez, C., Greenwood, R., & Quevauviller, P. (Eds.)., 2009. Rapid chemical and biological techniques for water monitoring (Vol. 23). John Wiley & Sons.
- McBride, G. B., 2005. Using statistical methods for water quality management: issues, problems and solutions (Vol. 19). John Wiley & Sons.
- Moser, M., A. Lotfi., 2007. Guidelines for the Production of Management Plans for Project Demonstration Sites, Conservation of Iranian Wetlands Project.
- Nielsen, D. M. (Ed.)., 2005. Practical handbook of environmental site characterization and ground-water monitoring. CRC press.
- Tiner, R. W. (2016). Wetland Indicators: A Guide to Wetland Formation, Identification, Delineation, Classification, and Mapping. Crc Press.
- US EPA., 2006. Elements of a State Water Monitoring and Assessment Program for Wetlands.Accessed at http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/Wetland_Elements_Final.pdf (PDF) (12 pp, 90K, About PDF).
- US EPA., 2007. Elements of a State Water Monitoring and Assessment Program. EPA 841-B-03-003. Washington D.C.



فصل دوم

معرفی مشخصات تالاب‌های ایران و ارائه انواع طبقه‌بندی مربوطه

۲-۱- ویژگی‌های عمومی تالاب‌ها

در سراسر جهان مناطقی با آب کم‌عمق یا خاک‌های اشباع وجود دارند که پوشش گیاهی آن غالباً از گونه‌های گیاهی بزرگی تشکیل شده که در دیگر زمین‌های بالادست یافت نمی‌شوند. معمولاً بارزترین ویژگی چنین مناطق، گیاهانی هستند که سر از آب بیرون می‌آورند، ولی در بررسی دقیق‌تر این مناطق گیاهان شناور در سطح آب و یا گیاهانی که زیر آب رشد می‌کنند نیز دیده می‌شوند. همچنین گروه‌هایی از جانوران، به ویژه پرندگان، وجود دارند که کم و بیش محدود به این نواحی هستند. این مناطق با گونه‌های منحصر به فرد گیاهی و جانوری خود تالاب به شمار می‌آیند. واژه تالاب به نسبت واژه جدیدی است که بسیاری از انواع زمین‌های خیس را شامل می‌شود و به صورت محلی مرداب، باتلاق، آبگیر (فن)، لنجزار، خلاش (سیاه آب)، گنداب، دریاچه، گودال آب، چالاب و ... نامیده می‌شود. برخی از این مناطق همچون تالاب‌های اورگلید فلوریدا، زمین‌های پست خلیج هادسون، پانتانال، دلتای اوکاوانگو، دلتای مکونگ، دلتای دانوب، تالاب‌های بین‌المللی هامون، دریاچه ارومیه و ... بسیار وسیع هستند و صدها یا هزاران کیلومتر مربع را پوشش می‌دهند و انواع مختلفی از گیاهان را دربر می‌گیرد، در حالی که تالاب‌های دیگر ممکن است بسیار کوچک، با مساحتی کم‌تر از یک هکتار باشند، مانند: چال مرغزارها، استخرهای بهاری کالیفرنیا، بیلابونگ‌ها در استرالیا آبگیرهای حاشیه رودخانه اترک، آبگیرهای حاشیه رودخانه ارس یا آبگیرهای کوچک جلگه خزری.

همچنین تالاب در نظر عموم مردم دارای معانی و تعاریف مختلفی است. در حال حاضر بیش از ۵۰ تعریف مختلف برای تالاب‌ها ارائه شده است. تعاریفی که تاکنون برای تالاب‌های ارائه شده است را می‌توان به دو گروه شامل تعاریف بسته و فراگیر تقسیم بندی نمود.

در یکی از تعاریف ارائه شده، تالاب‌ها عمدتاً به عنوان اکوتون معرفی شده که این مناطق گذرگاه بین دو یا چند جامعه متمایز با محیط زیست آبی و خشکی به شمار می روند که البته این تعریف در عمل نمی‌تواند کاربرد داشته باشد؛ زیرا در مقایسه با سایر تعاریف ارائه شده مشکلات مفهومی عمده‌ای دارد. در بین تعاریف ارائه شده، تعریف کنوانسیون رامسر که مهمترین و فراگیرترین مرجع بین المللی مرتبط با حفاظت تالاب‌ها می باشد، در زمره تعاریف باز و گسترده است که اغلب در متون علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تعریف به شرح زیر است:

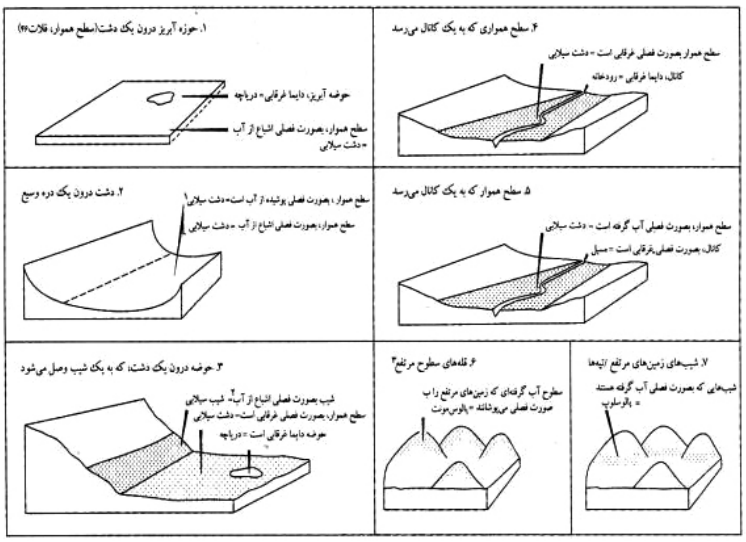
«مناطق مردابی، آبگیر، تورب‌زار، آب طبیعی یا مصنوعی، دائم یا موقت با آب ساکن یا جاری، شیرین، لب شور یا شور و نواحی ساحلی دریاها که عمق آنها در کمترین جزر از ۶ متر بیشتر نباشد.»

طبق این تعریف، بسترهای علفی دریایی در مناطق ساحلی، پهنه‌های گلی و سنگی، درختان حرا، آب‌های شیرین، رودخانه‌ها، مصب‌ها، مرداب‌های جنگلی و دریاچه‌های شور نیز جزو تالاب‌ها محسوب می‌شوند و همانطور که در تعریف مشخص می‌باشد، حتی زیست بوم‌هایی که به صورت مصنوعی تشکیل گردیده‌اند نیز به عنوان تالاب شناخته می‌شوند. علاوه بر این در ماده ۲-۱ همین کنوانسیون ذکر شده که تالاب‌ها ممکن است شامل مناطق ساحلی یا کرانه‌های مجاور دریاها و جزیره‌ها و یا بخش‌هائی از آب دریا باشند که عمق آنها در پائین‌ترین حد جزر بیشتر از شش متر نباشد. تالاب‌ها به طور باورنکردنی انواع گوناگونی دارند (شکل ۲-۱) و این گوناگونی از تفاوت در منابع آبی آن‌ها (هیدرولوژی) و مکان قرار گرفتن آن‌ها در چشم‌انداز (ژئومورفولوژی) ناشی می‌شود. پوشش گیاهی تالاب‌ها از پوشش غالب خزه‌ای سیاه‌آب‌ها در مناطق قطب شمال تا پوشش غالب درختی در دشت‌های سیلابی مناطق گرمسیری حوضه آبخیز آمازون تغییر می‌کند (Finlayson, Moser,1991). در اقلیم‌های مرطوب، مثل شمال غرب اروپا، تقریباً در هر نوعی زمین، از پست‌ترین مناطق تا تپه‌های مرتفع، برخی انواع تالاب‌ها را می‌توان مشاهده کرد (شکل ۲-۲)، ولی در اقلیم‌های خشک، مانند جنوب آفریقا و بخش اعظم استرالیا، تالاب‌ها اغلب به رودره‌ها و زمین‌های پست محدود می‌شوند. برای مثال، در اقلیم‌های میانه و معتدل، مرکز و شمال ایالات متحده، اغلب تالاب‌ها در گودی‌ها و سطوح شیب‌دار قرار گرفته‌اند (شکل ۲-۳).

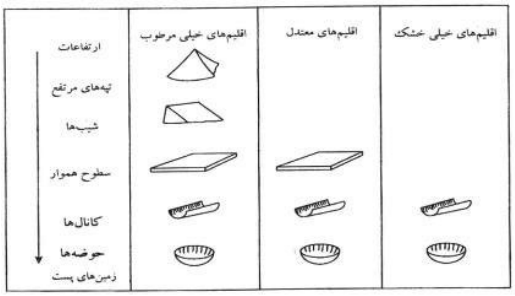
در یک منطقه مشخص، به دلیل اختلاف‌های اندک در هیدرولوژی تالاب‌ها، انواع مختلفی از گیاهان در یک مجموعه از چشم‌اندازهای مشابه یافت می‌شوند.

تالاب‌ها ویژگی‌های مشترکی با سیستم‌های آبی و سیستم‌های خشکی دارند. با این وجود، تالاب‌ها دو مشخصه دارند که در کنار یکدیگر آن‌ها را منحصر به فرد می‌نماید. اولین ویژگی آن‌ها

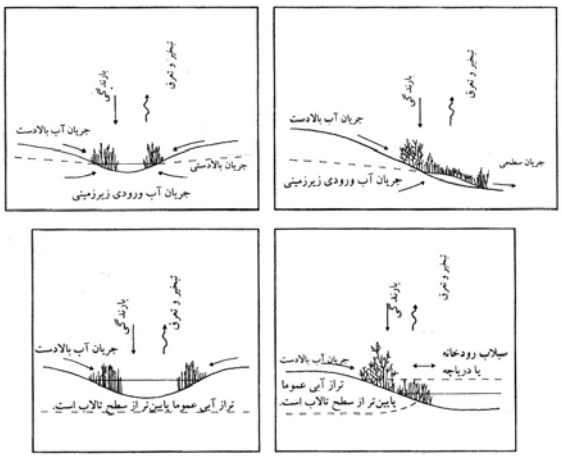
خاک‌های بی‌هوازی است. خاک‌های بی‌هوازی به این دلیل به وجود آمده و توسعه می‌یابند که اکسیژن محلول در خاک اشباع‌شده از آب، خیلی سریع توسط میکروارگانیزم‌ها کاهش می‌یابد. خاک‌های بی‌هوازی، تالاب‌ها را از دیگر سیستم‌های خشکی مانند جنگل‌های خزان کننده و چمنزارها متمایز می‌کند. نه تنها این خاک‌ها بی‌هوازی هستند، بلکه در آب بالای آن نیز اغلب اکسیژن وجود ندارد و یا غلظت آن بسیار پایین است، لذا اکسیژن برای بسیاری از گیاهان و گونه‌های جانوری تالاب‌ها فاکتور محدود کننده است. به تبع این مسئله، ارگانیزم‌هایی که در تالاب‌ها زندگی می‌کنند بایستی ویژگی‌های اندام‌شناسی، ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و سازگاری‌های رفتاری داشته باشند تا آن‌ها را قادر به استحصال، نگهداری، ذخیره‌سازی و یافتن اکسیژن نماید. مشخصه دومی که تالاب‌ها را از سایر سیستم‌های آبی متمایز می‌کند گیاهان بزرگ هستند، از آن‌ها مجموعاً به عنوان ماکروفیت‌ها یاد می‌شود. ماکروفیت‌ها اغلب اشکال رویشی گیاهان خشکی را (مانند: درخت، بوته، چمن، سرخس، خزه و ...) را دارند و تولیدکنندگان اصلی و اولیه تالاب‌ها هستند. در حالی که جلبک‌ها تولیدکنندگان اصلی و اولیه سیستم‌های آبی (آب‌راهه‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) هستند. گرچه، در تالاب‌ها نیز جلبک‌ها حضور دارند و می‌توانند تولیدکننده اصلی و اولیه باشند. به هر حال در یک تالاب، ماکروفیت‌ها و بقایای (برگ‌ریخت) آن‌ها، بخش عمده ساختار فیزیکی تالاب را ایجاد و شرایط زیست محیطی محلی (مانند درجه حرارت آب و خاک، سرعت آب، شیمی آب و سرعت باد) را تعدیل می‌کنند.



شکل ۲-۱. اشکال زمین و انواع تالاب‌های مرتبط با آن (نظری دوست و همکاران،۱۳۹۲)

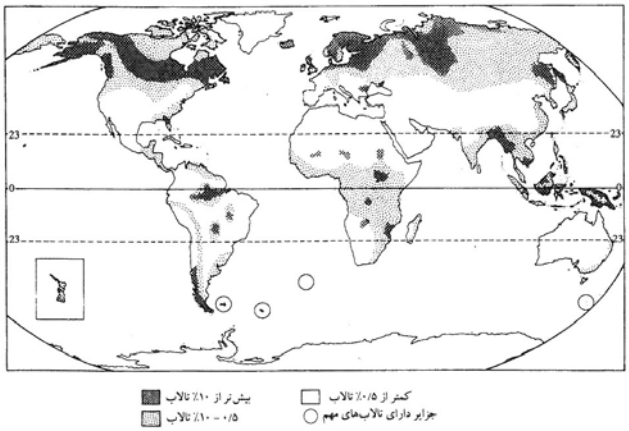


شکل ۲-۲. انواع اشکال مختلف زمین که تالاب‌ها می‌توانند در اقلیم‌های متفاوت در آن‌ها شکل بگیرند (نظری دوست و همکاران، ۱۳۹۲)



شکل ۲-۳ . چهار نوع معمول انواع تالاب: تالاب‌های گودالی و شیب‌دار، دارا یا فاقد ورودی‌های آب زیرزمینی (نظری دوست و همکاران، ۱۳۹۲)

در کره زمین توزیع تالاب‌ها به صورت نامتعادلی اتفاق افتاده است، به گونه‌ای که سطح قابل توجهی از آن‌ها در قطب شمال و منطقه جنب قطب شمال در بخش‌های شمالی قاره‌های آمریکا، اروپا و آسیا و نیز مناطق وسیع رودخانه‌ای و دریاچه‌ای استوایی در آفریقا یا آمریکای جنوبی قرار دارند (شکل ۲-۴). تقریباً بیش از نیمی از این تالاب‌ها تورب‌زار هستند (Charman, 2002). تورب‌زارها را می‌توان از روی خاک‌شان که شامل لایه‌های نیمه تجزیه شده مواد گیاهی (تورب) است، از سایر تالاب‌ها تشخیص داد.



شکل ۲-۴. پراکنش جهانی تالاب‌ها مطابق با دسته‌بندی گور (۱۹۸۲) (نظری دوست و همکاران، ۱۳۹۲)

در سطح ملی نیز چندین تعریف در ارتباط با تالاب‌ها ارائه گردیده است که یکی از آنها تعریفی است که در قانون اراضی مستحدث و ساحلی مصوب ۱۳۵۴/۴/۲۹ ارائه شده است. بند «ج» ماده یک قانون تالاب بدین شرح تعریف شده است: «تالاب، اعم از اراضی مرداب، باتلاق یا آب بندان طبیعی که سطح آن در حداکثر ارتفاع آب از پنج هزار هکتار کمتر نباشد». بدیهی است که این تعریف نیز مانند سایر تعاریفی که مورد تأیید و تصویب مجلس قرار گرفته دارای پشتوانه حقوقی بوده و در سطح ملی بویژه درمواردی که نیاز به حمایت‌های قانونی است، می تواند به عنوان تعریف رسمی به کار گرفته شود. البته با توجه به مرجعیت بین المللی کنوانسیون رامسر و فراگیر بودن تعریف ارائه شده از سوی کنوانسیون یا شده، تعریف این کنوانسیون در بین متخصصین ایرانی کابرد بیشتری دارد ضمن اینکه همانطور که اشاره شد، از پشتوانه حقوقی و مصوبه مجلس نیز برخوردار است.

اهمیت تالاب‌های ایران از لحاظ تنوع زیستی بین المللی در خاورمیانه بی‌بدیل بوده و این کشور به عنوان خاستگاه کنوانسیون رامسر، از مدت‌ها پیش تعهد خود را به حفاظت از تالاب‌ها نشان داده است. با این وجود، در دهه‌های گذشته، نرخ سریع توسعه در ایران فشار زیادی را بر منابع آب و سرزمین وارد آورده است، به نحوی که نظام مناطق حفاظت شده همواره برای حفظ شرایط بسیاری از تالاب‌های مهم بین المللی و تنوع زیستیِ پیرامون آن‌ها در حال منازعه است. از لحاظ جهانی، ایران یك کشور کم آب و تحت سلطه مناطق خشك و نیمه خشك است که بیش از ۶۰ درصد از مناطق آن در چنین طبقه بندی‌ای قرار می‌گیرند. تاکنون، بیش از ۱۰۰۰ تالاب در ایران شناسایی شده که گستره متنوعی از شاخابه‌ها و باتلاق‌های زمین‌های پست خزر تا دلتای طبیعی سیستان در شرق ایران، دریاچه‌های وسیع نمکی فلات مرکزی تا دلتاهای بین‌النهرین در بالای خلیج فارس و دریاچه‌های استپ‌های ترکمن تا جنگل‌های حرایِ جزر و مدی و زمین‌های باتلاقی حاشیه خلیج فارس را شامل می‌شود.

۲-۲- طبقه‌بندی انواع تالاب‌ها

تلاش بسیار در سطح سازمان‌های ملی و بین‌المللی انجام شده تا یک تعریف رسمی از تالاب‌ها ارائه شود (Finlayson,Van der valk,1995). علی‌رغم تفاوت آن‌ها در تأکید و ترکیب کلمات، همه این تعاریف به شکل شگفت‌انگیزی یک‌پارچه هستند، بر اساس نظر کمیته طبقه‌بندی تالاب‌ها (۱۹۹۵)، حداقل ویژگی‌های ضروری یک تالاب بازگشت‌کنندگی، آب‌گرفتگی پایدار با اشباع نزدیک سطح و حضور ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است که بیانگر بازگشت‌کنندگی آب‌گرفتگی پایدار یا اشباع باشد. ویژگی‌های مشخص‌کننده و مشترک تالاب‌ها، خاک‌های هیدریک و پوشش گیاهی آبدوست (هیدروفینیک) است.

گرچه بر پایه اصول تعریف این که کجا تالاب است و تالاب از چه چیز تشکیل شده و ساده به نظر می‌آید، اما در عمل تعیین مرز و حدود تالاب‌ها اغلب دشوار است. این امر تا حدود زیادی ناشی از فراوانی انواع تالاب‌ها، طبیعت پویای آن‌ها و دشواری تعیین مرزهای بین تالاب‌ها و سیستم‌های آبی مجاور است. با این وجود برای تالاب‌ها طبقه‌بندی‌های زیادی ایجاد شده و برخی از آن‌ها با موفقیت در تهیه فهرست موجودی ملی و منطقه‌ای تالاب‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Finlayson,Van der valk,1995). سیستم معمول این طبقه‌بندی، سیستمی است که در آمریکا توسعه یافته است. همچنین برای طبقه بندی تالاب‌ها روش‌های مختلفی در سطح دنیا ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به طبقه بندی کورداین، طبقه‌بندی لارسون، طبقه‌بندی اسکات و همکاران و طبقه بندی دوگان اشاره کرد. طبقه‌بندی‌های فوق‌الذکر دارای برخی اشتراکات و تفاوت‌هایی با یکدیگر می‌باشند. در این راستا از آنجایی که طبقه‌بندی تالاب در تعیین نیاز آبی تالاب‌ها یکی از مراحل اصلی و پایه‌ای است، در ادامه برخی از طبقه‌بندی‌های بین المللی تالاب‌های مورد بررسی قرار گرفته است و سپس به معرفی و طبقه‌بندی برخی از تالاب‌های مهم ایران پرداخته خواهد شد. برای این منظور از دو الگوی بین المللی استفاده شده است. در واقع با توجه به نقش کلیدی که مراجع بین المللی و کنوانسیون‌ها در راهبری موضوعات تخصصی محیط زیستی در کشورهای دنیا دارند، مثال‌های طبقه‌بندی تالابی از اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) و یک طبقه‌بندی از مرجع کنوانسیون مربوطه یعنی کنوانسیون رامسر ارائه می‌گردد.

۲-۲-۱- طبقه‌بندی اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN)

این اتحادیه با توجه به نقشی که در هماهنگی فعالیت‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی کشورهای عضو دارد، نسبت به طبقه‌بندی انواع زیست‌بوم‌ها اقدام نموده که یکی از آن‌ها طبقه‌بندی ارائه شده برای تالاب‌هاست. در این طبقه‌بندی که در ادامه به اختصار مورد بررسی

قرار می‌گیرد، عمدتا کیفیت آب و ماهیت طبیعی مبنای گروه‌بندی قرار گرفته است. بر این اساس تالاب‌ها به سه طبقه اصلی آب شور، آب شیرین و انسان ساخت تقسیم شده‌اند (جدول ۲-۱).

جدول ۲-۱. تقسیم بندی تالاب‌ها توسط اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت ومنابع طبیعی

۱- آب‌های شور	۲- آب‌های شیرین
۱-۱- دریایی	۲-۱- رودخانه‌ها
۱-۱-۱- زیرکشندی	۲-۱-۱- دائمی
۱-۱-۲- بین کشندی	۲-۱-۲- موقتی
۱-۲- مصبی	۲-۲- دریاچه‌ای
۱-۲-۱- زیرکشندی	۲-۲-۱- دائمی
۱-۲-۲- بین کشندی	۲-۲-۲- فصلی
۱-۳- کولابی (ماندابی)	۲-۳- مردابی
۱-۳-۱ مرداب های شور و لب شور با آبراهه های باریک	۲-۳-۱- با گیاهان بن در آب
۱-۳-۲- مرداب‌ها، پهنه‌ها و دریاچه‌های شور، آهکی فصلی و یا دائمی	۲-۳-۲- با درختان جنگلی
۳- تالاب‌های انسان ساخت	
۳-۱- آبزی‌پروری دریایی	۳-۴- صنعتی و شهری
۳-۲- کشاورزی	۳-۵- مخازن ذخیره آب (آب‌بندها)
۳-۳- حوضچه‌های استحصال نمک	

در طبقه بندی فوق، کیفیت آب مورد نظر بوده و سایر مشخصه‌های تالاب از قبیل موقعیت، اجزاء اکوسیستمی و تداوم دوره آبدار بودن مد نظر قرار نگرفته است.

۲-۲-۲- طبقه‌بندی هیدروژئومورفی

اشکال معمول زمین که در آن‌ها تالاب یافت می‌شود شامل موارد زیر است:

۱. شیب‌ها، در مکان‌هایی که آب زیرزمینی تخلیه می‌شود، ۲. سطوح هموار و دشت‌هایی با خاک‌های اشباع، ۳. گودی‌هایی که دارای ورودی یا فاقد خروجی آب هستند (تالاب‌های مردابی)، ۴. سواحل دریاچه‌ها (دریاچه‌ای)، ۵. کانال‌های رودخانه و دشت‌های سیلابی (رودخانه‌ای)، ۶. دلتاها و مصب‌ها (مصبی).

منابع آب تالاب‌ها نیز معمولاً بارندگی، جریان ورودی یا تخلیه آب زیرزمینی، جریان ورودی آب سطحی، جریان دوجانبه آب سطحی (جزر و مد) یا ترکیبی از موارد فوق است. منابع اصلی آب

یک تالاب از طریق ترتیبات ژئومورفیک و شرایط اقلیم محلی تعیین می‌شود. در نتیجه منابع آبی یک تالاب نه تنها میزان آب موجود و زمان پدید آمدن آن را، بلکه مشخصات شیمیایی آب را نیز مشخص می‌کند. مشخصات شیمیایی آب تالاب‌هایی که منبع اولیه و اصلی آنها بارندگی است، از تالاب‌هایی است که منبع اولیه آب آن‌ها تخلیه آب زیرزمینی بسیار متفاوت است. این موضوع می‌تواند تأثیر بسزایی در ترکیب گونه‌های پوشش گیاهی و تولید اولیه آن داشته باشد.

در این الگو چهار دوره آبی شامل: آب گرفتگی دائمی، آب گرفتگی فصلی، آب گرفتگی متناوب و خاک اشباع‌شده فصلی در نظر گرفته می‌شود، و پنج شکل زمین: حوضه، کانال، زمین مسطح، شیب‌ها و زمین مرتفع را دربر می‌گیرد. وقتی این حالت‌ها با هم ترکیب می‌شوند، می‌توان ۱۳ نوع مختلف تالاب را طبقه‌بندی کرد.

در اقلیم‌های بسیار مرطوب تمام انواع این تالاب‌ها را می‌توان یافت ولی در اقلیم‌های بسیار خشک، تالاب‌های موجود فقط در انتهای حوضه آبخیز، گودال‌ها و کانال‌ها پدیدار می‌شوند. باید به این نکته توجه کرد که مناطق با اقلیم بسیار مرطوب، این امکان را برای تالاب‌ها فراهم می‌کنند که بر محدودیت‌های ژئومورفولوژیک منطقه فایق شوند. در چنین شرایطی، تالاب‌هایی که اصالتاً در یک حوضه توسعه یافته‌اند می‌توانند از طریق انباشت تورب حوضه را پُر کنند و شروع به توسعه خود به مناطق اطراف و بالادست کرده و آن‌ها را نیز به تالاب تبدیل نمایند، فرآیندی که از آن با عنوان بالودیفیکاسیون یاد می‌شود. این نوع از تالاب‌ها خود به انواع مختلفی از شکل زمین محلی تبدیل می‌شوند (Charman, 2002).

سیستم طبقه‌بندی هیدروژئومورفی توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست کوئینزلند استرالیا توسعه یافته است. این روش طبقه‌بندی براساس ژئومورفولوژی محل شکل‌گیری تالاب و منابع تأمین آب آن تنظیم شده است. بر طبق سیستم طبقه‌بندی هیدروژئومورفی، تالاب‌ها به هفت دسته اصلی زیر تقسیم می شوند:

الف) تالاب‌های گودالی با آب ساکن

این دسته از تالاب‌ها در فرورفتگی‌های توپوگرافیک تشکیل می‌شوند و منبع اصلی تشکیل دهنده آن‌ها بارندگی، آب‌های زیرزمینی و جریانات آب از بالا دست می‌باشد.

ب) تالاب‌های شیبدار

این تالاب‌ها معمولا در مناطقی تشکیل می‌شوند که آب زیرزمینی به سطح زمین می‌رسد و زمین شیب دار است. از آنجا که این تالاب‌ها خطوط تراز ارتفاعی بسته شده ندارند، قادر به حفظ و ذخیره آب نمی‌باشند. منبع آب این تالاب‌ها بارندگی، آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی است.

پ) تالاب‌های رودخانه‌ای

منبع اصلی تأمین آب این نوع تالاب‌ها سرریز آب از جریان‌های رودخانه‌ای و ارتباطات

هیدرولیکی زیرسطحی تالاب است. این نوع تالاب‌ها گاهی در کنار انواع تالاب‌های شیبدار و یا گودالی به عنوان کانال قرار می‌گیرند.

ت) دشت‌های با خاک معدنی

منبع اصلی تأمین آب این تالاب‌ها آب زیرزمینی است و همین مطلب آن را از تالاب‌های گودالی با آب ساکن و تالاب‌های رودخانه‌ای متمایز می‌کند. تخلیه آب این تالاب‌ها از طریق تبخیر، جریانات سطحی و تراوش به آب‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد.

ث) دشت‌های با خاک‌های آلی

این نوع تالاب‌ها در واقع پیت‌لندهای وسیعی هستند که تفاوت آن‌ها با دشت‌های با خاک معدنی در آن است که در این تالاب ارتفاع و توپوگرافی توسط انباشتگی عمودی مواد آلی کنترل می‌شود.

ج)تالاب‌های مصبی

این تالاب‌ها در امتداد سواحل و مصب‌ها شکل می‌گیرند و تحت تاثیر آب دریا هستند. منبع دیگر تأمین آب این تالاب‌ها بارندگی و آب‌های زیرزمینی هستند.

چ) تالاب‌های حاشیه دریاچه

این تالاب‌ها در جوار دریاچه شکل می‌گیرند و منبع تأمین آب آن‌ها آب دریاچه، بارندگی و آب‌های زیرزمینی هستند. این تالاب‌ها آب خود را از طریق برگشت آب به درون دریاچه پس از سیل گرفتگی، جریانات سطحی و تبخیر از دست می‌دهند.

۲-۲-۳- طبقه‌بندی کنوانسیون رامسر

از آنجایی که کنوانسیون رامسر به عنوان فراگیرترین مرجع مرتبط با تالاب‌ها و مورد قبول اغلب کشورهای جهان است، در این قسمت ابتدا به این نوع طبقه‌بندی اشاره می‌گردد:

۱- دریاچه‌ای (Lacustrine)

۲- رودخانه‌ای (Riverine)

۳- مردابی (Palustrine)

۴- دریایی (Marine)

۵- مصبی (Estuarine)

تقسیم بندی فوق به منظور ارائه طبقه‌بندی کلی و از نظر نوع منشا تشکیل تالاب صورت پذیرفته است. سیستم طبقه‌بندی دیگری که در دهه ۱۹۹۰ برای طبقه‌بندی تالاب‌ها ارائه گردید، روش کدبندی تالاب‌هاست که در سطح دنیا دارای کابرد زیادی می‌باشد. در این روش موقعیت جغرافیایی و سرزمینی تالاب‌ها مبنای اصلی طبقه‌بندی قرار گرفته و سپس در هر طبقه

اصلی براساس خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی طبقات فرعی ارائه گردیده است. این روش طبقه‌بندی در چهارمین کنوانسیون متعاهدین کنوانسیون رامسر که در سال ۱۹۹۰ در مونرو سوئیس برگزار شد به تصویب اعضا رسید و در حال حاضر در سطح دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدول (۲-۲) به معرفی این طبقه‌بندی می‌پردازد.

تالاب های ساحلی / دریایی

A- آب‌های دریایی کم عمق دائمی: در اغلب موارد دارای عمق کمتر از ۶ متر در کشند پایین، مشتمل بر تنگه‌ها و خلیج‌های دریایی

B- بسترهای دریایی زیرکشندی: از جمله بسترهای کلپ، بستر علف‌های دریایی، رویش‌های دریایی استوایی (گرمسیری)

C- آبسنگ‌های مرجانی

D- سواحل دریایی صخره‌ای: از جمله صخره‌های دریایی، حفره‌های دریایی

E- سواحل ماسه‌ای، قلوه سنگی یا سنگ ریزه‌ای: از جمله جایگاه‌های ماسه‌ای، جزایر کوچك و دماغه‌های ماسه‌ای، همچنین شامل سیستم های تلماسه‌ای مرطوب

F- آب‌های مصبی: از جمله آب‌های دائمی مصب‌ها و سیستم‌های مصبی دلتا

G- پهنه‌های گلی، ماسه‌ای یا شور بین کشندی

H- مرداب‌های بین کشندی: از جمله مرداب‌های شور، مرغزارهای شور، مرداب‌های شور بالا آمده، مرداب‌های آب شیرین و لب‌شور کشندی

I- تالاب‌های جنگلی بین‌کشندی: از جمله باتلاق‌های مانگرو، باتلاق های درخت‌زاری نیپا و جنگل های باتلاقی آب شیرین کشندی

J- کولاب‌های لب شور/ شور ساحلی: کولاب‌های لب شور تا شور با راه‌های ارتباطی کم و بیش باریك با دریا

K- کولاب‌های آب شیرین ساحلی: از جمله کولاب‌های دلتایی آب شیرین

Zk(a)- کاریزها و دیگر سیستم‌های هیدرولوژیکی زیرزمینی: دریایی/ ساحلی

تالاب‌های داخلی/ خشکی

L- دلتای درون خشکی دائمی

M- رودخانه‌ها/ نهرها/ خورهای دائمی: از جمله آبشارها

N- خورها، نهرها/ رودهای نامنظم/ فصلی

O- دریاچه‌های آب شیرین دائمی (بزرگتر از ۸ هکتار): از جمله دریاچه‌های هلالی شکل بزرگ
P- دریاچه‌های آب شیرین نامنظم/ فصلی (بزرگتر از ۸ هکتار): از جمله دریاچه‌های دشت سیلابی
Q- دریاچه‌های شور/ لب شور/ آهکی دائمی
R- پهنه‌ها و دریاچه‌های آهکی/ لب شور/ شور فصلی/ نامنظم
Sp- استخرها و مرداب‌های آهکی/ لب شور و شور دائمی
Ss- استخرها و مرداب‌های آهکی/ لب شور و شور نامنظم/ فصلی
Tp- استخرها و مرداب‌های آب شیرین دائمی: از جمله برکه‌ها (کوچکتر از ۸ هکتار)، مرداب‌ها و باتلاق‌های واقع در خاك‌های غیر آلی
Ts- استخرها و مرداب‌های آب شیرین فصلی/ نامنظم واقع در خاك‌های غیر آلی: از جمله لجن‌زارها، چالاب‌ها، مرغزارهای تحت سیلابی فصلی، مرداب‌های جگن خیز
U- پیت‌زارها (تورب‌زارها) بدون پوشش جنگلی: از جمله آبگیرها، باتلاق‌ها و آب‌مانده از باران و پوشیده از خزه‌ها
Va- تالاب‌های آلپینی: از جمله مرغزارهای آلپینی، آب‌های موقتی ناشی از ذوب برف‌ها
Vt- تالاب‌های تندرا: از جمله استخرهای تندرا، آب‌های موقتی ناشی از ذوب برف‌ها
W- تالاب‌های با پوشش درختچه ای: باتلاق‌های با پوشش درختچه‌ای، مرداب‌های آب شیرین با پوشش غالب درختچه‌ای، درختزارهای توسکا روی خاك‌های غیر آلی
Xf- تالاب‌های آب شیرین با پوشش درختی: از جمله جنگل‌های باتلاقی آب شیرین، جنگل‌های سیلابی فصلی، باتلاق‌های جنگلی روی خاك‌های غیر آلی
Xp- پیت زارها (تورب‌زارها) جنگلی: باتلاق‌های پیت‌زاری جنگلی
Y- چشمه‌های آب شیرین: واحه‌ها
Zg- تالاب‌های زمین‌گرمایی
Zk (b)- کاریزها و دیگر سیستم‌های هیدرولوژیکی زیرزمینی درون خشکی

تالاب‌های انسان ساخت (مصنوعی)

۱- کشتاب ورزی (آب کشت): همانند استخرهای پرورش ماهی و میگو
۲- استخرها (برکه‌ها): از جمله استخرهای کشاورزی، استخرهای ذخیره سازی آب، مخازن کوچك آب (عموماً کوچکتر از ۸ هکتار)
۳- زمین‌های تحت آبیاری: از جمله کانال‌های آبیاری و شالیزارها
۴- زمین‌های کشاورزی تحت تاثیر سیلاب های فصلی: از جمله چراگاه‌ها یا مرغزاری مرطوبی که مورد استفاده قرار گرفته اند و یا به طور شدیدی مدیریت می‌شوند.

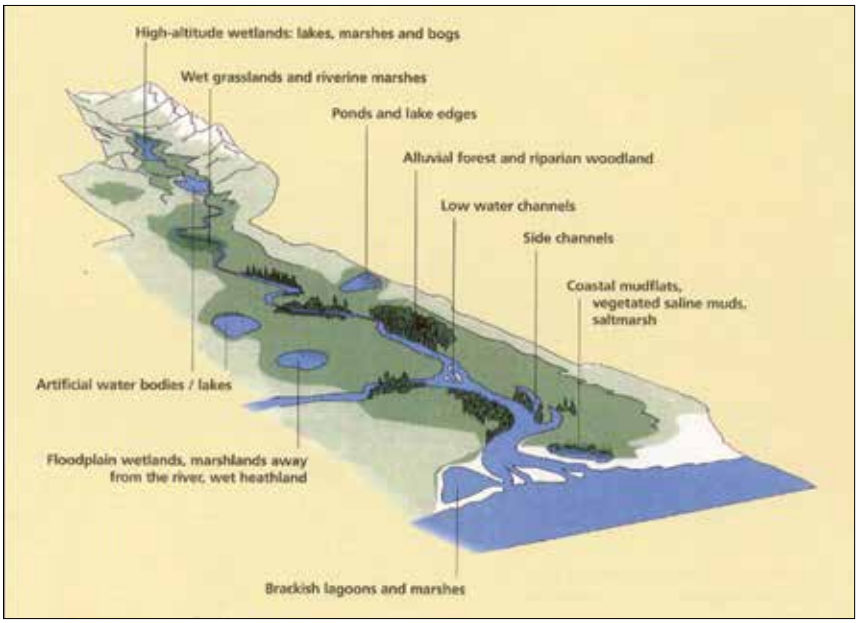
۵- جایگاه‌های بهره برداری نمك: حوضچه های نمك و نمك‌زارها
۶- مناطق ذخیره آب: مخازن آب، سدها، آب بندها، آب‌گیرها (عموماً بزرگتر از ۸ هکتار)
۷- گودال‌ها و چاله‌ها: گودال‌ها، حفره‌های ماسه‌ای، چاله‌های رسی، حوضچه‌های کان کنی
۸- مناطق تصفیه آب: زمین‌های رهاسازی فاضلاب، حوضچه‌های ترسیب و ته‌نشینی، حوضچه‌های هوادهی و ...
۹- آبراهه‌ها و کانال‌های زهکشی

جدول ۲-۲. طبقه‌بندی خصوصیات انواع تالاب‌ها (براساس تقسیم‌بندی کنوانسیون رامسر، ۲۰۰۸)

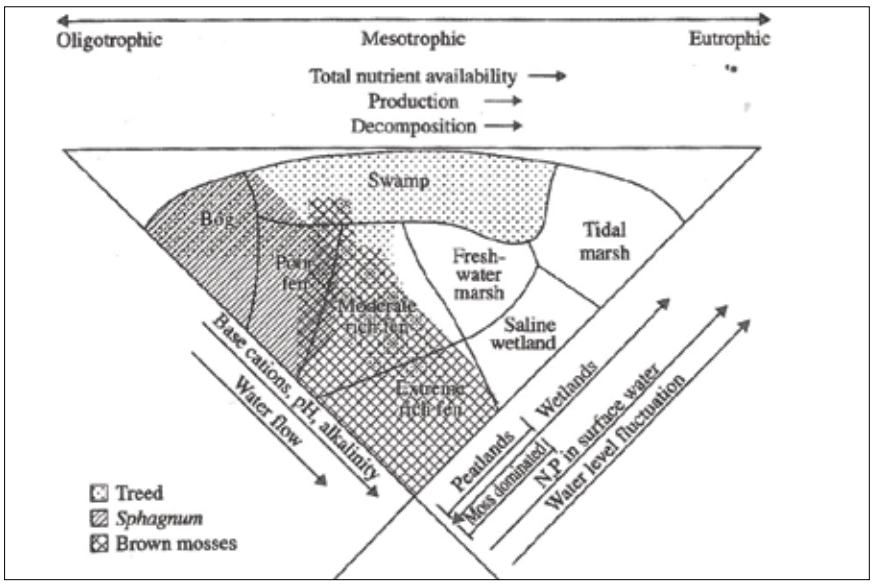
آب‌های شور	دائمی	عمق کمتر از ۶ متر	A	تالاب‌های ساحلی / دریایی
		رویش‌های گیاهی آبی	B	
		آبسنگ‌های مرجانی	C	
	سواحل	صخره‌ای	D	
		ماسه‌ای، قلوه سنگی، سنگریزه‌ای	E	
آب‌های شور یا لب‌شور	بین‌کشندی	دشت‌ها (گلی، ماسه‌ای یا نمکی)	G	
		مرداب‌ها	H	
		جنگل‌ها	I	
	کولاب‌ها		J	
	آب‌های مصبی		F	
آب‌های شور، لب‌شور یا شیرین	زیرزمینی		Zk (a)	
آب شیرین	کولاب‌ها		K	

جدول ۲-۲. طبقه‌بندی خصوصیات انواع تالاب‌ها (براساس تقسیم‌بندی کنوانسیون رامسر، ۲۰۰۸)

آب شیرین	آب‌های جاری	دائمی	رودخانه‌ها، نهرها، خورها	M	تالاب‌های خشکی
			دلتاها	L	
			چشمه‌ها، واحه‌ها	Y	
		فصلی / نامنظم	رودخانه‌ها، نهرها، خورها	N	
	برکه‌ها و دریاچه‌ها	دائمی	بزرگتر از ۸ هکتار	O	
			کوچکتر از ۸ هکتار	Tp	
		فصلی / نامنظم	بزرگتر از ۸ هکتار	P	
	مرداب‌های واقع در خاک‌های غیرآلی	فصلی / نامنظم	کوچکتر از ۸ هکتار	Ts	تالاب‌های خشکی
		دائمی	پوشش غالب علفی	Tp	
		دائمی / فصلی	پوشش غالب درختچه‌ای	W	
			پوشش غالب درختی	Xf	
		فصلی / نامنظم	پوشش غالب علفی	Ts	
	مرداب‌های واقع در خاک‌های پیتی	دائمی	فاقد پوشش جنگلی	U	
			واجد پوشش جنگلی	Xp	
	مرداب‌های واقع در خاک‌های غیرآلی یا پیتی	مرتفع (آلپینی)		Va	
		تندرا		Vt	
آب‌های شور، لب‌شور یا آهکی	دریاچه‌ها	دائمی		Q	
		فصلی / نامنظم		R	
	برکه‌ها و مرداب‌ها	دائمی		Sp	
		فصلی / نامنظم		Ss	
آب‌های شور، لب‌شور، آهکی یا شیرین	زمین گرمایی			Zg	
	زیرزمینی			Zk (b)	



شکل ۲-۵. نحوه شکل‌گیری انواع تالاب ها



شکل ۲-۶. ارتباط بین انواع تالاب‌ها و ویژگی‌های زیستی و شیمیایی و گرادیان‌های هیدرولوژیکی آب‌های غالب (نظری دوست و همکاران،۱۳۹۲).

۲-۲-۴- طبقه‌بندی برمبنای استقرار سیستم‌های پایش

هدف از انجام هرگونه طبقه‌بندی تسهیل در انتقال اطلاعات و یا بهره‌برداری از اطلاعات طبقه‌بندی شده برای تحقق اهداف مورد نظر می‌باشد. در طبقه‌بندی‌های انجام شده برای تالاب‌ها توسط سازمان‌های مختلف بین‌المللی و یا داخلی، هدف عمده بررسی اکولوژیکی و آشنایی با محیط طبیعی آنها بر مبنای شاخص‌های مختلف توپوگرافی، هیدرولوژی و یا نحوه پیدایش بوده است حال آنکه با توجه به هدف نگارش این شیوه‌نامه مبنی بر تهیه سازوکار انجام پایش و استقرار این سیستم‌ها، انجام طبقه‌بندی با درنظرداشتن شاخص‌های مورد نیاز احداث و استقرار سیستم‌های مذکور (شامل عمق، جریانات آبی و تلاطم، تراکم پوشش گیاهی در سطح و عمق تالاب) و همچنین مشخصات مربوط به وضعیت پیکره آبی تالاب در بازه زمانی یک ساله (شامل فصلی‌بودن و خشک‌شدن کل یا بخشی از تالاب در یک یا چند ماه از سال، نوسانات شدید و یا بروز یخبندان) ضروری می‌باشد. نکته قابل توجه در تشکیل این طبقه‌بندی تعریف شاخص‌هایی است که حتی‌الامکان قابلیت تطبیق با تالاب‌های کشور را داشته و به ساده‌سازی انتخاب تجهیزات پایش مورد نیاز کمک نماید.

هر نوع تالابی از شمار زیادی عوامل فیزیکی، بیولوژیکی و یا شیمیایی تشکیل شده است و آب، خاك و مواد غذایی معرف این اجزاء هستند که در پیوند با یکدیگر در یك سیستم یکپارچه، تالاب را به وجود می‌آورند. فرآیندهای بین اجزاء، کارکردهای تالاب‌ها را پدید می آورد. تالاب‌ها صرف نظر از داشتن عملکرد، تولیدات یا فرآیندهای ویژه براساس روابط و پیوندهای متقابل بیولوژیکی، شیمیایی و اختصاصات فیزیکی آن تعریف می‌شوند. کارکردهای تالاب به عنوان توانایی محیط‌های تالابی برای ایجاد ابزار و خدماتی بوده که شامل سیستم‌های اصلی حمایت محیط‌زیست و اکوسیستم طبیعی هستند. این کارکردها یا خدمات، ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم منافعی را برای اجتماع به وجود آورد. یك تالاب براساس مشخصه‌های بیولوژیکی و فیزیکی می‌تواند سبب ذخیره آب، فراهم‌نمودن زیستگاه برای بسیاری از گونه‌ها، ایجاد چشم انداز، تدارك محل زیست ماهی‌ها، خنثی کردن سموم، کنترل سیلاب و غیره باشد. براساس این کارکردها، منافع متعددی را می توان از تالاب‌ها به دست آورد. به طور مثال، فراهم نمودن آب آشامیدنی پاکیزه، مکانی برای شنا، محل عکسبرداری، شکار پرندگان، کاهش خطرات سیل، کاهش خطرات خشکسالی در حوزه‌های مجاور، پرورش جانوران جهت استفاده از آنها، پرورش دیگر گونه‌های حیات‌وحش بخشی دیگر از کارکردهای مهم تالاب‌هاست. تغییر و تبدیل تالاب به صورت مداوم می‌تواند این توانایی تالاب‌ها را محدود و قطع نموده و منافع آنها را تحت تأثیر قرار دهد که قطعاً بررسی و پایش روند این تغییرات حائز اهمیت بوده و تأثیر بسزایی در تصمیم‌گیری‌ها خواهد داشت.

ساختارها و فرآیندهای یك اکوسیستم سالم تعیین‌کننده انواعی از خدمات تیپیك و نوعی است که بر مبنای هیدرولوژیك‌بودن، زیست‌زمین‌شیمیایی[1] بودن و یا بوم‌شناختی بودن طبقه‌بندی می‌گردند. در روش پایش اکوسیستمی و حفاظت پایدار از تالاب، تاکید بر پایداری بلند مدت فرآیند پایش می‌باشد. بنابراین درنظرداشتن شرایط پیکره آبی، ملاحظات مربوط به مسائل اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی در برنامه‌ریزی پایش باید مورد توجه قرار گیرد تا این سیستم‌ها ضمن کارآیی حداکثری به صورت پایدار برای سال‌های متمادی باقی بماند.

طبقه‌بندی تالاب‌ها همچنین در این روش باید به گونه‌ای باشد تا ضمن ساده‌سازی تقسیم‌بندی تالاب‌ها، در ذیل آن بتوان اولویت انتخاب تجهیزات پایش جهت اندازه‌گیری بیلان آبی تالاب، تغییرات سطح آب، کمیت و زمان‌بندی آب ورودی به تالاب و موارد مربوط به کیفیت آب (مواد شیمیایی کشاورزی، فاضلاب شهری وصنعتی) را مشخص نمود.

جدول۲-۳ با بهره‌گیری از تعاریف استاندارد جهانی در خصوص طبقه‌بندی تالاب‌ها و همچنین شرایط اقلیمی کشور و ماهیت تالاب‌های آن، به طبقه‌بندی تالاب‌های بومی می‌پردازد. در این طبقه‌بندی محدودیت‌های نصب و اجرای ایستگاه‌های پایش نیز درنظر گرفته شده تا بتوان بهترین انتخاب را جهت استقرار این سیستم‌ها اعمال نمود.

جدول ۲-۳. طبقه‌بندی انواع تالاب‌ها جهت استقرار سیستم پایش (برمبنای تعاریف استاندارد و شرایط کشور)

نوع تالاب	ویژگی یا طبقه	مثال	توضیحات
۱- تالاب‌های ساکن	۱- فصلی	جازموریان	در ۱۰ سال گذشته* حداقل ۲۰٪ از سطح تالاب در یک یا چند فصل عمق بیشتر از ۰/۲ متر دارد.
	۲- دائمی	زریوار	در ۱۰ سال گذشته حداقل ۲۰٪ از سطح تالاب در تمام فصول عمق بیشتر از ۰/۵ متر دارد.
	۳- انسان ساخت	سولدوز	منشأ تشکیل این نوع تالاب طبیعی نبوده و در اثر احداث سد، آب بند و یا فعالیت‌های انسانی ایجاد شده است که می‌تواند دائمی یا فصلی باشد.
۲- تالاب‌های جاری	۱- رودخانه‌ای فصلی	آجی چای (تلخه رود)	این دسته از تالاب‌ها در بخش‌هایی از یک بستر وسیع رودخانه‌ای و یا در سیلابدشت آن شکل گرفته‌اند و بسته به ماهیت جریانات آبی رودخانه در دو دسته فصلی و دائمی قرار می‌گیرند.
	۲- رودخانه‌ای دائمی	نوروزلو (در سیلابدشت و بستر زرینه‌رود)	
۳- تالاب‌های ساحلی و خور	با عمق کمتر از ۶ متر	خور باهو	مناطق ساحلی یا کرانه‌های مجاور دریاها و جزیره‌ها و یا بخش‌هایی از آب دریا که عمق آنها در پائین‌ترین حد جزر بیشتر از شش متر نباشد.

* مساحت سطح تالاب‌ها معمولا قبل از زمانی در نظر گرفته می‌شود که فعالیت‌های عمده توسعه‌ای برمبنای مصرف آب در حوزه آبریز تالاب‌ها اتفاق نیافتاده باشد.

1 Geobiochemical

در این نوع طبقه‌بندی ۳ دسته اصلی درنظر گرفته شده که شامل تالاب‌های ساکن، تالاب‌های جاری و تالاب‌های ساحلی و خور با عمق کمتر از ۶ متر می‌باشد. پارامتر اصلی در این طبقه‌بندی شرایط پیکره آبی به ویژه عمق و نحوه تغذیه آبی و پیدایش تالاب می‌باشد.

تالاب‌های ساکن در فرو رفتگی‌ها تشکیل شده‌اند و عمدتاً از آب‌های زیرزمینی و بارش تغذیه می‌شوند. به علت نوسانات ورودی و منابع تغذیه‌کننده این دسته از تالاب‌ها به ویژه در فصول گرم و کم‌بارش سال، برداشت آب از تالاب و تبخیر بالا، بخشی از پیکره آبی تالاب خشک شده و بقیه قسمت‌ها دچار کاهش عمق شدید می‌شود. به همین منظور این دسته، خود شامل ۳ زیر بخش تالاب‌های ساکن فصلی، تالاب‌های ساکن دائمی و تالاب‌های ساکن انسان‌ساخت است. نکته حائز اهمیت در این دسته از تالاب‌ها بررسی ویژگی سطح تراز آب است. نصب تجهیزات پایش در این دسته از تالاب‌ها با در نظر داشتن ۳ عمق متفاوت در عمیق‌ترین بخش از تالاب انجام می‌شود:

۱- تالاب‌ها با عمق کمتر از ۰/۵ متر
۲- تالاب‌ها با عمق ۰/۵ تا ۲ متر
۳- تالاب‌ها با عمق بیشتر از ۲ متر

در تالاب‌های ساکن فصلی، در ۱۰ سال گذشته حداقل ۲۰٪ از سطح تالاب در یک یا چند فصل، عمق بیشتر از ۰/۲ متر دارد. به عبارت دیگر همواره بخشی از سطح تالاب در بدترین شرایط کم‌آبی دارای حداقل عمق ۰/۲ متر می‌باشد.

این در حالیست که حداقل بخشی از سطح تالاب‌های ساکن دائمی همواره و در تمام فصول سال دارای کمینه عمق ۰/۵ متر بوده و نوسانات کمتری نسبت به تالاب‌های ساکن فصلی دارند.

دسته سوم نیز از این طبقه مربوط به تالاب‌های ساکن انسان ساخت می‌باشد که به علت کاربری‌های مورد انتظار از جمع‌آوری آب در پشت یک سد و یا آب بند به ویژه برای مصارف کشاورزی، نوسانات عمق زیادی را تجربه می‌کند و می‌تواند شرایط تالاب‌های فصلی و یا دائمی را شامل شود.

تالاب‌های جاری همانطور که از نامش پیداست دارای جریانات آبی پیوسته بوده و غالباً به واسطه حضور یک یا چند رودخانه ایجاد می‌گردد. این تالاب‌ها در اکثر طبقه‌بندی‌ها تحت عنوان تالاب‌های رودخانه‌ای نیز شناخته می‌شود. این دسته از تالاب‌ها در بخش‌هایی از یک بستر وسیع رودخانه‌ای و یا در حاشیه آن شکل گرفته‌اند و بسته به ماهیت جریانات آبی رودخانه در دو دسته فصلی و دائمی قرار می‌گیرند و نسبت به تالاب‌های ساکن از نوسانات تراز آبی کمتری برخوردارند.

تالاب‌های ساحلی و خور نیز عمدتاً دارای منشاء تغذیه‌ای دریایی و مصبی هستند و چنانچه

عمق زیر ۶ متر داشته باشند در این دسته جای می‌گیرند. شرایط این تالاب‌ها به شدت تحت تأثیر جریانات جزر و مدی و همچنین رودخانه‌های مصبی است.

در انجام فرآیند پایش، درنظرداشتن شرایط پیکره آبی، در انتخاب پایش به‌صورت پرتابل، پایش آنلاین و استقرار ایستگاه اندازه‌گیری درجا[1]، بسیار اثرگذار است. به عنوان مثال نصب ایستگاه اندازه‌گیری درجا در تالاب‌هایی که بخشی از سال فاقد عمق آب قابل قبول (کمتر از ۰/۲ متر) باشند، نه تنها هیچ توجیه مناسب فنی و اقتصادی ندارد بلکه موجب تخریب برخی سنسورها و تجهیزات اندازه‌گیری نیز می‌شود. لذا با توجه به این امر فصلی و دائمی بودن و محدودیت عمق در این طبقه‌بندی لحاظ گردیده است.

اولویت بخشی به اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی پیکره آبی تالاب نیز از جمله موارد بسیار مهم در انتخاب تجهیزات پایش است که در طبقه‌بندی فوق مدنظر قرار گرفته است. در تالاب‌های جاری سنجش پارامترهای کمی، دبی ورودی و خروجی و سرعت جریان از اهمیت بالایی برخوردار است در حالیکه در تالاب‌های ساکن تراز آب، پارامترهای کیفی از جمله اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی (شوری) و سایر پارامترهای مؤثر بر تشکیل لایه‌بندی حرارتی و شوری اولویت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهد. این موارد بصورت جامع و مفصل در فصول پایانی این شیوه‌نامه مورد بررسی قرار گرفته است.

در ادامه به ارائه مشخصات برخی تالاب‌های مهم کشور پرداخته شده است:

۲-۳- تالاب‌های ایران

فلات ایران که بیش از ۸۰ درصد خاک سرزمینی کشور ایران را در برگرفته، تنوعی از چشم اندازهای کوهستانی، کوهپایه ای، دشتی ، کویری و ... را بوجود آورده است. همین ویژگی باعث شده که کشور ایران علی‌رغم قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان دارای میکرواقلیم‌های متنوعی باشد و از اقلیم‌های خیلی سرد تا خیلی گرم و از خیلی مرطوب تا خیلی خشک در آن یافت می‌شود.

تنوع اقلیم، پستی و بلندی‌های فراوان، وجود دو دریای وسیع در شمال و جنوب کشور و گسترش وسیع تشکیلات زمین‌شناسی دوران سوم زمین‌شناسی که اغلب شور هستند، باعث شده که انواع مختلفی از تالاب‌ها، از جنگل‌های مانگرو و صخره‌های مرجانی گرفته تا دریاچه‌های کوهستانی و دشت‌های شور کویری در آن شکل بگیرند.

از طرفی ایران در مسیر دو کریدور اصلی مهاجرت پرندگان کره زمین قرار گرفته لذا اهمیت تالاب‌های ایران در پشتیبانی نظام طبیعی مهاجرت پرندگان بسیار زیاد است. از ۴۲ نوع تالاب

1 In Situ

مشخص شده توسط کنوانسیون رامسر در سطح جهان به جز یک نوع تالاب یعنی تورب زارها، بقیه در کشور ایران یافت می شوند که بیانگر تنوع بسیار زیاد تالاب‌های ایران است. همچنین تعداد تالاب‌های ایران به واسطه وسعت کشور بسیار زیاد و محدوده تغییرات ابعاد آنها بسیار وسیع است بطوری که وسعت آنها بین کمتر از چند هکتار تا بیش از ۵۰۰۰۰۰ هکتار در نوسان است.

در این میان بیش از ۸۴ تالاب با اهمیت بین المللی شناسایی شده است که از بین آنها تاکنون ۳۳ تالاب در قالب ۲۴ عنوان، با مساحت کل ۱۴۸۶۴۳۸ هکتار، به کنوانسیون رامسر معرفی شده و مشمول مقررات این کنوانسیون گردیده‌اند.

فهرستی از تالاب‌های مهم کشور بر مبنای مشخصات موقعیتی و درجه‌ی اهمیت در جدول ۲-۴ آورده شده است:

جدول ۲-۴. فهرست تالاب‌های با اهمیت ملی و بین المللی ایران

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۱	دریاچه ارومیه	۴۸۳۰۰۰	رامسر، ذخیره گاه زیستکره	پارک ملی	آذربایجان غربی	***	کوهستانی
۲	تالاب قوپی	۱۲۰۰	رامسر		آذربایجان غربی	***	کوهستانی
۳	تالاب شورگل	۱۱۰۰	رامسر		آذربایجان غربی	***	کوهستانی
۴	تالاب یادگارلو	۲۵۰	رامسر		آذربایجان غربی	***	کوهستانی
۵	تالاب دورگه سنگی	۳۸۰	رامسر		آذربایجان غربی	***	کوهستانی
۶	تالاب گرده قیط و میمند	۱۰۳۰	رامسر	شکار ممنوع	آذربایجان غربی	*	کوهستانی
۷	تالاب کانی برازان	۶۰۰	رامسر		آذربایجان غربی	***	کوهستانی
۸	تالاب گروس	--			آذربایجان غربی	*	کوهستانی
۹	تالاب آق گل	۴۷۵		شکار ممنوع	آذربایجان غربی	*	کوهستانی
۱۰	تالاب بورالان	۲۰۰۰			آذربایجان غربی	**	کوهستانی
۱۱	تالاب نوروزلو	۱۰۰۰			آذربایجان غربی	*	کوهستانی
۱۲	تالاب پیراحمد کندی	۱۰۰			آذربایجان غربی	*	کوهستانی
۱۳	تالاب چنگیزگلی	۲۵۰			آذربایجان غربی	*	کوهستانی
۱۴	تالاب کنیکور	۴۳۰			آذربایجان غربی	**	کوهستانی
۱۵	دریاچه مارمیشو			شکار ممنوع	آذربایجان غربی		کوهستانی
۱۶	تالاب های دالامپرداغ			شکار ممنوع	آذربایجان غربی		کوهستانی
۱۷	تالاب سولدوز				آذربایجان غربی		کوهستانی

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۱۸	تالاب قوریگل	۲۴۰	رامسر	شکار ممنوع	آذربایجان‌شرقی	***	کوهستانی
۱۹	تالاب قره قشلاق	۴۰۰۰۰		شکار ممنوع	آذربایجان‌شرقی	*	کوهستانی
۲۰	مجموعه تالاب انزلی شامل سیاه‌کشیم	۱۹۰۰۰	رامسر	پناهگاه حیات وحش	گیلان	***	ساحلی
۲۱	تالاب امیرکلایه	۱۲۳۰	رامسر	پناهگاه حیات وحش	گیلان	***	ساحلی
۲۲	تالاب لوندویل	۹۵۰		پناهگاه حیات وحش	گیلان	*	ساحلی
۲۳	کولاب بندرکیاشهر و دهانه سفیدرود	۵۰۰	رامسر	شکار ممنوع	گیلان	***	ساحلی
۲۴	شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان و لپوزاغمرز	۱۰۰۰۰۰	رامسر، ذخیره گاه زیستکره	پناهگاه حیات وحش	مازندران	***	ساحلی
۲۵	آببندان فریدونکنار سرخرود-ازباران	۱۰۰۰	رامسر	پناهگاه حیات وحش	مازندران	***	دشتهای ساحلی
۲۶	دریاچه ولشت	۲۴		شکار ممنوع	مازندران	*	کوهستانی
۲۷	تالاب آلاگل	۲۵۰۰	رامسر		گلستان	***	مناطق خشک
۲۸	تالاب آلماگل	۲۰۰	رامسر		گلستان	***	مناطق خشک
۲۹	تالاب آجی گل	۳۲۰	رامسر		گلستان	***	مناطق خشک

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۳۰	تالاب گمیشان	۲۰۰۰۰	رامسر	شکار ممنوع	گلستان	***	ساحلی
۳۱	آبگیرهای دشت مغان (میل مغان)	۳۰۰۰		شکار ممنوع	اردبیل	**	مناطق خشک
۳۲	دریاچه نئور	۴۲۰		منطقه حفاظت شده	اردبیل	*	کوهستانی
۳۳	تالاب شورابیل	۲۰۰		شکار ممنوع	اردبیل	*	کوهستانی
۳۴	دریاچه زریوار	۲۰۰۰		شکار ممنوع	کردستان	*	کوهستانی
۳۵	تالاب بزنگان(گل بی بی)	۴۰		شکار ممنوع	خراسان رضوی	*	کوهستان
۳۶	تالاب کجی نمکزار				خراسان جنوبی		مناطق خشک
۳۷	دریاچه اوان	۴		شکار ممنوع	قزوین	*	کوهستانی
۳۸	دشت اله آباد (صالحیه)	۴۰۰۰		شکار ممنوع	قزوین	*	مناطق خشک
۳۹	تالاب جازموریان	۲۸۰۰۰۰		شکار ممنوع	کرمان	*	مناطق خشک
۴۰	تالاب هشیلان	۴۵۰		شکار ممنوع	کرمانشاه	*	کوهستانی
۴۱	تالاب چم شور	۵۰۰		شکار ممنوع	همدان	*	کوهستانی
۴۲	تالاب آق گل	۴۵۰		شکار ممنوع	همدان	*	کوهستانی

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۴۳	تالاب پیرسلیمان	۳		شکارممنوع	همدان	*	کوهستانی
۴۴	تالاب میقان	۱۰۶۴۰		شکارممنوع	مرکزی	*	مناطق خشک
۴۵	تالاب بند علیخان	۳۲۰		شکارممنوع	تهران	*	مناطق خشک
۴۶	دریاچه‌های تار و هویر			شکارممنوع	تهران	*	کوهستانی
۴۷	عشق آباد			شکارممنوع	تهران		مناطق خشک
۴۸	تالاب چگر	۳			ایلام	*	مناطق خشک
۴۹	تالاب چشمه زمزم	۱			ایلام	*	مناطق خشک
۵۰	تالاب سیاب درویش	۴			ایلام	*	مناطق خشک
۵۱	دریاچه گهر	۱۰۰		منطقه حفاظت شده	لرستان	*	کوهستانی
۵۲	تالاب‌های ۱۱ گانه پلدختر	۱۲۰		شکارممنوع	لرستان	*	کوهستانی
۵۳	تالاب بیشه دالان	۳۲۶		شکارممنوع	لرستان		کوهستانی
۵۴	تالاب تنور در	۱۰۰		-	لرستان		کوهستانی

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۵۵	تالاب‌های دز	۱۵۸۷۳		پناهگاه و منطقه حفاظت شده	خوزستان	**	مناطق خشک
۵۶	تالاب‌های کرخه	۱۳۰۲۷		پناهگاه و منطقه حفاظت شده	خوزستان	**	مناطق خشک
۵۷	تالاب‌های کارون	۲۵۰۰			خوزستان	**	مناطق خشک
۵۸	تالاب سوسنگرد	۳۰۰۰۰			خوزستان	**	مناطق خشک
۵۹	تالاب شادگان	۲۸۲۵۰۰	رامسر	پناهگاه حیات وحش	خوزستان	***	ساحلی
۶۰	خورموسی	۱۲۳۴۴۰	رامسر		خوزستان	***	ساحلی
۶۱	تالاب هورالعظیم	۷۰۰۰۰۰		شکار ممنوع	خوزستان	**	مناطق خشک
۶۲	تالاب بندون و میانگران ایذه	۲۵۰۰			خوزستان	*	
۶۳	تالاب بامدژ						مناطق خشک
۶۴	دریاچه شیمبار	۲۵۰					کوهستانی
۶۵	تالاب چغاخور	۱۴۰۰	رامسر	شکار ممنوع	چهارمحال و بختیاری	***	کوهستانی

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۶۶	تالاب گندمان	۹۰۰			چهارمحال و بختیاری	*	کوهستانی
۶۷	خلیج گواتر و هورباهو	۳۴۴۰۰	رامسر	پناگاه حیات وحش	سیستان و بلوچستان	***	ساحلی
۶۸	هامون صابری و هیرمند	۱۶۶۹۰۰	رامسر	منطقه حفاظت شده	سیستان و بلوچستان	***	مناطق خشک
۶۹	هامون پوزک	۱۰۰۰۰	رامسر	منطقه حفاظت شده	سیستان و بلوچستان	***	مناطق خشک
۷۰	دهانه رود مند	۲۶۸۷۰		منطقه حفاظت شده	بوشهر	**	ساحلی
۷۱	دهانه رود حله	۲۰۰۰۰		منطقه حفاظت شده	بوشهر	**	ساحلی
۷۲	سواحل جزیره خارکو	۳۱۲		پناهگاه حیات وحش	بوشهر	**	ساحلی
۷۳	تالاب نای بند	۴۱۳۰		منطقه حفاظت شده	بوشهر	**	ساحلی
۷۴	تالاب‌های بختگان (نی ریز، طشک و کمجان)	۱۳۶۵۰۰	رامسر	پارک ملی و پناهگاه حیات وحش	فارس	***	مناطق خشک
۷۵	تالاب کافتر			شکار ممنوع	فارس	*	کوهستانی
۷۶	دریاچه‌های هفت برم	۷۰			فارس	*	کوهستانی
۷۷	تالاب ارژن	۲۲۰۰	رامسر، ذخیره گاه زیستکره	منطقه حفاظت شده	فارس	***	کوهستانی

ردیف	نام تالاب	مساحت ha	عنوان بین المللی	عنوان منطقه تحت مدیریت	استان	اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه‌ای(**) اهمیت جهانی(***)	دسته بندی موقعیتی
۷۸	تالاب پریشان	۴۷۰۰	رامسر، ذخیره گاه زیستکره	منطقه حفاظت شده	فارس	***	کوهستانی
۷۹	تالاب مهارلو	۲۱۶۰۰		شکار ممنوع	فارس	*	کوهستانی
۸۰	دریاچه نمک						مناطق خشک
۸۱	حوض سلطان						مناطق خشک
۸۲	دهانه رودهای جاجین و گابریگ	۱۴۰۰۰			هرمزگان	**	ساحلی
۸۳	خورجاسک	۱۱۵۰۰			هرمزگان	**	ساحلی
۸۴	دهانه رودهای حرا و گز	۱۵۰۰۰	رامسر		هرمزگان	***	ساحلی
۸۵	دهانه رودهای شور و شیرین و میناب	۴۵۰۰۰	رامسر		هرمزگان	***	ساحلی
۸۶	خورخوران	۱۰۰۰۰۰	رامسر، ذخیره گاه زیستکره	منطقه حفاظت شده	هرمزگان	***	ساحلی
۸۷	جزیره شیدور	۱۶۰	رامسر	پناهگاه حیات وحش	هرمزگان	***	ساحلی
۸۸	خورآذینی				هرمزگان		ساحلی
۸۹	تالاب گاوخونی	۴۷۶۰۰	رامسر	منطقه حفاظت شده	اصفهان	***	مناطق خشک

دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های ایران نیز با بکارگیری رویکرد زیست‌بومی جهت حفاظت و مدیریت بهینه اکوسیستم‌های تالابی در سطح کشور، برنامه مدیریت جامع نزدیک به ۲۰ عنوان تالاب را با همکاری شرکای ملی و استانی خود تدوین و در تلاش برای اجرایی نمودن آنهاست که در این شیوه‌نامه بطور خاص به مسئله پایش وضعیت پیکره آبی تالاب‌ها که مرتبط با پروتکل پایش برنامه‌های مدیریت جامع حوضه آبریز تالاب‌هاست، پرداخته می‌شود.

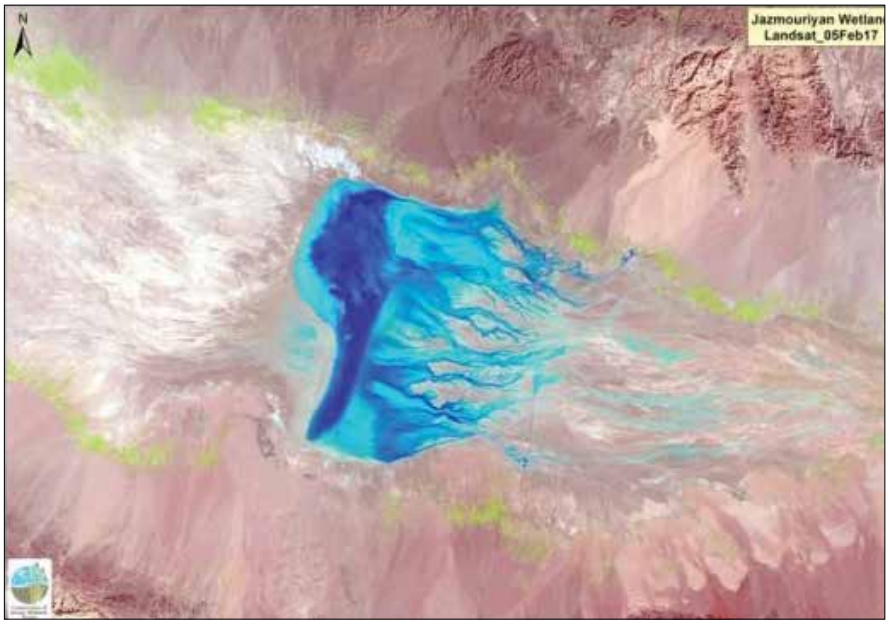
در ادامه با توجه به تقسیم بندی انجام شده در جدول ۲-۳ به تشریح برخی از تالاب‌های فوق در ذیل هر گروه پرداخته می‌شود.

۲-۳-۱- مثال‌هایی از تالاب‌های ساکن

۲-۳-۱-۱- نمونه ای از تالاب‌های فصلی

- تالاب جازموریان

تالاب کویری جازموریان، در جنوب شرقی ایران، مابین استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان و در ۱۵۳ کیلومتری غرب ایرانشهر، مابین کوه‌های مکران و شاهسواران قرار دارد. حوضه آبریز جازموریان با وسعت ۶۹ هزار و۶۰۰ کیلومتر مربع، از لحاظ تقسیم‌بندی بخشی از حوضه مسدود میانی ایران به شمار می‌آید. نیمه باختری این حوضه به وسعت ۳۵۶۰۰ کیلومتر مربع در استان کرمان، و نیمه خاوری آن به وسعت ۳۴۰۰۰ کیلومتر مربع در استان سیستان و بلوچستان جای دارد. در حوضه آبریز جازموریان آب همه رودخانه‌ها و مسیل‌ها به هامونِ (دریاچه) جازموریان می‌ریزد. بخش عمده‌ای از زهکشی حوضه را دو رودخانه دائمی هلیل‌رود و بمپور به عمل می‌آورند. افزون بر این دو رودخانه، شماری آبراهه نیز وجود دارد که آب آن‌ها مستقیماً وارد هامون جازموریان می‌شوند. در این حوضه ۹۱ رودخانه کوچک و بزرگ جریان دارد که هلیل‌رود بزرگ‌ترین آن‌ها است. مساحت تالاب کویری جازموریان در مواقع پرآبی و مواقع کم آبی بسیار متفاوت است و با توجه به فصلی بودن این تالاب و نامنظم بودن ریزش‌های جوی و سیلاب‌های ورودی به تالاب که از ویژگی‌های نواحی خشک و بیابانی می‌باشد، رقم دقیقی از مساحت تالاب نمی‌توان ارائه داد. خط مرزی بین منطقه خیس و منطقه باتلاقی نیز ثابت نبوده و سال به سال تغییر می کند. همچنین این تالاب معمولاً در تابستان و پاییز خشک می‌گردد و به علت شیب کم دریاچه، کوچک‌ترین تغییر در حجم آب آن در سطح وسیعی منعکس می‌شود، با این وجود مطابق عکسبرداری هوایی که در سال ۱۳۳۶ از محدوده تالاب انجام شده است و همچنین تصاویر ماهواره‌ای موجود (شکل ۲-۷)، می‌توان گفت که مساحت تالاب در دوره‌های پرآبی در حدود ۱۳۸۳ کیلومتر مربع بوده است.



شکل ۲-۷. تصویر ماهواره ای مربوط به تالاب جازموریان

میزان بارش سالانه در بلندی‌های شمال حوضه‌ی جازموریان میان ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر در نوسان است، در حالی‌که در بخش گسترده و پست جنوبی میزان بارش از حدود ۱۰۰ میلی‌متر در سال تجاوز نمی‌کند. هرچند حوضه آبریز جازموریان از لحاظ هیدرولوژیکی ایران بخشی از حوضه‌ی آبریز مرکزی ایران است، اما از لحاظ اقلیم‌شناسی به علت دریافت رطوبت نسبی فراوان از دریای عمان، دارای شرایطی استثنایی و مستقل از نواحی مرکزی ایران است؛ به همین علت با وجود محدودیت بارش‌های جوی و گرمای توان‌فرسا و تبخیر سالانه بسیار بالا که در بعضی نواحی بیش از ۴۵۰۰ میلی‌متر است؛ این حوضه از نظر امکان احیا و بازسازی و بهره‌برداری از منابع طبیعیِ تجدید شونده از امکانات مناسبی برخوردار است و به هیچ‌وجه با دیگر حوضه‌های مرکزی ایران قابل مقایسه نیست.

نمایی از تالاب جازموریان در شکل ۲-۸ نشان داده شده است.

شکل ۲-۸. نمایی از تالاب جازموریان

۲-۱-۳- نمونه‌ای از تالاب‌های دائمی

- تالاب زریوار (زریبار)

تالاب آب شیرین زریبار یا زریوار در قسمت غرب شهر مریوان، در استان کردستان و از مکان‌های دیدنی و گردشگری این استان است. آب تالاب شیرین است و از تعدادی چشمه کف‌جوش و بارش تأمین می‌شود. طول دریاچه زریوار حدود ۵ کیلومتر و عرض آن حدود ۱/۶ کیلومتر است. وسعت تالاب به دلیل تغییرات حجم آبی در فصول مختلف متغیر و حداکثر عمق آن ۵/۵ متر است. حجم تقریبی آب تالاب حدود ۳۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است. محیط تالاب حدود ۲۲/۵ کیلومتر و میزان متوسط بارندگی ۷۸۶ میلی‌متر در سال است. رطوبت نسبی برابر ۵۸/۴ درصد و متوسط تبخیر سالیانه معادل ۱۹۰۰ میلی‌متر گزارش شده‌است. در بیشتر زمستان‌ها سطح دریاچه کاملاً یخ می‌بندد. با توجه به منابع متعدد تغذیه کننده آب این تالاب، می توان آن را در دسته تالاب‌های ساکن دائمی قرار داد.

منشاء بارش‌های منطقه مطالعاتی معلول جریان‌هایی است که در طول ۷ ماه از سال (آبان تا اردیبهشت) تالاب را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. این سیستم‌های فعال با عقب نشینی کمربند

فشار زیاد به عرض‌های پایین‌تر از سمت غرب و جنوب غرب وارد کشور می‌شوند و بارش‌هایی را موجب می‌شوند. نمایی از تالاب زریوار در شکل ۲-۹ نشان داده شده است.

شکل ۲-۹. نمایی از تالاب زریوار (بهار ۱۳۹۶)

۲-۳-۱-۳- نمونه‌ای از تالاب‌های انسان ساخت

-تالاب سولدوز

تالاب سولدوز در ساحل جنوبی دریاچه ارومیه در حومه شهرستان نقده در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۰۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی قرار دارد. این تالاب دارای مساحت ۳۷۵ هکتاری بوده و در ارتفاع متوسط ۱۲۷۷ متری از سطح دریا قرار دارد. این تالاب در یک منطقه ساحلی بطور کلی مسطح که در اصل بخشی از شوره-زارهای ساحلی دریاچه ارومیه بوده ایجاد شده است. البته در سمت غربی اراضی به طرف کوهپایه شیبدار می‌باشد و ارتفاع آن از ۱۲۸۰ تا ۱۲۸۵ متغیر است. تالاب اصلی در دو فرورفتگی کم عمق در ساحل دریاچه ارومیه ایجاد شده است. یک بیرون‌زدگی کم ارتفاع در شمال شرقی تالاب وجود دارد که بند خاکی سولدوز به دامنه آن متصل شده است. در سمت غرب بند خاکی به دامنه ارتفاعات غربی تکیه دارد و متوسط عمق آن ۵ متر می‌باشد. (منبع: مدیریت جامع منابع آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه ؛مهندسین مشاور پندام ۱۳۸۴) تالاب سولدوز، در انتهای حوضه‌های آبریز رودخانه گدار چای قراردارد و بخش مهمی از خروجی کانال زهکش سد مخزنی حسنلو آب آن را تأمین می‌کند. که این موقعیت در شکل ۲-۱۰ نشان داده شده است.

شکل ۲-۱۰. موقعیت تالاب سولدوز و حوضه آبریزآن

این تالاب دارای اقلیم استپی سرد، زمستان‌های طولانی و تابستان‌های معتدل و نسبتا گرم است. با توجه به مطالعات انجام شده، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد. بیشترین نزولات آسمانی متعلق به فصل زمستان و بهار بوده و در فصل تابستان یا به طورکلی بارش وجود ندارد و یا میزان آن بسیار کم است، بر اساس آمارگیری در منطقه و ایستگاه‌های نقده و مهاباد، متوسط بارندگی سالیانه ۴۱۲ میلی‌متر است و متوسط حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال ۳۲/۱ درجه سلسیوس، متوسط حداقل درجه حرارت سردترین ماه سال ۷/۹- درجه سلسیوس می‌باشد. فصل خشک مرداد ماه و تعداد روزهای یخبندان ۸۳/۶ روز از سال است. میزان بارش متوسط ده ساله در فصل بهار ۹۷/۷ میلی‌متر و در فصل تابستان ۴/۸ میلی‌متر، در پاییز ۱۳۹/۹ میلی‌متر و در زمستان ۱۶۹/۸ میلی‌متر گزارش شده است.

شکل ۲-۱۱ نمایی از این تالاب را نشان می دهد.

شکل ۲-۱۱. نمایی از تالاب سولدوز (تابستان ۱۳۹۶)

۲-۳-۲- مثال‌هایی از تالاب‌های جاری

۲-۳-۲-۱- نمونه‌ای از تالاب‌های رودخانه ای فصلی

- آجی چای (تلخه رود)

تلخه‌رود (به ترکی آذربایجانی: آجی‌چای) یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین رودخانه‌های جاری در استان آذربایجان شرقی می‌باشد. این رود همچنین بزرگترین رود تأمین آب ورودی به دریاچه ارومیه است. مساحت حوزه آبریز این رودخانه ۹۲۰۰ کیلومتر مربع و حداکثر دبی آن ۴۰/۶ متر مکعب در ثانیه است. طول این رودخانه ۲۶۵ کیلومتر است و در مناطق مرکزی استان آذربایجان‌شرقی در جریان می‌باشد.

تلخه‌رود از دامنه‌های سبلان سرچشمه گرفته و پس از طی حدود ۲۲۰ کیلومتر و عبور از دره ونیار در شمال شهر تبریز و پس از پیوستن آب‌های سرچشمه گرفته از کوه سهند، به دشت وسیع تبریز وارد می‌شود. تلخه‌رود پس از عبور از دشت تبریز به دریاچه ارومیه می‌ریزد. میزان آب رودخانه در طی سال متفاوت می‌باشد. میزان آب رودخانه از پاییز تا اواخر خرداد سال بعد بسیار پر آب است، ولی از اوا یل تابستان تا اواخر شهریور ماه به دلیل اینکه آب رودخانه در بین مسیر زمین‌های کشاورزی قرار دارد و کشاورزان از آب آن برای زراعت استفاده می‌کنند بسیار کم آب می‌شود تا جایی که تقریبا شهریور ماه و در برخی از سال‌ها ماه‌های بعد، آب رودخانه به کلی قطع می شود. نمایی از این تالاب رودخانه‌ای در شکل ۲-۱۲نشان داده شده است.

شکل ۲-۱۲. نمایی از تصویر ماهواره‌ای تالاب رودخانه‌ای تلخه‌رود

۲-۳-۲-۲- نمونه‌ای از تالاب‌های رودخانه‌ای دائمی

- تالاب نوروزلو (زرینه‌رود)

رودخانه زرینه‌رود نام رودی است که در شمال غربی ایران، در جلگه جنوبی دریاچه ارومیه، قرار دارد. این رودخانه با طول ۳۰۲ کیلومتر یکی از طویل‌ترین و پرآب‌ترین رودهای شمال غرب کشور می‌باشد که از کوه‌های چهل چشمه در سقز سرچشمه می‌گیرد و پس از گذر از شهرستان‌های بوکان، شاهین دژ و میاندوآب در جنوب دریاچه ارومیه ضمن تشکیل یک دلتای وسیع به عرض حدود ۱۰ کیلومتر در مراتع باتلاقی تالاب قره‌قشلاق به دریاچه ارومیه می‌ریزد. تالاب نوروزلو در جنوب غربی دریاچه ارومیه و در ۱۵ کیلومتری شهر میاندوآب است.

منطقه حفاظت شده تالاب نوروزلو در دره وسیعی که توسط چندین کوه محصور شده قرار گرفته است و رودخانه پرآب زرینه‌رود از میان تالاب عبور می‌کند. به علت شیب کم مسیر و وسعت هموار منطقه حفاظت شده تالاب مقداری از آب زرینه رود در داخل منطقه پخش و تالاب‌های متعددی را تشکیل می‌دهد و در فصول پرآب قسمت اعظمی از مساحت ۱۱۵۰ هکتاری زیر آب می‌رود. در داخل محدوده تالاب دو تپه نسبتا بزرگ قرار دارد که در فصل بهار پوشیده از چمن می‌شود.

نمایی از این رودخانه تالابی در شکل ۲-۱۳ نشان داده شده است.

شکل ۲-۱۳. نمایی از تالاب رودخانه‌ای زرینه رود (تابستان ۱۳۹۶)

۲-۳-۳- تالاب‌های ساحلی و خور با عمق کمتر از ۶ متر

- تالاب بین المللی خورباهو

تالاب بین المللی خلیج گواتر و خور باهو یکی از ۲۴ عنوان تالاب ثبت شده در فهرست کنوانسیون رامسر است که با دارا بودن مجموعه‌ای از سیستم‌های آب شامل رودخانه، خور و خلیج و با مساحتی معادل ۷۵ هزار هکتار در سال ۱۳۷۸در فهرست تالاب‌های بین المللی رامسر قرار گرفته است. این تالاب در حدود ۱۰۰ کیلومتری شرق چابهار قرار دارد و جزو تالاب‌های دریایی ساحلی طبقه‌بندی شده است و شامل ۶۰ کیلومتر طول رودخانه باهو کلات، خور و خلیج گواتر است. طبق ماهیت شکل‌گیری این تالاب، می‌توان آن را در این دسته از طبقه‌بندی جای داد. به عبارتی با توجه به وسعت ۲۹۵۰۰ هکتاری محدوده تالاب می‌توان گفت که حدود ۷ درصد از منطقه حفاظت شده گاندو در منتهی الیه جنوبی آن و در جوار سواحل عمان را محدوده تالاب باهو تشکیل می‌دهد.

موقعیت تالاب باهو در شکل ۲-۱۴ نشان داده شده است:

شکل ۲-۱۴. موقعیت قرارگیری تالاب خور باهو

رودخانه باهوکلات از ارتفاعات نسکند و بیرک با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در نواحی جنوبی بلوچستان مرکزی با نام رودخانه سرباز سرچشمه گرفته که پلس از طی حدود ۳۰۰ کیلومتر از طریق تالاب باهو و خلیج گواتر به دریای عمان تخلیه می‌شود.

نمایی از این رودخانه و تالاب پایین دست آن در شکل ۲-۱۵ مشاهده می‌شود.

شکل ۲-۱۵. نمایی از خور باهو (پاییز۱۳۹۵)

۲-۴- جمع بندی و هدف از طبقه‌بندی تالاب‌ها

تالاب‌ها با سه شاخصه اصلی مشخص می‌شوند: ۱. آب کم‌عمق یا خاک اشباع از آب ۲. خاک غیرهوازی ۳. پوشش گیاهی و جانوری منحصر به فرد که با شرایط زیستی تالاب سازگاری یافته‌اند. خاک‌های بی‌هوازی این اکوسیستم‌ها، تالاب‌ها را از سایر سیستم‌های خشکی متمایز می‌کند. از سوی دیگر پوشش گیاهی غالب تالاب‌ها شامل درختان، بوته‌ها، چمن‌زارها، خزه‌ها و سایر گیاهان بزرگ (ماکروفیت) می‌باشد، که تالاب‌ها را از دیگر سیستم‌های آبی متمایز می‌کنند. انواع گوناگونی از تالاب‌ها وجود دارند. این تالاب‌ها بر اساس ویژگی‌های هیدرولوژیکی (منابع آبی و طول زمان سیلابی)، موقعیت ژئومورفولوژیکی (زمین‌های مسطح، حوزه‌های آبریز، شیب‌ها، کانال‌ها و غیره)، پوشش گیاهی (بسترهای آبی فوقانی، گیاهان بن در آب، خزه‌ها، بوته‌ها و درختان)، خاک‌ها (معدنی و تورب) و شیمی آب، از یکدیگر تفکیک می‌شوند. تالاب‌ها را می‌توان بر اساس هیدرولوژی، پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی طبقه‌بندی کرد.

با توجه به تأثیرپذیری پیکره آبی تالاب از شرایط اقلیمی، هیدرولوژی و هیدروژئومورفی، شرایط منطقه‌ای و اجتماعی و بسیاری از عوامل محیطی، لزوم طبقه‌بندی تالاب‌های کشور در گروه‌هایی که مشخصات عمده آنها را در برگیرد به انتخاب نوع رفتار پایش و مدیریت آن تالاب کمک شایانی می‌نماید. در همین ارتباط کنوانسیون‌ها و سازمان‌های ذیربط جهانی و داخلی طبقه‌بندی‌های مختلفی را ارائه کرده‌اند که هریک ویژگی‌های خاصی را در طبقه‌بندی مدنظر قرار داده است. با این وجود ذکر این نکته بسیار مهم لازم است که اولاً برخی از این طبقه‌بندی‌ها برای تالاب‌های کشور جوابگو نیست و یا استثنائات بسیاری در این بین به چشم می‌خورد که از جامعیت و وثوق طبقه‌بندی می‌کاهد لذا در طبقه‌بندی پیشنهادی در این فصل، سعی شد تا با بهره‌گیری از تعاریف و استانداردهای موجود و درنظر داشتن شرایط فعلی تالاب‌های کشور، یک طبقه‌بندی منحصر به فرد ارائه گردد تا بر مبنای آن جهت تصمیم‌گیری در خصوص استقرار سیستم‌های پایش ضمن افزایش دقت تصمیم‌گیری به سهولت اجرای این سیستم‌ها نیز کمک شود.

در فصل بعد و در ادامه تکمیل اطلاعات استقرار سیستم‌های پایش به تبیین قوانین و دستورالعمل‌ها در حوزه پایش کیفی منابع آب و لزوم به کارگیری آنها پرداخته خواهد شد.

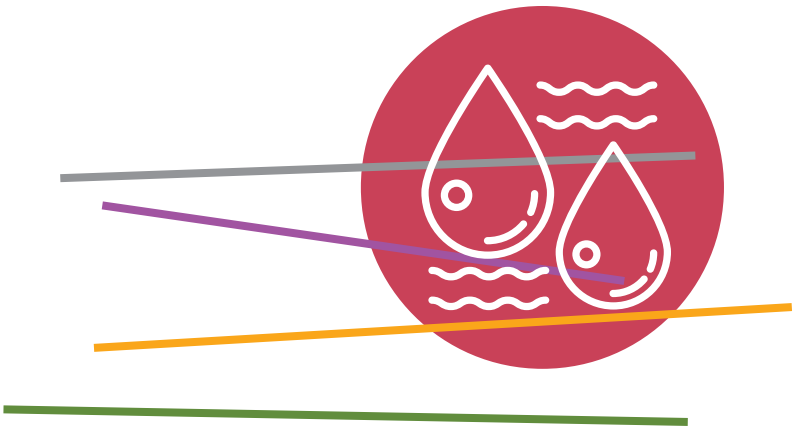
منابع

- دبیرخانه طرح تالاب‌ها. ۱۳۸۷. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. کارگاه آموزشی پایش تالاب‌ها. سازمان حفاظت محیط زیست.
- برنامه پایش دریاچه پریشان. ۱۳۸۸. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. سازمان محیط زیست.
- گزارش راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. ۱۳۸۷. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. سازمان محیط زیست و سازمان ملل متحد.

- Charman, D. (2002). Peatlands and environmental change. John Wiley & Sons Ltd.
- Finlayson, C. M., & van der Valk, A. (Eds.). (2012). Classification and Inventory of the World's Wetlands (Vol. 16). Springer Science & Business Media.
- Finlayson, M., & Moser, M. (1991). Wetlands. Facts on File. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau.

فصل سوم

قوانین و دستورالعمل‌ها در حوزه پایش کیفی منابع آب و لزوم به کارگیری آن‌ها



ارزش تالاب‌ها در جوامع انسانی بسته به نوع عملکرد و ارتباط آنها با اجزای حوضه آبریز خویش متنوع می‌باشد. به‌طور کلی ارزش وجودی تالاب‌ها به جهت تأثیر آنها بر جریان و کیفیت آب و عوامل زیستی ارزیابی می‌گردد. تالاب‌ها از زیباترین مظاهر حیاتی در جهان می‌باشند که شکنندگی، پیچیدگی و خصوصیات خاص فیزیکی و شیمیایی و ساختار اعجاب انگیز آنها هنوز بر انسان ناشناخته است. متأسفانه بشر به واسطه همین امر، با سرعتی مهار گسیخته این مناطق را در گوشه گوشه زمین از دست می‌دهد و یا گاه چنان دستخوش تغییر می‌نماید که دیگر به‌عنوان یک تالاب طبیعی شناخته نمی‌گردد. لذا برای حفظ این اکوسیستم های پرتولید و پربازده، نیاز به شناخت کافی و برنامه‌ریزی‌های مدون و ضابطه‌مند می‌باشد که این امر میسر نمی‌گردد مگر در سایه استفاده از معیارها و دستورالعمل‌هایی که به‌طور کاملاً کارشناسانه تهیه شده‌اند و به کمک آنها امکان مدیریت صحیح بر روی تالاب‌ها فراهم می‌گردد.

از طرفی امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه دستورالعمل‌ها و ضوابط در بخش آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو اقدام به تهیه دستورالعمل پایش اکوسیستمی رودخانه‌ها دریاچه‌ها و تالاب‌ها گردیده است.

پایش اکوسیستم یک تالاب فعالیت متمرکزی است که برای بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب در ارتباط با بهداشت انسانی، شرایط اکولوژیکی و کاربری آب انجام می‌شود. نوع اطلاعاتی که از یک برنامه پایش کیفی به دست 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 به دست می‌آید ممکن است تطابق کامل با کل بدنه آب مورد پایش نداشته باشد، چرا که وضعیت کیفی آب هم در بدنه آب و هم در نمونه‌های آب تحت تأثیر عوامل مختلف زمانی و مکانی قرار دارند. بنابراین، به دست آوردن اطلاعات کافی و قابل اعتماد از نمونه‌های آب بستگی زیادی به طراحی مناسب شبکه پایش دارد. طراحی شبکه پایش کیفی در اولین مرحله نیازمند دستورالعمل پایش می‌باشد و تأثیر به سزایی در کل برنامه پایش دارد. جایگاه دستورالعمل پایش کیفی بسیار فراتر از آن است که صرفاً فرآیندی برای تعیین محل نمونه‌برداری، شاخص‌های کیفی و فاصله زمانی نمونه‌برداری ها محسوب گردد. اطمینان از طراحی هماهنگ بین همه اجزای سیستم پایش بر مبنای دستورالعمل‌های موجود، اهمیتی حیاتی برای موفقیت نهایی برنامه پایش دارد.

۳-۱- بررسی دستورالعمل‌های بین المللی در ارتباط با برنامه پایش تالاب‌ها

ارزیابی و تدوین دستورالعمل‌ها بازخوردی در خصوص اقدامات مدیریتی و اجرای سیستم‌های پایش برای تضمین ارائه اطلاعات لازم به مدیران و دیگر تصمیم‌گیران را مهیا می‌کنند. با علم به این که فهرست‌برداری، ارزیابی و پایش را نمی‌توان جدا از فرآیند مدیریت در نظر گرفت، توجه فزاینده‌ای بر طراحی و اجرای برنامه‌های موثر و دستورالعمل‌های یکپارچه متمرکز شده (Finlayson,1999) و کتابچه‌های راهنما برای دستورالعمل‌های فهرست‌برداری و پایش تالاب‌ها توسط برنامه تالاب‌های مدیترانه‌ای[1]، اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت[2] و ... منتشر شده است (Dugan,1990). از آنجا که تدوین دستورالعمل‌ها نیازمند حمایت قانونی مرجع ذی‌صلاح می‌باشد لذا می‌بایست در این خصوص به یک یا چند دستورالعمل محدود بسنده کرد چراکه عمده موارد بصورت برنامه، شیوه‌نامه و یا توصیه نامه می‌باشد. براساس بررسی‌های کتابخانه‌ای و اطلاعات جمع‌آوری شده از شبکه‌های مختلف اطلاعاتی، دستورالعمل خاصی مربوط به یك کشور مشابه در مورد شرح خدمات این مطالعات یافت نشد. البته برای هرکدام از نیازمندی‌های پایش، اطلاعات فراوانی در کشورهای مختلف وجود دارد. براساس بررسی‌های انجام شده تنها یك دستورالعمل در زمینه پایش کیفی آب یافت گردیده که تقریباً این دستورالعمل می‌باشد. این دستورالعمل به صورت یك کتاب با عنوان:

Water Quality Monitoring

A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring program.

1- MedWet
2- International Union for Conservation of Nature (IUCN)

که با پشتیبانی و سفارش برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد[1] و سازمان بهداشت جهانی[2] توسط تعدادی از دانشمندان و متخصصان مختلف دنیا تهیه شده است. هدف از تهیه این کتاب، تدوین یك ابزار اجرایی و عملی جهت مدیریت کیفی آب برای آژانس‌ها و سازمان‌های بین‌المللی و محلی که به موضوع کیفیت آب می‌پردازند، می‌باشد. این کتاب اطلاعات مورد نیاز در خصوص طراحی و اجرای یك برنامه پایش کیفی آب در راستای ارزیابی کیفی آب و مطالعه در خصوص اثرات ناشی از آلودگی بر محیط‌زیست را ارائه می‌کند. همچنین اطلاعات فراوانی در خصوص سابقه پایش آب‌های سطحی و تالاب‌ها در سطح جهان جمع‌آوری شده که خلاصه آن در فصل بعد (فصل ۴) ارائه شده است. در این قسمت از شیوه‌نامه به بررسی برخی از مهمترین برنامه‌ها، توصیه‌نامه‌ها و دستورالعمل‌ها پرداخته خواهد شد.

۳-۱-۱- بررسی برنامه Med Wet و راهکار اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت

اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت به عنوان یکی از همکاران اصلی کنوانسیون رامسر و مشارکت‌کنندگان آن به همراه آژانس حفاظت از رودخانه‌ها و طبیعت، در راستای اقدام مدیریتی حفاظت از تالاب‌ها، به تهیه و تدوین گزارشات مدیریتی و دستورالعمل‌های مربوط به آن پرداخته‌است. منافع این اقدام آنها نیز نه تنها موجب حفظ تنوع‌زیستی و حیات‌وحش می‌گردد بلکه موجب افزایش کیفیت آب، ماهیگیری و جلوگیری از بروز سیلاب شده و در راستای مدیریت اکوسیستمی می‌باشد.

اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت از سال ۱۹۸۵ با همکاری سازمان حیات وحش جهانی[3] اقدام به تأسیس کمپینی با عنوان «زندگی در کنار آب» پرداخته و با همکاری سازمان‌های جهانی، دست به تدوین برنامه‌هایی از جمله برنامه تالاب‌های مدیترانه‌ای و مشارکت در کنوانسیون‌های مربوطه زده است.

سیستم Med Wet نوعی سیستم رده‌بندی سلسله مراتبی است که به تعریف و شناسایی زیستگاه‌های تالابی کمک شایانی می‌نماید. این سیستم رده‌بندی بر پایه معیارهایی مشخص و با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص زیستگاه‌ها تدوین شده است تا واحدهای بوم شناختی که واجد ویژگی‌های خاص طبیعی و همگن می‌باشند را رده‌بندی نماید. هدف اولیه سیستم رده‌بندی «تالاب‌های مدیترانه» کمک به تهیه نقشه‌ای از تالاب است که نه تنها منعکس کننده مشخصات آن باشد بلکه اطلاعات مفیدی برای پایش و مدیریت تالاب نیز فراهم کند. مدیران و محققان با در دست داشتن نقشه زیستگاه‌ها می‌توانند مشکلات موجود را شناسایی، تحلیل و مکان‌یابی

1- UNEP
2- WHO
3- World wildlife Organisation (WWF)

کنند، گستره آن را تعیین کرده و به راحتی به اطلاعات و داده‌های سودمند دست یابند. از جمله‌ی مزایای استفاده از سیستم سلسله‌مراتبی تشریح زیستگاه، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- استفاده از پارامترهای سنجش از دور در فرآیند سیستم تشریحی زیستگاه، که کسب حداکثر اطلاعات با حداقل کار میدانی را ممکن می‌سازد.
- تشریح زیستگاه با استفاده از سطوح متوالی و ایجاد یک نقشه با کیفیت و دقت یکنواخت
- ترکیب سطوح مختلف اطلاعات تفصیلی و مطالعاتی بدون از دست دادن اطلاعات پایه؛ و استفاده از آنها در تهیه نقشه

در سیستم رده‌بندی «تالاب‌های مدیترانه»، محدوده اراضی تالابی و غیر تالابی در درجه نخست بر اساس پوشش گیاهی غالب و در درجه دوم بر اساس رطوبت خاك مشخص می‌شوند. در شرایطی که پوشش گیاهی و یا شرایط رطوبتی خاك قابل تشخیص نباشد، شرایط هیدرولوژیکی و آب‌گرفتگی تالاب معیار تشخیص و تفکیک خواهد بود.

دستورالعمل پایش تالاب‌ها در سیستم طبقه بندی MedWet به صورت زیر می‌باشد:

بر مبنای این دستورالعمل، پیش از اجرای عملیات اصلی پایش، باید بررسی اولیه‌ای از جوانب مختلف اکوسیستم مورد مطالعه صورت پذیرد. این بررسی علاوه بر شناسایی شرایط مختلف بالادست مخزن و ویژگی‌های مورفولوژی، هیدرودینامیک و هیدرولیک (در صورت وجود) و سوابق مطالعات کیفیت آب مخزن، باید شامل اجرای محدود یک برنامه پایش مقدماتی باشد. 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 قرارگیرد. 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 درصورتی 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 ضروری است 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 فاز صورت گیرد. علاوه بر موارد فوق، 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 پرسنل، از جمله سایر مواردی است که در این مرحله باید انجام شده تا در حین انجام مراحل اصلی پایش از ایجاد مسائل و

مشکلات منجر به وقفه یا کاهش دقت کار، اجتناب گردد.

۳-۱-۲- دستورالعمل پایش تالاب طبق برنامه کنوانسیون رامسر

کنوانسیون تالاب‌ها که همچنین تحت عنوان «کنوانسیون رامسر» شناخته شده است، یک پیمان بین المللی می باشد که چارچوبی را برای انجام همکاری‌های بین‌الدولی به منظور حفاظت از زیستگاه‌های تالابی ایجاد نموده است. اهداف کنوانسیون عمدتا به منظور جلوگیری از نابودی تالاب‌ها، اطمینان از حفاظت آنها و توجه به ارزش‌های اقتصادی- فرهنگی- علمی و گردشگری آنها و ممانعت از خشک شدن آنها به عنوان زیستگاه جانوران به خصوص پرندگان آبزی و کنارآبزی و بهره‌برداری معقولانه جهت ابقا برای نسل‌های آینده متمرکز است. کنوانسیون تالاب‌ها پس از پذیرش در سال ۱۹۷۱ به دنبال دریافت هفتمین سند قبولی یا تصویب از جانب یونسکو (مرجع نگهدارنده کنوانسیون) لازم الاجرا شد. پس از آن متن کنوانسیون توسط «پروتکل پاریس» در ۱۹۸۲ در خصوص افزایش ماده ۱۰ مکرر به متن کنوانسیون و «اصلاحات رجینا» در ۱۹۸۷ در خصوص یک سری اصلاحات خصوصا در مورد مواد ۶و۷ کنوانسیون در زمینه‌های عملکرد کنوانسیون، اختیارات کنوانسیون، تقویت نقش کنفرانس اعضا، ایجاد کمیته دائمی بودجه و ایجاد دبیرخانه دائمی، مورد بازنگری قرار گرفت. دبیرخانه کنوانسیون رامسر در شهر «گلند سوییس» و شعبه دوم آن در« اسلیم بریج» کشور انگلستان قرار دارد. کمیته دائمی به عنوان رکن اصلی کنوانسیون رامسر نقش اجرایی کنوانسیون را عهده‌دار است. هیأت تجدید نظر علمی و فنی از دیگر ارکان مهم کنوانسیون به شمار می رود که نقش اساسی در پیشبرد اهداف کنوانسیون ایفا می کند (محرم نژاد، ۱۳۸۵).

در این دستورالعمل نیز، پایش منابع تالابی بر مدل MedWet و دستورالعمل‌های IUCN استوار است. و تفاوت عمده این مطالعات در تاکید اصلی بر بررسی چگونگی وضعیت اکولوژیکی تالاب می‌باشد.

۳-۱-۳- دستورالعمل پایش تالاب طبق برنامه EPA

براساس دستورالعمل آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا دلایل انجام برنامه پایش شامل موارد زیر است:

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

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

همچنین پایش آب در این دستورالعمل بر اساس موارد ذیل است:

● تعیین پوشش غالب گیاهی:

- که در آن با استفاده از پلات‌های نمونه برداری و تعیین پوشش غالب گیاهی می‌توان تغییرات تالاب را پیگیری نمود.

● هیدرولوژی:

- تعیین مقدار آب‌های ورودی و زمان‌بندی مربوطه

● تجاوز گونه‌های گیاهی بیگانه:

- با استفاده از پلات‌های نمونه‌برداری می‌توان گونه‌های گیاهی بیگانه را تعیین و آنها را ریشه‌کن ساخت.

● شمارش دوزیستان مهاجر:

- این شمارش به بررسی تأثیرات ناشی از فعالیت‌های مربوط به کاربری اراضی که به نوعی بر روی سلامت تالاب‌ها اثرات منفی باقی می‌گذارند، کمک شایانی می‌نماید.

● پایش وضعیت بی مهرگان بزرگ جثه:

- این روش به ویژه در جویبارها بسیار نتیجه خوبی می‌دهد و حضور یا عدم حضور یک رده از این بی‌مهرگان به‌عنوان شاخص‌های مهمی از وضعیت کیفی تالاب می‌باشد.

● تعیین پارامترهای پایه فیزیکی و شیمیایی (نظیر کدورت، دما و pH)

- این پارامترها به طرق معمول اندازه‌گیری می‌شوند و می‌توانند اطلاعات ارزشمندی را ارائه نمایند که با دیگر پارامترها وابسته می‌باشند.

● مشاهده پرندگان

- شناسایی و شمارش پرندگان مکانیسم خوبی برای سنجش میزان ریسک‌های موجود در مسیرهای مهاجرت پرندگان می‌باشد.

● بررسی وضعیت ظاهری تالاب از طریق عکس‌ها و نقشه‌ها

- یک روش ساده برای جمع‌آوری اطلاعات که شاید خیلی علمی نباشد ولی به ثبت وضعیت تالاب در مقطع زمانی مورد نظر کمک می‌کند.

۳-۱-۴- دستورالعمل پایش تالاب طبق برنامه گروه Fensham

در این دستورالعمل هدف از پایش تالاب، حفظ تالاب در شرایط پایدار طبیعی است.

- پایش فون، گونه‌های در معرض خطر انقراض در سطح ملی را در اولویت بررسی قرار می‌دهد.
- پایش فلور، زون‌بندی تالاب به پلات‌های مختلف از گیاهان موجود در تالاب مورد مطالعه را در دستورکار خود دارد.
- ثبت و پایش اطلاعات مربوط به گیاهان، ارائه دوره‌های زمانی پایش
- پایش آب، در نظر گرفتن رژیم آبی (دوره‌های خشکسالی، سیلابی، کم آبی یا پر آبی) و ویژگی‌های هیدرولوژیکی
- پایش پیکره آبی در این دستورالعمل شامل منابع آب سطحی و زیرزمینی به صورت ماهیانه است.

۳-۱-۵- خلاصه‌ای از نکات کلیدی دستورالعمل‌های بین المللی در ارتباط با برنامه پایش با تکیه بر نقاط قوت و ضعف آنها

به دلیل ارزش‌های متعددی که اکوسیستم‌های تالابی برای جوامع بشری و تمامی موجودات زنده وابسته به این اکوسیستم‌ها دارند، طی سال‌های اخیر فعالیت‌های بسیاری در راستای حفاظت از آنها در سراسر جهان صورت گرفته است. از آنجایی که این منابع آبی بخش قابل توجهی از نیازهای کشورها را برآورده می‌سازند و از سویی دیگر فون و فلور پیچیده‌ای به آنها وابسته است، بهترین مسیر جلوگیری از نابودی آنها کسب آگاهی مداوم از تغییرات به وقوع پیوسته در محیط آنها است. برای تأمین این رویکرد، استفاده از متدهای پایش از جمله بهترین راهکارها محسوب می‌گردد. لذا در کشورهای مختلف و نیز از سوی مجامع مسئول بین‌المللی تلاش‌هایی در راستای تدوین دستورالعمل‌هایی برای کنترل کیفیت منابع آب سطحی، مخازن و تالاب‌ها صورت گرفته که در این بخش به چند نمونه از مهمترین آنها اشاره شد. برخی موارد دیگر نیز به همراه خلاصه موارد پیشین بصورت زیر می‌باشد:

- کنوانسیون رامسر به‌عنوان یکی از متولیان بین المللی امر حفاظت از تالاب ها، از سال ۱۹۹۸ ، پروتکلی برای طراحی برنامه‌های پایش تالاب‌ها تهیه نموده است. این کنوانسیون توصیه نموده که تمامی تالاب‌های مورد تأکید این کنوانسیون تحت پوشش این برنامه‌های مدیریتی قرار گیرند تا از طریق برنامه‌های مدیریتی یکپارچه به حفاظت و حمایت از آنها پرداخته شود.
- برنامه محیط زیستی گروه Fenshman در غرب کارترتون در نیوزلند در سال ۲۰۰۸ اقدام به تهیه برنامه پایشی برای حمایت از تالاب نموده است.
- همچنین از جمله نمونه‌های دستورالعمل‌های پایش تالاب می توان به متدهای

پایش تالاب که توسط WSDOT کشور استرالیا در سال ۲۰۰۸ تهیه گردیده، اشاره نمود. این دستورالعمل‌ها مبتنی بر روش‌های استاندارد اکولوژیکی و زیست شناختی می‌باشند.

– دپارتمان حفاظت از منابع آبی و تنوع زیستی اتریش در سال ۲۰۰۴ اقدام به تدوین دستورالعملی برای پایش تالاب‌ها نموده است. در این دستورالعمل بر اهداف حفاظت و مدیریت تالاب ها تأکید شده است و برنامه‌های پایش بر مبنای پارامترهایی که اهداف کاربری تالاب را تأمین می کنند، بیان گردیده‌اند.

– در کشور استرالیا دستورالعملی برای پایش تغییرات اکولوژیکی به وقوع پیوسته در تالاب‌ها تدوین شده است.

– در سال ۲۰۰۳، USEPA برنامه مدیریتی ارزیابی برای پایش وضعیت تالاب‌ها تهیه نمود. این برنامه به شرح و ارائه اطلاعات بیشتر در خصوص عناصر اصلی تأثیرگذار بر کیفیت آب تالاب‌ها می‌پردازد. این گزارش ده عنصر اصلی برای پایش یک منبع آبی را طی یک برنامه پایش و ارزیابی ارائه می‌کند و به‌عنوان ابزاری است که به EPA و دیگر مسئولین منطقه ای کمک می نماید تا بدانند که آیا برنامه پایش پارامترهای مربوطه طبق قوانین آب پاك را پوشش می‌دهد.

با عنایت به موارد مذکور در ارتباط با قوانین و دستورالعمل‌های بین‌المللی، هم اکنون به بررسی قوانین و دستورالعمل های داخلی درخصوص حفاظت از منابع آبی و به ویژه تالاب‌ها پرداخته می‌شود.

۳-۲- قوانین و دستورالعمل‌های داخلی

اصولا کشورهای مختلف در رابطه با دارا بودن الزام قانونی برای پایش اکوسیستم‌های 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 می باشند.

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

۱– در بند الف و ب ماده ۶ قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست (مصوب ۱۳۵۳/۰۳/۲۸ و اصلاحیه ۱۳۷۱/۰۸/۲۴) 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 خاك 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.

۲- 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 تأمین آب مورد نیاز کشور شده است. همچنین در بند ط همین ماده انجام سایر امور نیز که موثر بر تأمین آب باشد به وزارت نیرو محول شده است. به علاوه طبق ماده ۴۶ این قانون، آلوده ساختن آب ممنوع بوده و مسئولیت 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 لازم الاجرا خواهد بود.

۳- مطابق ماده ۳ آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب، سازمان حفاظت محیط زیست ایران موظف است تا با همکاری وزارتخانه‌های نیرو، جهاد کشاورزی، بهداشت و سایر وزارتخانه ها و سازمان‌های ذیربط نسبت به شناسایی کیفیت آب های ایران از لحاظ آلودگی اقدام نماید. در ماده ۴ این آیین نامه، سازمان موظف شده است تا نسبت به شناسایی منابع مختلف آلودگی به طریق مقتضی اقدام نماید.

۴- مطابق تبصره ۲ ماده ۳ آیین نامه بهداشت محیط (مصوب ۱۳۷۱/۰۴/۲۴) سازمان‌ها و موسسات دولتی و خصوصی تأمین 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 وظایف این کمیته اتخاذ تدابیر لازم جهت حفاظت از منابع آب آشامیدنی موجود براساس دستورالعمل‌های پیشنهادی از طرف دستگاه‌های ذیربط می‌باشد.

در سطح ملی همچنین دستورالعمل‌هایی برای پایش کیفی منابع آب تهیه شده است ولی به صورت منسجم به پایش آب تالاب‌ها تخصیص نیافته‌اند. از جمله این موارد می توان به اقدامات وزارت نیرو، شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، اشاره نمود:

- دستورالعمل پایش کیفی آبهای سطحی (جاری) که در سال ۱۳۸۷ تهیه شد و در سال ۱۳۹۰ مورد بازنگری قرار گرفت.
- دستورالعمل پایش کیفی مخازن پشت سد که در سال ۱۳۸۷ تهیه شد و در سال ۱۳۹۰

مورد بازنگری قرار گرفت.

- دستورالعمل پایش کیفی آبهای زیرزمینی که در سال ۱۳۸۷ تهیه شد و در سال ۱۳۹۰ مورد بازنگری قرار گرفت.
- سازمان حفاظت محیط زیست نیز در همین راستا اقداماتی انجام داده است که بیشتر به صورت مطالعات انجام شده توسط ادارات کل حفاظت محیط زیست در سطوح استانی بوده است. پایش کیفی تالاب بین‌المللی انزلی، تالاب شورابیل اردبیل، تالاب شادگان، دریاچه ارومیه، دریاچه نئور و... از جمله این موارد است. در کنار این اقدامات می‌توان به تدوین شیوه‌نامه نصب و راه‌اندازی سیستم‌های پایش لحظه‌ای و مداوم (آنلاین) بر روی منابع آلاینده محیط زیست توسط دفتر پایش فراگیر در سال ۱۳۹۴ اشاره کرد.

بر اساس بند ب ماده ۴۳۱ قانون برنامه پنجم توسعه به منظور کاهش عوامل آلوده کننده و مخرب محیط‌زیست، کلیه واحدهای بزرگ صنعتی و غیر صنعتی مشمول، موظفند نسبت به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری آلودگی و تخریب محیط‌زیستی خود اقدام و نتیجه را در چارچوب خود اظهاری به سازمان حفاظت محیط‌زیست ارائه نمایند. بعلاوه مشمولان این شیوه‌نامه موظفند حداقل پارامترهای TSS, COD, pH EC,TDS,DO و دما را با نصب و راه‌اندازی سیستم پایش لحظه‌ای به طور مداوم پایش نمایند. بر اساس ماده ۶ این شیوه‌نامه، ضوابط و معیارهای انتخاب تجهیزات و روش‌های اندازه‌گیری هریک از پارامترها (برای منابع نقطه‌ای و گسترده) به تفصیل بیان شده است.

۳-۲-۱- دستورالعمل پایش کیفی آب‌های سطحی (جاری)

این دستورالعمل مسائل مختلفی را که به هنگام طراحی و اجرای یك برنامه پایش باید لحاظ شوند، شامل هدف‌گذاری، چگونگی طراحی برنامه پایش، ملاحظات و نیازمندی‌ها به‌هنگام اجرای برنامه، روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها و تولید اطلاعات، روش‌های ثبت و ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات، و در پایان بازنگری و اصلاح برنامه پایش را در بر می‌گیرد. در تهیه این دستورالعمل تلاش شده دستورالعمل‌های مختلف پایش کیفیت آب براساس کلیه اطلاعات به دست آمده، تجارب و استانداردهای کشورهای مختلف و وضعیت آب‌های کشور بررسی گردند و درنهایت با توجه به تمام موارد فوق جدول‌ها و نمودارهایی در این دستورالعمل ارائه شده است. گستره این دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی جاری کشور بوده و به عنوان معیار و ضابطه‌ای برای این گونه طرح ها کاربرد دارد. مهم ترین کاربرد این دستورالعمل، برای ارگان‌ها و سازمان‌هایی است که مسئولیت برنامه‌ریزی، کنترل و نظارت بر کیفیت منابع سطحی کشور را عهده‌دار می‌باشند. در رتبه دوم مشاوران، پیمانکاران، دانشگاه‌ها، و یا سازمان‌های غیردولتی که

به نحوی پایش و اندازه‌گیری کیفیت آب‌های سطحی جاری را انجام می‌دهند، می‌توانند از این دستورالعمل استفاده نمایند. همچنین سازمان‌ها یا نهادهایی که به نحوی مسئولیت نظارت بر فعالیت‌های مورد نظر این دستورالعمل یا تخصیص اعتبار برای آن را بر عهده دارند، می توانند از این دستورالعمل استفاده کنند.

مهمترین نکات مطرح شده در این دستورالعمل شامل موارد زیر است:

- تعیین محدوده مورد پایش بر اساس هدف، با استفاده از نقشه‌هایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و یا ۱:۲۵۰۰۰

- بررسی ویژگی‌های اصلی حوضه آبریز

- نمونه‌برداری‌های معمول فاکتورهای فیزیکوشیمیایی به روش استاندارد متد و تضمین کیفیت در نمونه‌برداری
- انجام آزمایشات باکتریولوژیکی شامل مجموع کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های کشنده (گرمازا)
- شاخص‌های بیولوژیکی شامل:
  - بی‌مهره‌گان آبزی نظیر حشرات در مراحل لارو یا شفیره، خرچنگ آب شیرین، صدف خوراکی، حلزون‌ها و کرم‌ها می‌باشند.
  - شاخص بیوشیمیایی (کلروفیل A)

۳-۲-۲- دستورالعمل پایش کیفی آبهای زیرزمینی

هدف از تهیه این دستورالعمل بیان چارچوب، ساختار، اجزا، روش‌ها و سایر ملاحظات اساسی برای پایش کیفیت منابع آب زیرزمینی می‌باشد. گستره این دستورالعمل، پایش کیفیت آب‌های زیرزمینی کشور بوده و به‌عنوان معیار و ضابطه‌ای برای این گونه طرح‌ها کاربرد دارد. مهم‌ترین کاربرد این دستورالعمل برای ارگان‌ها و سازمان‌هایی است که مسئولیت برنامه‌ریزی، کنترل و نظارت بر کیفیت منابع آب زیرزمینی کشور را عهده‌دار می‌باشند.

کلیدی‌ترین مواردی که در این دستورالعمل به آن اشاره شده است عبارتند از:

- طبیعت فیزیکی، شیمیایی و زیستی تخلیه‌ها یا منابع آلاینده
- ویژگی‌های هیدرولوژیکی و کیفی آبخوان
- بررسی اثرگذاری فرآیندهای زیرسطحی مانند ترقیق و زوال که هنگام حرکت رو به پایین آلاینده‌ها به سمت آبخوان یا به همراه جریان آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد
- موقعیت همه کاربران و ارتباط آن‌ها با جریان آب زیرزمینی
- استانداردها/ معیارهای محیط زیستی(برای کیفیت آب) که برای کاربر آب قابل استفاده هستند.

۳-۲-۳- دستورالعمل پایش کیفی مخازن پشت سد

با هدف اجرای هماهنگ عملیات پایش کیفی مخازن در کشور «دستورالعمل اجرائی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها» تدوین گردیده است. در این دستورالعمل عناصر مختلف طراحی و اجرای برنامه پایش کیفی مخازن مورد بحث قرار گرفته‌اند و سعی شده است یك دستورالعمل عمومی برای طراحی شبکه پایش کیفیت آب مخازن سدها ارائه گردد. از آنجایی که تلاش شده همه انواع اکوسیستم‌های حاکم بر مخازن سطح کشور در نظر گرفته شود، هیچ محدودیت جغرافیائی در کاربرد این دستورالعمل وجود ندارد.

مخازن سدها معمولا در دره رودخانه‌ها با احداث دیواری (سد) در مسیر جریان رودخانه به‌وجود می‌آیند. از آنجا که در ایران همه مخازن اصلی کشور در دره رودخانه‌ها ایجاد شده اند، بنابراین، این دستورالعمل منحصرا برای پایش کیفی این نوع مخازن تدوین گردیده است.

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

بیماری‌هایی که منشا آنها آلودگی منابع آبی است، در اثر انتقال عوامل بیماری‌زا نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها، جانوران تك یاخته و انواع کرم‌ها از آب‌های آلوده به انسان به‌وجود می آیند. این عوامل بیماری‌زا نقش بسیار محدودی در اکوسیستم‌های آبی بازی می‌کنند ولی می‌توانند مشکلات بسیار حاد بهداشتی ایجاد نمایند. پایش این عوامل بیماری‌زا معمولا بطور غیرمستقیم با اندازه‌گیری شاخص‌های آلاینده‌های میکروبی صورت می‌گیرد که در این دستورالعمل از این دیدگاه پیروی شده است.

نظر به آنکه پایش رادیواکتیو در حیطه وظایف سازمان انرژی اتمی ایران می‌باشد، ایزوتوپ‌های رادیواکتیو (طبیعی یا مصنوعی) در این دستورالعمل مورد بحث قرار نگرفته اند. همچنین نظر به کاربری بسیار محدود مخازن کشور برای تخلیه حرارتی، عواقب تغییرات دمای ناشی از تخلیه حرارتی به مخزن، نیز بررسی نشده است. این دستورالعمل در ده فصل تنظیم شده و در تهیه هر یك از فصول، از جدیدترین و معتبرترین منابع علمی و کاربردی بهره گیری شده است که فهرست منابع مورد استفاده در انتهای هر فصل قید شده است. در فصول اولیه این دستورالعمل مطالبی از جمله کلیاتی در مورد مخازن سدها، کیفیت مخازن، اهداف پایش کیفی مخازن، سطوح مختلف پایش، مطالعات انجام شده و بسترهای حقوقی پایش در ایران، معیارهای اصلی انتخاب ایستگاه‌های پایش و راهنمایی های عملی در مورد انتخاب آنها، همچنین فرم های استاندارد در مورد جمع‌آوری اطلاعات مختلف در مورد ایستگاه‌های پایش معرفی شده است. در ادامه این مطالب نیز شناسایی آلاینده‌های مخزن، نحوه ارزیابی وضع موجود مخزن و انتخاب پارامترهای

مورد سنجش براساس انواع منابع آلودگی، معیارهای انتخاب زمان نمونه‌برداری و فواصل زمانی نمونه‌برداری کمی و کیفی آب، دستورالعمل نمونه برداری‌های فیزیکی- شیمیایی، بیولوژیکی و میکروبی به همراه برنامه‌های کنترل کیفی عملیات نمونه‌برداری میدانی ارائه شده است. با عنایت به افزایش شناخت خواننده این دستورالعمل از مبانی مورد نیاز برنامه پایش، در فصول بعدی انواع تجهیزات مورد نیاز عملیات پایش اعم از تجهیزات نمونه‌برداری آب (شیمیایی، بیولوژیکی و میکروبی) و نمونه‌برداری از رسوبات بستر ارائه شده است. همچنین، برنامه‌های نگهداری تجهیزات و کنترل کیفی آنها نیز بیان شده است. پس از ارائه این مطالب، اطلاعات لازم در خصوص کنترل پارامترها و مقایسه با استانداردهای کیفی، همراه با روش طبقه‌بندی وضعیت کیفی آب مخزن (مطلوب، قابل قبول، آلوده و بحرانی) توضیح داده شده‌اند و مشخصات منابع آلاینده اعم از نوع، مقدار، محل و سهم هریك، فرآیندهای مختلف تغییرات کیفی، بررسی کاربرد مدل‌های کیفی آب در عملیات پایش و اقدامات کنترلی به منظور مقابله با افت کیفیت آب ارائه شده است. در پایان نیز طرح ایجاد بانك اطلاعات، مرکز ذخیره اطلاعات خام کیفی آب، پردازش اطلاعات، کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم گردش اطلاعات ارائه شده است. در فصل آخر نیز موارد مربوط به بررسی میزان دستیابی به اهداف پایش، شاخص‌های کلیدی کنترل عملیات پایش و بازنگری در طرح شبکه پایش ارائه شده است.

۳-۲-۴- خلاصه‌ای از نکات کلیدی دستورالعمل‌های داخلی پایش منابع آبی

با توجه به موارد پیش‌گفته، این نتیجه قابل استحصال است که رویکرد دستورالعمل‌های حفاظت و پایش منابع آبی کشور شامل موارد زیر است:

۱- انتخاب اجتماعی
۲- پایش پارامترهای مهم کمی وکیفی پیکره آبی و اثرات اکوسیستم‌های مجاور
۳- مدیریت اقتصادی اکوسیستم آبی
۴- حفاظت از ساختار و کارکردهای اکوسیستم آبی
۵- مدیریت پایش در محدوده اکوسیستم آبی
۶- مدیریت اکوسیستم آبی در مقیاس فضایی و زمانی مناسب
۷- در نظر گرفتن اهداف بلندمدت اکوسیستمی
۸- درك قابل پیش‌بینی بودن تغییرات
۹- تعادل بین حفاظت و بهره‌برداری
۱۰- استفاده از اطلاعات علمی و بومی
۱۱- درگیر نمودن کلیه بخش‌ها

۳-۳- لزوم تدوین دستورالعمل پایش

ارزشیابی دستورالعمل‌های پایش برای کنترل فرآیند برنامه پایش یك الزام است. مدیریت و برنامه‌ریزی برای رفع و کاهش آلودگی‌ها، خطرات محیط‌زیستی و حفاظت از یک زیستگاه طبیعی، بدون اتکاء بر اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان ممکن نیست. پایش فرآیندی است مشتمل بر بازدید میدانی و حضور فرد پایشگر در عرصه مورد پایش، مکان‌یابی محل نمونه‌برداری، نمونه‌برداری، آماده‌سازی نمونه، انتقال نمونه به آزمایشگاه، آنالیز، پردازش و تحلیل داده‌های پایش. از آنجا که در این فرآیند نیاز به تعداد زیاد نیروی انسانی خبره است و بعضاً برخی اندازه‌گیری‌ها به این شکل بطور پیوسته ممکن نیست و یا دچار خطاهای مختلف و غیریکنواختی می‌باشد، در این صورت تحت شرایط خاصی استقرار روش‌های پایش آنلاین توصیه می‌گردد. در اندازه گیری پارامترهای محیط‌زیستی صحت و دقت اندازه‌گیری‌ها بسیار مهم است، از آنجایی که ابزار اندازه‌گیری و پایش آنلاین در زمره ابزار دقیق بوده لذا صحت و دقت آنها ارتباط مستقیم با صحت و دقت نتایج اندازه گیری‌دارد. بنابراین نوع، شرایط و وضعیت تجهیزات و دستگاه‌های مورد استفاده در آنالیز آلاینده‌ها بسیار حائز اهمیت است و روش‌های متعددی جهت کنترل صحت (Accuracy) و دقت (Precision) نتایج آزمایشات انجام می‌پذیرد.

هدف اصلی از ارائه کلیه قوانین و دستورالعمل‌ها در حوزه مربوط به پایش کیفی منابع آب نیز، ارزیابی صحیح، دقیق و پیوسته از پارامترهای مربوطه و جمع‌آوری و تحلیل آن‌ها است که بواسطه عملیاتی شدن این شیوه‌نامه، محقق خواهد شد.

بعلاوه خاطر نشان می‌گردد در کنار قوانین داخلی ایران، برخی از کنوانسیون‌ها، پروتکل‌ها، قوانین و مقررات بین‌المللی وجود دارد که می توانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بستر مناسبی را برای اجرای هر چه بهتر عملیات پایش فراهم سازند. برخی از مهم‌ترین معاهدات بین المللی در این زمینه به شرح ذیل هستند:

۱- برنامه عملی ماردل پلاتا، در دهه ۹۰ و بعد از آن، مبتنی بر ارزیابی و پیش‌بینی کیفیت و کمیت منابع آب به منظور تأمین نیازهای آینده، تعیین وضعیت کیفی فعلی و بدست آوردن راه‌های عملی برای استفاده صحیح و منطقی از آب

۲- برنامه‌های بین‌المللی مدیریت و پایش کیفیت آب مانند برنامه جهانی پایش کیفیت آب (GEMS – Water Program)

۳- برنامه مدیریت صحیح آب های داخلی از دیدگاه محیط‌زیستی (UNEP –EMINWA)

پروتکل‌هایی چون پروتکل حمایت محیط زیست دریایی در برابر منابع آلودگی مستقر در خشکی (کویت ۱۳۶۹ مصوب ۱۳۷۱/۱۲/۲۳) و کنوانسیون رامسر نیز می توانند به طور غیر مستقیم به لزوم اجرای پایش تاکید داشته باشند.

همچنین برنامه‌های سایر نهادهای بین المللی نیز می‌تواند بستر مناسبی را برای اجرای پایش در بدنه‌های آبی فراهم آورد. برخی از مهم‌ترین سازمان‌های بین‌المللی درگیر در این رابطه نیز 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)

که تمام این موارد اهمیت و الزام تدوین دستورالعمل‌های زیست محیطی پایش به ویژه دستورالعمل‌های پایش تالاب‌های کشور را بیش از پیش مشخص می‌کند. (Häkanson, L.، 2001. (Palmer, M.، 1969) (Oglesby, R.T، 1980)

۳-۴- جمع‌بندی و هدف از ارائه دستورالعمل‌ها

با توجه به حصول شناخت و درک ضرورت استقرار سیستم‌های پایش از یکسو و آشنایی با شرایط تالاب‌های کشور از سوی دیگر، آگاهی یافتن از قوانین، ضوابط و دستورالعمل‌های مربوطه نیز تا حد زیادی به درک الزام استقرار این سیستم‌ها کمک می‌کند لذا در این فصل به مهمترین این دستورالعمل‌ها اشاره گردید و در فصل بعد نیز عملکرد کشورهای مختلف و همچنین کشورمان در اجرای این ضوابط مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

منابع

- سیما، س. ۱۳۸۵. برآورد نیاز آبی زیست محیطی تالاب شادگان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف. مهندسی عمران. تهران.
- راهنمای تعیین نیازآبی تالاب‌ها. طرح حفاظت از تالاب های ایران. ۱۳۹۳. تهران. نشر طلایی. ۱۸۸.
- دبیرخانه طرح تالاب‌ها. ۱۳۸۷. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. کارگاه آموزشی پایش تالاب‌ها. سازمان حفاظت محیط زیست.
- برنامه پایش دریاچه پریشان. ۱۳۸۸. طرح حفاظت از تالاب های ایران. سازمان محیط زیست.
- گزارش راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. ۱۳۸۷. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. سازمان محیط زیست و سازمان ملل متحد.
- کریس بکر. ۲۰۰۵. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌های حوضه دریاچه ارومیه، ترجمه: مهندسین مشاور پندام.

- Grillas P 1996. Identification of indicators. In Montitoring Mediterranean wetlands: A methodological guide, ed P Tomàs Vives, MedWet publication, Wetlands International, Slimbridge, UK and Instituto da Conservacao da Naturez, Lisboa, Portugal, 35.59. 136

-Dugan PJ (ed) 1990. Wetland conservation: A review of current issues and required action. IUCN, Gland, Switzerland.

-Häkanson, L. 1980, An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach. Water Res., 14, 957-1101.

-Finlayson CM & Spiers AG (eds) 1999. Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory. Supervising Scientist Report 144, Supervising Scientist Group, Environment Australia, Canberra.

-Finlayson CM 1996a. Information required for wetland management in the South Pacific. In Wetland conservation in the Pacific islands region, Proceedings of the regional workshop on wetland protection and sustainable use in Oceania, Port Moresby, Papua New Guinea, June 1994, ed R Jaensch. Wetlands International.Asia/Pacific, Canberra, 185.201.

-Finlayson CM 1996b. The Montreux Record: A mechanism for supporting the wise use of wetlands. In Proceedings of the Sixth Meeting of the Conference of the Contracting Parties of the Convention on Wetlands, Technical Sessions: Reports and Presentations, Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland, 32.37.

-Finlayson CM 1996c. Framework for designing a monitoring programme.

In Montitoring Mediterranean wetlands: A methodological guide, ed P Tomàs Vives, MedWet publication, Wetlands International, Slimbridge, UK and Instituto da Conservacao da Naturez, Lisboa, Portugal, 25.34.

-Finlayson CM, Davidson NC, Spiers AG & Stevenson NJ 1999. Global wetland inventory . Status and priorities. Marine and Freshwater Research 50, 717.727.

-Finlayson CM, Hollis T & Davis T (eds) 1992. Managing Mediterranean wetlands and their birds. Proceedings of an IWRB International Symposium, Grado, Italy, February 1991.

-IWRB Special Publication No. 20, Slimbridge, UK.

-Matthews GVT (ed) 1990. Managing waterfowl populations. Proceedings of an IWRB Symposium, Astrakahn, USSR, 2.5 October 1989. IWRB Special Publication 12, Slimbridge, UK.

-Mitsch WJ (ed) 1994. Global wetlands . Old world and new. Elsevier, Amsterdam. Prentice RC & Jaensch RP (eds) 1997. Development polices, plans and wetlands. Proceedings of Workshop 1 of the International Conference on Wetlands and Development, Kuala Lumpur, Malaysia, 9.13 October 1995, Wetlands International, Kuala Lumpur.

-Moser M, Prentice RC & van Vessem J (eds) 1993. Waterfowl and wetland conservation in the 1990s . A global perspective. Proceedings of an IWRB Symposium, St Petersburg Beach, Florida, USA, 12.19 November 1992. IWRB Special Publication 26, Slimbridge, UK.

-Tomàs Vives P & Grillas P 1996. Techniques for monitoring. In Montitoring Mediterranean wetlands: A methodological guide, ed P Tomàs Vives, MedWet publication, Wetlands International, Slimbridge, UK and Instituto da Conservacao da Naturez, Lisboa, Portugal, 61.72.

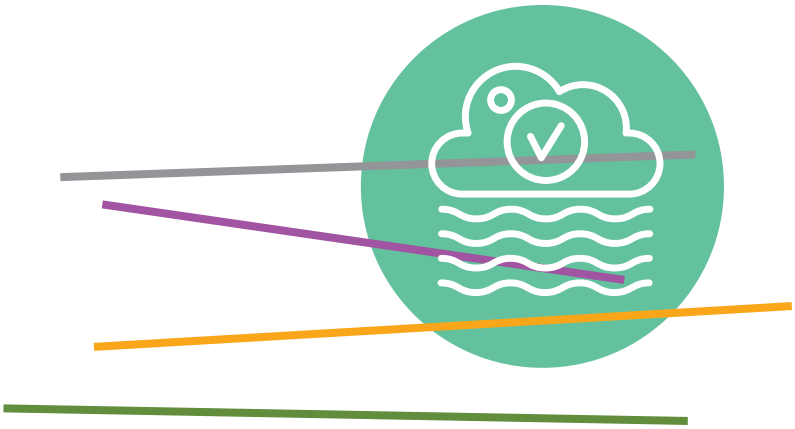
- Oglesby, R.T., 1969, Effects of controlled nutrients dilution on an eutrophic lake, Advances in Water Pollution Research, Pergamon Press, New York, 747-757.

- Palmer, M.D., 2001, Water Quality Modeling, The World Bank, Washington D.C., 157pp.

-Van Dam RA, Finlayson CM & Humphrey CL 1999. Wetland risk assessment: A framework and methods for predicting and assessing change in ecological character. In Techniques for enhanced wetland inventory, assessment and monitoring, eds CM Finlayson & AG Spiers, Supervising Scientist Report 147, Supervising Scientist Group, Environment Australia, 83.118.

فصل چهارم

مروری بر برنامه‌های پایش تالاب‌ها
(با رویکرد پایش اکوسیستمی)



آلودگی، توسعه صنعتی، کشاورزی و توسعه‌ی مناطق مسکونی تالاب‌های جهان را تهدید می‌کنند. تالاب‌ها اکوسیستم‌های بسیار آسیب‌پذیری هستند، زیرا سیستم بازی دارند و معمولا از رودخانه‌ها تغذیه می‌کنند. این رودخانه‌ها نیز در معرض آلودگی و تغییراتی در جریان آب هستند، که اکثر مواقع توسط انسان ایجاد می‌شود. امروزه عملکرد چندگانه تالاب‌ها بیش از پیش شناخته شده است و افراد بیشتری دریافته‌اند که بسیاری از عملکردهای قیمت‌گذاری نشده تالاب‌ها، اهمیت اقتصادی دارند. تالاب‌ها سیستم‌هایی پویا هستند و به طور پیوسته در معرض بلایای طبیعی، خشکسالی، طغیان رودخانه‌ها و یا ورود مواد مختلف قرار می‌گیرند. فعالیت‌های انسانی به طور مستقیم و غیرمستقیم، نرخ تغییرات و تخریبات وارد بر تالاب‌ها را افزایش داده است. بیان میزان دقیق تالاب‌های از بین رفته و یا تخریب شده امکانپذیر نیست ولیکن در مواردی خاص و براساس نوع مشکلات ایجاد شده و در کشورهای خاص، این امر انجام شده است. به عنوان مثال ایالات متحده آمریکا تاکنون ۸۷ میلیون هکتار (۵۴ درصد) از اراضی اصلی تالابی خود را از دست داده است. (Tiner،1994) در جدول ۴-۱ میزان تخریب تالاب‌ها در شش کشور اروپایی در یك دوره زمانی مشخص، و در جدول ۴-۲؛ عوامل اصلی تهدید تالاب‌ها و درصد وقوع آنها ارائه شده است. با عنایت به این موارد انجام اقدامات حفاظتی از جمله تدوین برنامه‌های پایش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این فصل و در بخش‌های بعدی به آن پرداخته خواهد شد.

جدول ۴-۱. میزان تخریب تالا ب‌ها در اروپا (CEC،۱۹۹۵)

نام کشور	دوره زمانی	درصد تخریب تالاب‌ها
هلند	۱۹۵۰-۱۹۸۵	۵۵
فرانسه	۱۹۰۰-۱۹۹۳	۶۷
آلمان غربی	۱۹۵۰-۱۹۸۵	۵۷
اسپانیا	۱۹۴۸-۱۹۹۰	۶۰
ایتالیا	۱۹۳۸-۱۹۸۴	۶۶
یونان	۱۹۵۰-۱۹۸۵	۵۵

جدول ۴-۲. تهدیدهای اصلی برای تالاب ها و میزان وقوع آنها در آسیا، آمریکای جنوبی و جزایرواقع در دریای کارائیب (WCMC،۱۹۹۲)

عامل تهدید	آسیا	آمریکای جنوبی و کارائیب
شکار و ایجاد مزاحمت و اختلال در اکوسیستم	۳۲	۳۰/۵
سکونت‌گاه انسانی	۲۷	-
زهکشی به منظور زراعت	۲۳	۱۹
اختلال (مزاحمت) ناشی از تفرج	-	۱۱/۵
احیای اراضی به منظور شهرنشینی و توسعه صنعتی	-	۱۰/۵
آلودگی	۲۰	۳۱
ماهیگیری و ایجاد مزاحمت و اختلال در اکوسیستم	۱۹	۱۰
کاربری‌های تجاری و جنگل‌داری	۱۷	۱۰
چوب‌بری (قطع پوشش گیاهی) به منظور استفاده‌های محلی و خانگی	۱۶	-
تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک و تولید لجن	۱۵	-
تغییرکاربری اراضی به کشت آبی و یا جایگاه تولید نمک	۱۱	-
انحراف مسیرآب	۹	-
چرای مفرط توسط دام‌های جوامع محلی	۹	-

۴-۱- رویکردهای متداول برنامه‌های پایش تالاب‌ها در دنیا

برنامه پایش کیفی تالاب سندی است که رویکرد و هدف مدیریت تالاب را برای تعیین شرایط کنونی پیکره آبی آن به شرایط مطلوب درآینده مشخص کرده و چارچوبی را برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و اقدام‌های اجرایی فراهم می‌کند و بر حسب اینکه بر اساس چه شرایطی تدوین و یا توسط چه نهادها و با چه تجهیزاتی اجرایی شود، می‌تواند یک دستورالعمل تعهدآور باشد. چنین برنامه‌ای ضمن در نظر گرفتن نقش و مسئولیت فعال برای دست‌اندرکاران در مدیریت و حفظ تالاب، با برنامه‌ریزی در سطح حوضه آبریز سعی در برقراری تعادل میان حفاظت و احیا و تحقق بهره‌برداری خردمندانه از تالاب و مدیریت پایدار آن دارد. یک برنامه پایش تالاب باید کارکردهای متعددی داشته باشد که تمامی موارد زیر را شامل شود:

- یک سند مرجع برای اندازه‌گیری و تشریح وضع موجود باشد.
- ابزاری برای تحلیل تأثیر عوامل محیط‌زیستی،کشاورزی، اجتماعی و صنعتی بر پیکره آبی تالاب به‌شمار رود.
- ارائه‌دهنده چشم‌اندازی از روند تغییرات بلند مدت پیکره آبی تالاب باشد.
- سندی برای شناسایی و اولویت‌بندی اهداف مدیریتی تالاب بر مبنای سطح پایش صورت گرفته قلمداد شود.
- یاری‌رسان مدیران تالاب در امر تصمیم‌گیری و تشخیص اولویت‌ها باشد.
- تعهدآور برای ذینفعان در امور اجرایی تلقی گردد.
- یک سند مرجع کاری و برنامه ای برای کلیه فعالیت‌ها و اقدامات مرتبط با پایش تالاب و حوضه آبریز آن باشد.

با توجه به این موارد، فعالیت‌های گسترده‌ای در سطح جهان به منظور ارزش‌گذاری تالاب‌ها و به تبع آن انجام اقدامات حفاظتی، پیاده‌سازی دستورالعمل‌های مربوطه و ازجمله برنامه پایش وضعیت تالاب‌ها صورت پذیرفته که به بخشی از آن در جدول ۴-۳ اشاره می‌شود.

جدول ۴-۳. کارکردهای ارزش‌گذاری شده تالاب‌ها در نقاط مختلف جهان

کارکرد / ارزش	نوع تالاب و موقعیت	ارزش و واحد پول (دلار آمریکا در سال ۱۹۹۳)	محقق / روش ارزشگذاری
ارزش حفاظتی در برابر طوفان و کنترل سیلاب	تالاب‌های مانگرو در مالزی	۳۰۰ هزار دلار در سال	ناشناخته
ارزش تفریحی و تفریحی	سیستم تالاب‌های آب شیرین و لب‌شور انگلستان و اسکاتلند	۲۴۷ - ۱۱۸ دلار آمریکا در سال (دلار سال ۱۹۹۱)	Bateman و همکاران (۱۹۹۳) براساس روش CVM
ارزش حفاظتی در برابر طوفان و نیز ماهیگیری و گردشگری	صخره‌های مرجانی در بریتانیا	۱۳۷ هزار تا ۱/۲ میلیون دلار برای ۲۵ سال	ناشناخته
حفاظت از دارایی‌ها در مقابل وزش تندبادها و ترنادوها	خلیج ساحلی لوئیزیانا، ایالات متحده آمریکا	۱۱ دلار و ۸۶ سنت برای هر هکتار در هر سال	Farber (۱۹۸۷) Winpenny (۱۹۹۱)
غواصی و شنا	جزایرکیمن	۵۳ میلیون دلار در سال	ناشناخته
ارزش پرندگان	استخرهای آب شیرین در آمریکای شمالی	۴/۶ - ۲/۴ دلار برای هر پرنده (دلار سال ۸۷ - ۱۹۸۶)	Hammack & Brown (۱۹۷۴) بر اساس روش CVM. تابع تولید و مدلسازی بیواکولوژیکی
ارزش زراعی، جنگل‌داری و ماهی‌گیری	دشت‌های سیلابی گرمسیری نیجریه	۵۱ دلار در هر هکتار	Barbier و همکاران (۱۹۹۳) براساس رویکرد قیمت‌های بازاری
ارزش صید ماهیان بازارپسند	خلیج مورتن در استرالیا	۴۸۵۰ دلار در هر هکتار برای هر سال	ناشناخته
آسایش و رفاه	تالاب‌های واقع در غرب ایالات متحده آمریکا در منطقه Minnesota	حداقل ۱۵۷ و حداکثر ۴۴۷ دلار برای هر هکتار در هر سال	Danielson & Leitch (۱۹۸۶)
صید خرچنگ، میگو و قزل‌آلا	آمریکا	۱۳ میلیون دلار در سال ۱۹۹۱	ناشناخته
کاهش و جذب نیتروژن	تالاب‌های رودخانه‌ای سوئد	۵۹ دلار برای جذب هر ۱ کیلوگرم نیتروژن (دلار سال ۱۹۹۰)	Gren (۱۹۹۵) بر اساس روش CVM، تابع تولید و هزینه استقرار مجدد

تولید محصولات تالابی	ذخیره‌گاه تالابی مامیراوا در برزیل	۴/۴ میلیون دلار در سال	ناشناخته
ماهی‌گیری	تالاب‌های ساحل شرقی ایالات متحده آمریکا	۱۲۰ دلار برای هر هکتار در هر سال	McNeely (۱۹۸۸)
ذخیره‌سازی آب و تغذیه آبخوان‌ها	تالاب فلوریدا در آمریکا	۲۵ میلیون دلار در سال	ناشناخته
ارزش تفرجی، ماهی‌گیری تجاری و حفاظت در برابر طوفان	مرداب‌های ساحلی نیمه گرمسیری واقع در لوئیزیانا آمریکا	۲۴۲۹ دلار در هکتار برای هر سال (دلار سال ۱۹۸۳ و نرخ تنزیل ۸ ٪)	Costanza و همکاران (۱۹۸۷) بر اساس روش قیمت‌های بازاری، هزینه خسارت، تابع تولید، CVM و TCM
تغذیه آبخوان‌ها برای مصرف داخلی	تالاب‌های نیجریه	۴۸ میلیون دلار در سال	ناشناخته
ماهی‌گیری تجاری	تالاب‌های ساحلی ایالات متحده آمریکا	۶۲ دلار و ۶۶ سنت برای هر هکتار در هر سال	Costanza و همکاران (۱۹۸۹) بر اساس TCM
تفرج	تالاب‌های ساحلی ایالات متحده آمریکا	سود خالص = ۷۰ دلار و ۶۷ سنت برای هر بازدیدکننده	Costanza و همکاران (۱۹۸۹) بر اساس TCM
جمعیت ماهیان و کنترل سیلاب	نیویورک، ایالات متحده آمریکا	۱۳۰ دلار در هر هکتار در هر سال	Danielson & Leitch (۱۹۸۶)
ماهی‌گیری و تولید زغال چوب	جنگل‌های مانگرو گرمسیری تایلند	۲۸۰ دلار در هر هکتار برای هر سال	Winpenny (۱۹۹۱) بر اساس درآمد ناخالص از مناطق مانگرو
تولید برنج	جنگل‌های مانگرو گرمسیری تایلند	۲۸۰ دلار در هکتار برای هر سال	Winpenny (۱۹۹۱) بر اساس درآمد ناخالص از مناطق مانگرو
از بین رفتن تالاب‌ها و ارزش تفرجی در مقیاس منطقه‌ای	ایالات متحده آمریکا	۳۶۰ دلار آمریکا برای هر نفر	Bergstrom, J.C., J.R. Stol, J.P. Titre & V.L. Wright (۱۹۸۶–۸۷) بر اساس روش CVM

همانطور که مشاهده می‌شود کارکرد تالاب‌ها بسیار بیشتر از یک پیکره آبی ساده با توانمندی تأمین آب برای مصارف کشاورزی و معیشتی است. به دلیل ارزش‌های متعددی که اکوسیستم‌های تالابی برای جوامع بشری و تمامی موجودات زنده وابسته به این اکوسیستم‌ها دارند، طی سال‌های اخیر فعالیت‌های بسیاری در راستای حفاظت از آنها در سراسر جهان و همچنین در کشور ما صورت گرفته است. از آنجایی که این منابع آبی بخش قابل توجهی از نیازهای کشورها را برآورده می‌سازند و از سویی دیگر فون و فلور پیچیده‌ای به آنها وابسته است، بهترین مسیر جلوگیری از نابودی آنها کسب آگاهی مداوم از تغییرات به وقوع پیوسته در محیط آنها و پایش آنها به ویژه پایش اکوسیستمی است.

۲-۴- ویژگی‌های پایش اکوسیستمی

کنوانسیون تنوع زیستی که توسط بیش از ۱۸۸ کشور جهان به امضاء رسیده است، رویکرد مدیریت اکوسیستمی و به تبع آن پایش اکوسیستمی را به‌عنوان ساختار پایه عملیاتی خود معرفی نموده است. پایش اکوسیستمی راهبردی است برای پایش جامع زمین، آب و منابع زیستی که تقویت کننده حفاظت و پایداری بهره‌برداری عادلانه از تالاب است. در پایش اکوسیستمی مردم و حیات آنها در مرکز تصمیم‌گیری مدیریت و تدوین برنامه پایش قرار می‌گیرند و به همین دلیل این رویکرد تفاوت عمده‌ای با روش‌های سنتی پایش دارد. به بیان ساده پایش اکوسیستمی با هدف ایجاد کمترین مخاطره محیط‌زیستی، حفظ اکوسیستم‌های طبیعی و احیای اکوسیستم‌های تخریب شده با درک و اندازه‌گیری پارامترهای اثرگذار است و همزمان تأمین نیازهای جوامع انسانی و تأثیر فعالیت‌های آن را نیز رصد می‌کند.

از مهمترین ویژگی‌های پایش اکوسیستمی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

کار گروهی: اجرای موفق برنامه پایش مستلزم هماهنگی و همکاری نزدیک بین سازمان‌های دولتی، جوامع محلی و تشکل‌های غیردولتی و تمامی ذینفعان حوضه تالاب است.

گردآوری داده‌ها: در امر پایش به منظور اجتناب از تحمیل مسئولیت اضافه بر سازمانی خاص، تمامی سازمان‌های ذیربط و ذینفع باید امور مربوط به پایش را که به صورت جاری در دستور کار آنها قرار گرفته است، ادامه داده و اطلاعات و داده‌های موجود را در اختیار سایر سازمان‌های ذینفع کلیدی قرار دهند. جهت اجتناب از به هدر رفتن هزینه‌های جمع‌آوری داده، پایگاه داده‌ها باید در نهادهای مسئول پایش استقرار یافته و مکانیسم‌هایی برای در دسترس قرار دادن اطلاعات زیست محیطی (ترجیحا از طریق اینترنت) پیش‌بینی گردد.

روش‌شناسی: یک برنامه پایش خوب می‌تواند داده‌های مناسبی را تولید نماید. لازم است که روش‌های کار با جزئیات کامل (پروتکل‌ها) مورد بررسی سازمان‌های مربوطه قرارگرفته و در جهت

استانداردسازی و چاپ آنها اقدام گردد.

بودجه: از آنجا که برنامه‌های پایش می‌توانند بسیار پرهزینه باشند، سازمان‌های اجرایی مسئولیت تأمین بودجه و اعتبارات لازم را دارند (از طریق بودجه‌های ملی و استانی).

گزارش‌دهی:کمیته مسئول موظف است بر اساس اقدامات صورت گرفته، سالانه یک گزارش جامع پایش برای سایت تالابی مورد نظر تهیه نماید. این گزارش پایش با عنوان «وضعیت محیط‌زیست تالاب ... در سال ...» باید به طور گسترده منتشر و نیز از طریق اینترنت در دسترس همگان قرار گیرد. در ضمن هر پنج سال یکبار یک گزارش تحلیلی برای جمع‌بندی و تفسیر نتایج برنامه پایش و ارائه بازخوردهای لازم به برنامه مدیریت تالاب می‌بایست تهیه و ارائه شود. سازمان حفاظت محیط زیست نیز به عنوان متولی اصلی تالاب‌ها در کشور موظف است گزارش مذکور را مورد بررسی و پس از تائید منتشر نماید. گزارش مذکور همراستا و منطبق با گزارش پروتکل پایش برنامه مدیریت جامع تالاب می‌باشد که توسط دبیرخانه مدیریت زیست‌بومی تهیه و منتشر می‌شود.

ظرفیت‌سازی: به طور کلی به نظر می‌رسد تخصص‌های لازم برای اجرای برنامه پایش(به جز نیازهای آموزشی در رابطه با استفاده از تجهیزات و فن‌آوری‌های جدید) در ایران موجود است. با توجه به اینکه تعداد متخصصین لازم بسیار کمتر از تعداد مورد نیاز برای اجرای کامل برنامه پایش است، لازم است برنامه‌های آموزشی جامعی برای اجرای برنامه پایش برنامه‌ریزی شود. همچنین، ظرفیت تفسیر داده‌ها و تلفیق آنها در قالب یک گزارش تحلیلی جامع توسط سازمان‌های مسئول نیاز به ظرفیت‌سازی دارد. در ضمن، ظرفیت‌های لازم در بین جوامع محلی برای همکاری در برنامه پایش باید ایجاد گردد.

۳-۴- یک برنامه پایش جامع چگونه و چطور به مدیریت و حفاظت از تالاب‌ها کمک می‌کند؟

بر اساس رویکرد اکوسیستمی و شیوه مشارکتی، یك برنامه پایش نتیجه فرآیند رایزنی و مذاکره بین ذینفعان و صاحب‌نظران مختلف در ارتباط با یک تالاب و به منظور تعریف یک برنامه مشترک است. این برنامه تنها پس از تهیه یک سند صورت عینی به خود می‌گیرد. بنابراین یک برنامه پایش بازتاب‌دهنده نیازها، تصمیمات و اقداماتی است که باید از طرف ذینفعان و کاربران یک تالاب صورت گیرد. این برنامه باید ابزاری کارآمد برای مدیریت تالاب در سطح حوضه آبریز آن باشد. به عبارت دیگر برنامه پایش سندی است که رویکرد و هدف مدیریت تالاب را برای گذار از شرایط کنونی به شرایط مطلوب در آینده مشخص کرده و چارچوبی را برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و اقدام‌های اجرایی فراهم می‌کند و بر حسب اینکه بر اساس چه قوانینی تدوین و یا توسط چه نهادهایی اجرایی شود، می‌تواند یک دستورالعمل تعهدآور باشد. برای تسهیل فرآیند و

رسیدن به یک سند کاربردی شرایط ویژه‌ای لازم است که برخی از این شرایط در ذیل اشاره شده است:

۱- برنامه پایش بر اساس رویکرد اکوسیستمی به منطقه، نوع و وضعیت تالاب و بخصوص به ذینفعان و بهره‌برداران از تالاب بستگی دارد لذا می‌تواند به عنوان مرجعی برای پایش تالاب موردنظر قرار گیرد.

۲- برنامه پایش همچنین به حجم اطلاعات موجود (اطلاعات پایه) پیرامون منابع طبیعی، چگونگی عملکرد و کاربرد آنها و نیز جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی بستگی دارد.

۳- مشارکت و درگیری ذینفعان تالاب (سازمانهای دولتی، مسئولین محلی، سازمانهای غیردولتی و جوامع محلی)، باید از بخش‌های محوری فرآیند تهیه این سند باشد به گونه‌ای که مردم و سایر ذینفعان دولتی و بخش خصوصی احساس کنند در یک طرح مشترک سهیم هستند و نسبت به آن تعلق خاطر دارند. علاوه بر ذینفعان دولتی بطور ویژه ساکنین محلی بایستی در تدوین و رسیدن به اهداف برنامه مشارکت داشته باشند. بدین منظور آنان بایستی در شناسایی مسائل و مشکلات، محدودیت‌ها و طرح‌ریزی برنامه دخیل باشند.

۴- هر چند برنامه پایش یک سند تحلیلی است، اما این سند باید به مرحله اجرا گذاشته شود. کار انجام شده مدیریتی بدینوسیله بصورت کار میدانی نمود پیدا می‌کند. پایش، ابزاری حیاتی برای ارزیابی نتایج و بررسی روند اجرایی و تغییرات می‌باشد.

۵- برنامه پایش به مرور زمان و تحت تاثیر اطلاعات جدید، تجربه اجرایی و بازبینی‌های رسمی تکامل پیدا می‌کند.

در یک برنامه جامع پایش پیکره آبی تالاب به عنوان مثال موارد زیر می‌بایست مدنظر قرارگیرد:

- بیلان آبی تالاب
- برنامه مدیریت تغییرات سطح آب
- برنامه مدیریت حوزه آبریز شامل نیاز آبی اکوسیستم‌ها
- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها و فعالیت‌های مجاور تالاب
- مدیریت کمیت و زمانبندی آب ورودی به تالاب
- قوانین و اهداف مربوط به کیفیت آب (مواد شیمیایی کشاورزی، فاضلاب شهری و صنعتی)

۴-۳-۱- مثال‌هایی از تجربیات موفق برنامه پایش تالاب‌ها در دنیا

در کشورهای مختلف و نیز از سوی مجامع مسئول بین‌المللی تلاش‌هایی در راستای تدوین دستورالعمل‌هایی برای کنترل کیفیت منابع آب سطحی، مخازن و تالاب‌ها صورت گرفته که در فصل قبل بطور مفصل مورد بررسی قرار گرفت. در اینجا نیز به چند نمونه از این تجارب و

پیاده‌سازی دستورالعمل‌ها اشاره می‌شود.

– کنوانسیون رامسر به عنوان یکی از متولیان بین المللی امر حفاظت از تالاب‌ها، از سال ۱۹۹۸، پروتکلی برای طراحی برنامه‌های پایش تالاب‌ها تهیه نموده است. این کنوانسیون توصیه نموده که تمامی تالاب‌های سایت رامسر تحت پوشش این برنامه‌های مدیریتی قرار گیرند تا از طریق برنامه‌های مدیریتی یکپارچه به حفاظت و حمایت از آنها پرداخته شود.

–برنامه محیط زیستی گروه Fenshman در غرب کارترتون در نیوزلند در سال ۲۰۰۸ اقدام به تهیه برنامه پایش برای حمایت از تالاب نموده است.

– از جمله نمونه‌های برنامه‌های پایش تالاب می‌توان به متدهای پایش تالاب که توسط WSDOT کشور استرالیا در سال ۲۰۰۸ تهیه گردیده است، اشاره نمود. این برنامه‌ها مبتنی بر روش‌های استاندارد اکولوژیکی و زیست‌شناختی هستند.

– دپارتمان حفاظت از منابع آبی و تنوع‌زیستی اتریش در سال ۲۰۰۴ اقدام به تدوین دستورالعملی برای پایش تالاب‌ها نموده است. در این دستورالعمل بر اهداف حفاظت و مدیریت تالاب‌ها تأکید شده است و برنامه‌های پایش بر مبنای پارامترهایی که اهداف کاربری تالاب را تأمین می‌کنند، بیان گردیده‌اند.

– در کشور استرالیا دستورالعملی برای پایش تغییرات اکولوژیکی به وقوع پیوسته در تالاب‌ها تنظیم شده است.

– در سال ۲۰۰۳، USEPA برنامه مدیریتی ارزیابی برای پایش وضعیت تالاب‌ها تهیه نمود. این برنامه به شرح و ارائه اطلاعات بیشتر در خصوص عناصر اصلی تأثیرگذار بر کیفیت آب تالاب‌ها می‌پردازد. این گزارش ده عنصر اصلی برای پایش یک منبع آبی را طی یک برنامه پایش و ارزیابی ارائه می‌کند و به عنوان ابزاری است که به EPA و دیگر مسئولین منطقه‌ای کمک می‌کند تا بدانند که برنامه پایش پارامترهای مربوطه طبق قوانین آب پاك را پوشش می‌دهد (USEPA، 2003).

– سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) در کنار فعالیت‌های گسترده خود در زمینه پایش کیفی منابع آب سطحی، اقدام به تهیه برنامه‌هایی جهت پایش دریاچه‌ها و مخازن نموده است. از جمله مهم‌ترین این دستورالعمل‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- دستورالعمل گزارش فنی: ارزیابی توده‌های آبی برای انجام آنالیز قابلیت ارزیابی. جلد سوم (USEPA، 1983–1984)
- پایش داوطلبانه دریاچه. دستورالعمل روش‌ها (USEPA، 1991).
- روش‌های آماری برای تحلیل روندهای کیفیت آب دریاچه (USEPA، 1993).
- پایش دریاچه و احیای مخازن (USEPA، 1990).

۴-۳-۲- اقدامات انجام شده در خصوص پایش اکوسیستمی تالاب‌ها

در راستای پایش اکوسیستمی تالاب‌ها نیز اقدامات مختلفی در سراسر جهان صورت پذیرفته است که به برخی از آنها در ادامه اشاره می‌شود:

- 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 روش ها طی چهار سال متوالی (۱۹۹۴-۱۹۹۱) مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. تاکید این برنامه بر سنجش شرایط اکولوژیکی و اکوسیستمی درمقیاس ملی و محلی است. به علاوه روش‌هایی جهت جمع‌آوری اطلاعات، نمونه برداری، مدیریت و یکپارچه‌سازی اطلاعات و نحوه استفاده از آنها براساس استانداردهای جهانی نیز ارائه گردیده است.

- سه کشور هلند، آلمان و دانمارك در همکاری با برنامه پایش و ارزیابی مشترك (JAMP) 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 اکوسیستمی عمومی تدوین گردیده است (سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، ۱۹۹۵).

- ایرلند از جمله کشورهایی است که دارای برنامه مدونی برای پایش منابع آبی خود می‌باشد. این کشور در سال ۲۰۰۲ با کمك EPA گزارشی را تحت عنوان کیفیت آب در ایرلند (۲۰۰۰-۱۹۹۸) منتشر ساخت. بخش سوم این گزارش به پایش کیفی آب تالاب‌ها اختصاص داشته و به تشریح پارامترهای کیفی آب با تاکید بر پایش اکوسیستمی می‌پردازد. همچنین در این کشور برنامه‌ای تحت عنوان پایش کیفی آب دریاچه‌های ملی نیز اجرا می‌شود (EPA،2000). در این کشور همچنین استوری و همکاران (۲۰۱۱) پیشرفت‌ها در زمینه پایش آنلاین کیفیت آب و سیستم‌های اولیه هشدار را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که علیرغم پیشرفت‌های زیاد در زمینه پایش‌های بیولوژیکی و فناوری حسگرهای میکرو، پایش عمومی و اکوسیستمی بصورت ضعیف انجام می‌شود.

- در سال ۲۰۰۸، برمبنای توصیه‌های انجام شده سیاست جدید پایش تالاب در کانادا ابداع گردید. هدف این برنامه حفظ سطح تالاب‌ها و منافع اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی است که تالاب‌ها ارائه می‌دهند و این سیاست جدید در راستای انجام پایش اکوسیستمی می‌باشد. ارکان اصلی این سیاست‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- جمع‌آوری داده‌های بلندمدت در خصوص تالاب‌ها؛
- استاندارد کردن تکنیك‌ها، دستورالعمل‌ها و کتابچه‌های راهنما؛

- ارائه آموزش به ذینفعان؛
- بررسی شکاف‌ها و هماهنگی جمع‌آوری اطلاعات؛
- توسعه و استفاده از شبکه‌ها؛
- توسعه تجهیزات و ابزارهای پایش برای ارزیابی اقدامات انجام شده

در سطح ملی نیز تاکنون دستورالعمل‌هایی برای پایش کیفی منابع آب تهیه شده است ولی به صورت منسجم به پایش آب تالاب‌ها پرداخته نشده است.

سازمان حفاظت محیط زیست نیز در همین راستا اقداماتی انجام داده است که بیشتر به صورت مطالعات انجام شده توسط ادارات کل حفاظت محیط زیست در سطوح استانی صورت گرفته‌اند. از جمله این اقدامات می توان به پایش کیفی تالاب بین المللی انزلی، تالاب شورابیل اردبیل، تالاب شادگان، دریاچه ارومیه، دریاچه نئور و... اشاره نمود. همچنین اجرای سیستم پایش آنلاین کیفی در تالاب چغاخور، کانی برازان، سولدوز و سایر موارد را می توان از اهم اقدامات انجام شده در این زمینه نام برد.

طرح حفاظت از تالاب‌های ایران در قالب همکاری دولت جمهوری اسلامی ایران، برنامه عمران ملل متحد و صندوق تسهیلات محیط زیست جهانی تلاش کرده است تا رویکرد پایش اکوسیستمی را به عنوان مبانی استقرار یک شیوه مدیریت جدید و جامع‌نگر برای پایش تالاب‌های کشور معرفی کند. برای این منظور پس از ارائه آموزش و ظرفیت‌سازی‌های لازم، این رویکرد را در سه سایت منتخب تالاب شادگان، تالاب پریشان و دریاچه ارومیه و سپس در تالاب‌های بیشتری پیاده سازی نمود تا از نتایج و تجربیات به دست آمده برای توسعه و پیشنهاد یک سیستم مدیریتی برای پایش سایر تالاب‌ها با توجه به ظرفیت‌های واقعی کشور استفاده شود. همچنین «پروتکل پایش تالاب و حوضه آبریز آن» به عنوان بخش مهمی از برنامه مدیریت جامع حوضه آبریز تالاب‌ها، مسیر و نقشه راه پایش اکوسیستمی تالاب‌ها را در سطح حوضه آبریز مشخص کرده و تاکنون برای ۲۰ تالاب مهم کشور این پروتکل تدوین شده و یا در دست نهایی‌سازی است.

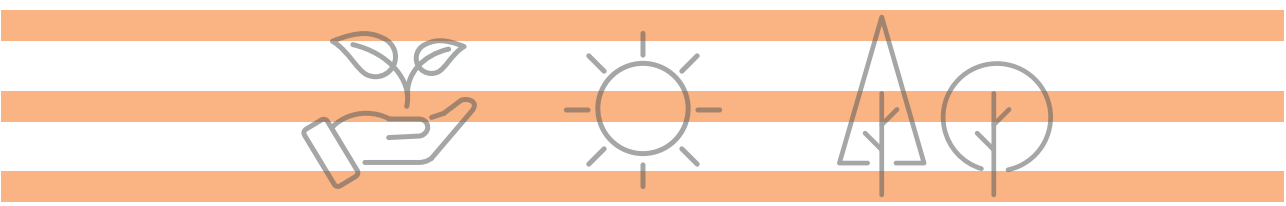
۴-۴- جمع‌بندی و هدف از ارائه مطالعات و پروژه‌های مرتبط انجام شده

با توجه به مطالب ارائه شده در این فصل، ضعف اجرای برنامه‌های پایش به ویژه پایش اکوسیستمی در استقرار سیستم‌های پایش تالاب‌ها در داخل کشور به ویژه نسبت به اقدامات انجام شده بین المللی، به وضوح مشاهده می‌شود که لازمه این امر تدوین خط مشی و شیوه نامه کاربردی در ارتباط با استقرار سیستم‌های پایش در تالاب‌های کشور است که در فصول بعد مفصلاً به آن پرداخته خواهد شد.

منابع

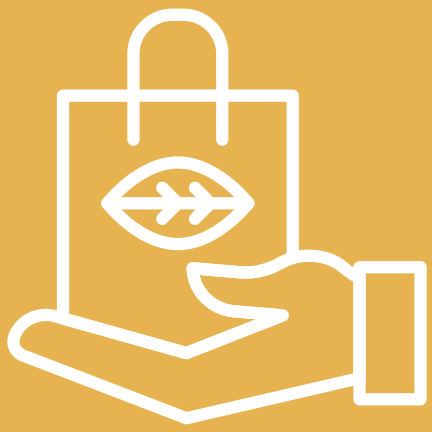
- دبیرخانه طرح تالاب‌ها. ۱۳۸۷. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌ها. کارگاه آموزشی پایش تالاب‌ها. سازمان حفاظت محیط زیست.
- برنامه پایش دریاچه پریشان. ۱۳۸۸. طرح حفاظت از تالاب های ایران. سازمان محیط زیست.
- گزارش راهنمای پایش زیست محیطی تالاب ها. ۱۳۸۷. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. سازمان محیط زیست و سازمان ملل متحد.
- کریس بکر، ۲۰۰۵. راهنمای پایش زیست محیطی تالاب‌های حوضه دریاچه ارومیه، ترجمه: مهندسین مشاور پندام.
- راهنمای تعیین نیاز آبی تالاب‌ها. طرح حفاظت از تالاب‌های ایران. ۱۳۹۳. تهران. نشر طلایی. ۱۸۸ صفحه.

- ASTM., 1998, D 4401, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Petersen Grab Sampler, Conshohocken, USA.
- ASTM., 1998, D 4407, Practice for Collecting Benthic Macroinvertebrates with Orange Peel Grab Sampler, Conshohocken, USA.
- ASTM., 1998, E 1391, Guide for Collection, Storage, Characterization and Manipulation of Sedimentsfor Toxicological Testing, Conshohocken, USA.
- Storey, M. V., Van der Gaag, B., & Burns, B. P., 2011. Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems. Water Research. 45(2), 741-747.
- Bartram, J., & Balance, R., 1996. Water Quality Monitoring and FNspon, an imprint of Chapman and Hall. London 120p.
- Chapman, D., 2002, Water Quality Assessment- A Guide to the Use of Biota Sediment and Water in Environmental Monitoring, Chapman & Hall, London.
- Willemsen, A., Vaal, M. A., & De Zwart, D., 1995. Microbiotests as tools for environmental monitoring. RIVM Rapport 607042005.
- UNEP., 2004. Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme, Operational Guide, Vol.3, Ontario, Canada.



فصل پنجم

انجام مطالعات پایه برای تعیین داده‌های مورد نیاز پایش



پیش از اجرای عملیات اصلی پایش، باید بررسی اولیه‌ای از جوانب مختلف پروژه صورت پذیرد. این بررسی علاوه بر شناسایی شرایط مختلف بالا دست تالاب و ویژگی‌های مورفولوژی، هیدرودینامیك و هیدرولیك (در صورت وجود) و سوابق مطالعات کیفیت آب پیکره آبی تالاب، باید شامل اجرای محدود یك برنامه پایش مقدماتی باشد. این برنامه اطلاعات و فرصت کافی برای ارزیابی و اصلاح برنامه پایش اصلی تالاب 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.

درتوضیح بیشتر این موضوع می‌توان گفت جهت انجام یک ارزیابی اولیه در تالابی که برای استقرار سیستم پایش کاندید می‌شود، می‌بایست برخی مطالعات اولیه و پایه در ارتباط با مشخصات تالاب چه به صورت دفتری و چه میدانی صورت پذیرد.

برای این بررسی به طور کلی لازم است در نقاط مختلف سطح تالاب و در عمیق ترین نقاط آن در عمق، از سطح تا بستر مخزن، نمونه گیری‌هایی انجام داد تا مشخص گردد که آیا با انتخاب یك ایستگاه می توان کیفیت آب کل تالاب را برآورد نمود یا خیر. در واقع این وضعیت که می توان پیکره آبی تالاب را یك بعدی یا دو بعدی در طول و عرض فرض کرد یا خیر باید در این مرحله مشخص شود. همچنین درصورتی که رفتار تالاب مانند چندین تالاب 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 به خصوص در دوره لایه‌بندی حرارتی، در نقاط مختلف مخزن بررسی گردد. علاوه بر موارد فوق، 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 پرسنل، از جمله سایر مواردی است که در این مرحله باید انجام شده تا در حین انجام مراحل اصلی پایش از ایجاد مسائل و مشکلات منجر به وقفه یا کاهش دقت کار، اجتناب گردد.

همچنین آگاهی از پتانسیل آلاینده‌ها در تالاب نیازمند شناخت وضعیت موجود حوضه آبریز، منابع آلاینده و طرح‌های توسعه آتی آن، آگاهی از سوابق مطالعات کیفیت آب تالاب (درصورت وجود) و بررسی مقدماتی کیفیت آب تالاب است، بنابراین به منظور شناسایی پتانسیل آلاینده‌های آب تالاب توجه به هر سه مورد فوق ضروری است.

در بخش‌های مختلف این فصل علاوه بر تشریح موارد فوق که بصورت کلی مطرح گردید، به لزوم انجام مطالعات پایه و نحوه‌ی انجام آن پرداخته خواهد شد و موارد مربوط به پارامترهای مهم قابل اندازه‌گیری و تجهیزات مربوط به آن در فصول بعدی بررسی می‌گردد.

۵-۱- ثبت شرایط اولیه پیش از ایجاد سیستم پایش

جهت انجام یک پروژه پایش، نظارت و یا حفاظت از تالاب به سه دسته اطلاعات و یك برنامه پایش مربوط به آن نیاز است:

۱- شرایط موجود (شرایط پایه قبل از استقرار سیستم پایش)؛

۲- شرایط حین اجرا و پس از استقرار سیستم پایش و

۳- ویژگی‌ها و شرایط تالاب‌های مرجع مناسب.

دانستن و در اختیار داشتن مطالعات پایه، اولین قدم مهم در تعریف هر پروژه پایش است. برای حفاظت یا احیاء شرایط تالاب‌های موجود، اطلاع از سطح تخریب یا تضعیف پیکره آبی آن بسیار حیاتی است. بنابراین می‌توان به شکل مناسبی پروژه پایش را طراحی کرد و سپس میزان موفقیت طرح را اندازه گرفت.

انجام مطالعات شرایط پایه به عنوان یکی از الزامات پیش از استقرار پروژه پایش است. دانستن اینکه شرایط تالاب پیش از انجام پروژه پایش چطور بوده، حائز اهمیت است چراکه در این صورت می‌توان موفقیت‌ها و پیشرفت‌های حاصل از ایجاد ساز و کار پایش را ثبت کرد. این شرایط باید شامل پاسخ به سوالاتی نظیر پرسش‌های زیر باشد:

- آیا این مکان در حال حاضر یك تالاب است و یا شرایط ارائه شده برای یک تالاب با توجه به طبقه‌بندی فصل دوم این شیوه‌نامه را دارد؟

اگر پاسخ منفی است، آیا قبلا در این مکان تالابی وجود داشته (یك مکان بالقوه برای احیاء) یا یك محوطه بالادستی (مکانی برای ایجاد یك تالاب) است؟

- اگر تالاب موجود طبیعی و دارای نوسانات سالانه بوده است، خاك، هیدرولوژی و پوشش گیاهی فعلی آن چگونه است؟
- در خصوص تالاب مورد نظر، ضرورت احیاء یا رفتارنگاری آن چیست؟
- اگر تالاب در شرایط بحرانی یا تخریب قرار دارد، عوامل مؤثر تأثیرگذار بر وضعیت فعلی آن کدامند؟

انجام مطالعات پایه علاوه بر اولویت بخشی به استقرار سیستم‌های پایش بین تالاب‌های موجود، در انتخاب پارامترهای قابل تعریف جهت اندازه‌گیری، تعداد نقاط مورد نظر و مکانیابی آنها جهت استقرار سیستم پایش و پایداری و اثر بخشی آن تأثیر بسزایی دارد. (Adamus,1992)

۵-۲- سایت‌های مرجع برای ایجاد و استقرار سیستم پایش

همانطور که در طبقه‌بندی ارائه شده در فصل دوم از این شیوه نامه به برخی خصوصیات تالاب‌ها به عنوان وجه تمایز در تقسیم‌بندی اشاره شد و مثال‌های مربوط به آن نیز ارائه گردید، یك پیش‌شرط دیگر برای استقرار سیستم پایش می‌تواند تحلیل شرایط تالاب‌های مرجع با رویکرد انجام پایش اکوسیستمی باشد. این موضوع به خصوص در مناطق جغرافیایی که به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند و گزارش‌های کافی از آنها در دست نیست یا برای آن دست از تالاب‌هایی که به میزان کمی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اهمیت دارد. هدف از بررسی تالاب‌های مرجع، دستیابی به فهم بهتر تنوع در میان تالاب‌هایی از یك نوع در زمینه ترکیب پوشش گیاهی، هیدرولوژی (به خصوص جداول نوسانات سطح تراز آب) و شرایط خاك است. بررسی این تالاب‌ها اساس طراحی برای انجام پروژه‌های پایش در سایر تالاب‌های مشابه و تعیین اهداف قابل اندازه‌گیری و قابل مقایسه را شکل می‌دهند. همچنین بدینوسیله مقایسه میان عملکردهای یك تالاب مرجع و یك تالاب از همان نوع را امکان‌پذیر می‌کنند.

مراجع قانون‌گذار و سازمان‌های علاقمند به حفاظت از تالاب‌ها باید با اولویت بخشی به تعیین وضعیت تالاب‌های مرجع، این اطلاعات ارزشمند را تولید نمایند و در اختیار تصمیم‌گیران و ذینفعان محلی قرار دهند.

اگر داده‌های مبنا و پایه‌ای مناسب از اطلاعات علمی در خصوص پوشش‌های گیاهی، انواع خاك و هیدرولوژی (دینامیك هیدرولوژی تالاب) برای یك نوع تالاب معین در دسترس باشد، ممکن است به نظر برسد نیاز زیادی به ارزیابی انواع سناریوها برای کمك به طراحی پروژه‌های مشابه نباشد با این حال این تحلیل، اطلاعات مربوط به ویژگی‌های محلی و تغییرات موقتی را نیز فراهم می‌کند.

انجام پایش هیدرولوژی تالاب‌های مرجع به ویژه آن‌هایی که مطالعات فراوانی درموردشان

انجام شده، برای ارزیابی میزان اثربخشی پروژه های پایش در تالاب‌های منطقه از همان نوع نیز مفید است. در نتیجه ارزیابی محل‌های مرجع به شدت توصیه می‌گردد.

تجزیه و تحلیل اطلاعات پایه سایت باید برای تالاب‌های اصلی و مهم به تعداد محل‌های مرجعی که قابل انجام است، اجرا شود تا بتوان درك محلی بهتری از ویژگی‌های این مناطق به دست آورد. زمانی که سایت‌های مرجع تعیین و ویژگی‌های آنها مشخص شد، می‌توان برای برنامه‌ریزی استقرار سیستم‌های پایش در سایر تالاب‌ها، اقدام کرد. هیچ عدد ثابتی برای تعیین تعداد محل‌های مرجع در هر نوع منطقه تالابی وجود ندارد اما احتمالاً دو یا سه سایت مرجع نزدیك برای مقایسه و ارزیابی چگونگی رفتار هیدرولوژی تالاب موردنظر و مقایسه احتمالی پوشش گیاهی، کافی خواهد بود.

لازم به ذکر است سایت‌های مرجع باید ازجهت نوع شبیه به تالاب موردنظر باشند اما لازم نیست دقیقا از تمام جهات شرایط یکسانی را دربرگیرند.

تعیین سایت مرجع جهت استقرار سیستم پایش، علاوه بر آزمونی مناسب به منظور ارزیابی و اثربخشی عملکرد پایش، گام مؤثری در بهینه‌سازی طراحی سیستم پایش برای تالاب‌های مشابه به‌شمار می‌رود. (Davis SM, 1994)

۵-۳- اطلاعات مورد نیاز در بررسی‌های اولیه و مطالعات پایه

مهمترین اطلاعات مورد نیاز در انجام بررسی‌های مربوط به مطالعات پایه و نحوه دریافت یا دسترسی به آن از طریق منابع اطلاعاتی و یا بر مبنای دستورالعمل‌های موجود به شرح جدول ۵-۱ می‌باشد: (دستورالعمل‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)

جدول ۵-۱. اطلاعات اصلی مورد نیاز در مطالعات اولیه پایش کیفی تالاب

نوع اطلاعات	پارامتر	منابع اطلاعاتی و سازمان‌های دارنده اطلاعات	نحوه انجام بررسی یا دستورالعمل مربوط
فیزیوگرافی	– نام حوضه‌های فرعی و رودخانه‌های ورودی به تالاب – حداکثر، حداقل ارتفاع آب تالاب – فصلی یا دائمی بودن تالاب	– مطالعات هیدرولوژی منطقه، مطالعات مربوط به منابع آب مانند آبخیزداری یا جهاد کشاورزی – مطالعات حوضه های آبریزکشور (جاماب) –شرکت آب منطقه‌ای استان، اداره کل محیط زیست استان	روش انجام مطالعات فیزیوگرافی، براساس دستورالعمل مطالعات فیزیوگرافی در حوضه های آبخیز، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی وزارت نیرو (نشریه شماره۱۶۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی معاونت امور فنی) انجام می شود.
اقلیم	– بارندگی – دما – رطوبت – روزهای یخبندان – تبخیر – باد – روزهای آفتابی	– مطالعات هواشناسی مربوط به استان و منطقه تالابی – مطالعات حوضه های آبریزکشور (جاماب) – اداره کل هواشناسی استان، شرکت آب منطقه ای، سالنامه های هواشناسی	اطلاعات هواشناسی مورد نیاز را می توان از طریق بخش اول دستورالعمل آماربرداری منابع آب مربوط به اندازه گیری پدیده‌های هواشناسی (نشریه شماره ۲۳۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) بررسی کرد.
زمین شناسی و خاک شناسی	– جنس لایه‌های زمین شناسی سطحی و وضعیت توپوگرافی – وجود یا عدم وجود لایه‌های نمکی – ضخامت خاک – جنس خاک – بافت خاک	– نقشه ها و مطالعات سازمان زمین شناسی کشور – مطالعات حوضه‌های آبریزکشور (جاماب) – بازدید میدانی از منطقه – مطالعات خاک شناسی منطقه (اداره کل منابع طبیعی و جهادکشاورزی استان)	
پوشش گیاهی	– نوع پوشش گیاهی (به ویژه مشخصات گیاهان آبزی سطحی و زیرسطحی) – تراکم پوشش گیاهی – روند وضعیت رشد و توسعه پوشش گیاهی	– مطالعات پوشش گیاهی و نقشه های پوشش گیاهی (اداره کل منابع طبیعی استان و سازمان جنگل ها و مراتع کشور، اداره کل محیط زیست، مرکز تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور)	

کاربری اراضی	– اراضی کشاورزی – اراضی مرتعی و اراضی جنگلی – سکونت گاه ها، شهرها و روستاها – واحدهای صنعتی و معدنی، سایر تاسیسات – اراضی بایر	– نقشه های کاربری اراضی (اداره کل منابع طبیعی، سازمان مسکن و شهرسازی، استانداری، سازمان نقشه برداری) – نقشه های ۱:۲۵۰۰ یا ۱:۵۰۰۰ منطقه (سازمان نقشه برداری کشور، سازمان جغرافیایی ارتش)	
مشخصات جمعیتی (به ویژه در رویکرد پایش اکوسیستمی)	– سکونت گاه‌های شهری – سکونت گاه‌های روستایی – تقسیمات سیاسی و جغرافیایی	– مرکز آمار ایران (نقشه آبادی‌های ایران) – معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت استانداری	
مشخصات اراضی کشاورزی ودامپروری و آبزی پروری	– مساحت زمین های کشاورزی اطراف تالاب – میزان، زمان و نحوه کوددهی – سامانه آبیاری مورد استفاده – موقعیت و وضعیت شبکه آبیاری و زهکشی – موقعیت استخرهای پرورش ماهی و دامداری ها	– اداره کل جهاد کشاورزی استان – اداره کل شیلات استان	
طرح های توسعه منطقه	– طرح های توسعه شهری، صنعتی و معدنی،کشاورزی و گردشگری و غیره	– استانداری استان و فرمانداری – سازمان مسکن و شهرسازی، اداره کل صنایع و معادن، اداره کل کشاورزی، اداره میراث فرهنگی و گردشگری	

۵-۴- پرسش‌های کلیدی که باید در برنامه‌ریزی مطالعات پایه مد نظر قرار گیرند

پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه و بررسی شرایط پایه، می‌بایست به برخی پرسش‌های کلیدی در این رابطه پاسخ داد که این پرسش‌ها می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱. قوانین دولتی و دستورالعمل‌های مربوط به مدیریت جامع تالاب‌ها چگونه در یك پروژه پایش دخالت می‌کنند؟ (این پرسش به مقررات مورد نیاز برای اقدام پیشنهادی مرتبط است. پایش یك تالاب در جایی که در حال حاضر عملکرد یك تالاب را ندارد ضرورتی ندارد؛ در حالی که در برخی تالاب‌های حیاتی و یا تالاب‌های در معرض خطر، پایش تالاب از جمله مهمترین اقدامات مدیریتی به‌شمار می‌رود.)

۲. محل‌های مناسب برای استقرار سیستم/ سیستم‌های پایش در کجا واقع شده‌اند و آیا برای استفاده قابل دسترس و مناسب هستند؟ (این سوال شامل تعیین موقعیت مناسب‌ترین مکان قابل دسترس برای نصب تجهیزات و ایستگاه پایش است.)

۳. آیا استقرار سیستم پایش به منظور تعیین وضعیت کلی تالاب است و یا به منظور ارزیابی اقدامات حفاظتی و مدیریتی انجام شده و قابل انجام؟ (این سوال به دلیل لزوم برقراری ارتباط با ذینفعان و دست‌اندرکاران محلی مطرح می‌گردد.)

۴. مقیاس پروژه پایش در چه حدودی باید باشد؟ (این موضوع توسط قانونگذاران و مدیران طرح حفاظت از تالاب تعیین می‌گردد؛ هرچند ملاحظات دیگری نیز وجود دارد، برای مثال هزینه مورد نیاز برای طرح و اجرای سیستم پایش موردنظر و پارامترهای قابل اندازه‌گیری)

۵. کدامیک از سطوح پایش در تالاب مورد نظر باید به‌کار بسته شود؟ (فرآیند نظارتی به این پرسش پاسخ خواهد داد.)

۶. محدودیت‌های اجرایی، ممانعت‌های فضایی و هیدرولوژیکی چگونه است؟ (به اهداف پروژه و نوع تالاب مورد نظر بستگی دارد.)

۷. ریسك قابل قبول برای خرابی سیستم پایش وسازه‌های مربوط به آن چیست؟ (پاسخ به این سوال اهمیت اصول نگهداری و بهره‌برداری صحیح را مشخص می‌کند.)

۸. چه عوامل ریسك دیگری وجود دارند که ممکن است روی موفقیت پروژه پایش تأثیرگذار باشند؟ (عواملی مانند گونه‌های گیاه‌های تهاجمی، حیواناتی که باعث آسیب به سیستم می‌شوند از جمله غازها، موش و دیگر مهاجمان، پتانسیل‌های اقلیمی محل، نوسانات سطح آب)

با پاسخ دادن به این سوالات و دیگر پرسش‌ها، می‌توان اهداف خاص پروژه و پارامترهای قابل اندازه‌گیری برای اجرای موفقیت آمیز یك پروژه پایش را تعیین کرد.

۵-۵- ریسک‌های محتمل در رویکردهای برنامه‌های پایش

در هر برنامه پایش احتمال بروز ریسک‌های متعددی هم به‌واسطه موانع اجرای سیستم پایش و هم ریسک‌های حاصل از اجرای این سیستم‌ها وجود دارد. برخی از این موارد در جدول ۵-۲ مورد بررسی قرارگرفته‌اند. لازم به ذکر است، انجام مطالعات پایه تا حد بسیار زیادی از بروز این ریسک ها می‌کاهد.

جدول ۵-۲. ریسک‌های برنامه پایش

	ریسک‌ها	رویکردهای پایش
ریسک‌هایی که مانع اجرا برنامه پایش هستند		
۱	تغییرات ناگهانی اقلیم (فصول سرد و گرم شدید)	آمادگی برای روندهای عمومی تغییرات اقلیمی در سطوح محلی، منطقه‌ای، ملی و جهانی از طریق به اشتراک گذاشتن تجارب و تبادل اطلاعات
۲	کمبود بودجه (کمبود تجهیزات، پرسنل/ متخصصین ناکافی)	آمادگی بیشتر از طریق تهیه پروپوزال برای تقاضای بودجه از مسئولین استانی و ملی به عنوان مثال ارزیابی نیازهای تجهیزات و پرسنل جدید و وارد کردن آنها در پروپوزال‌های سالانه تأمین اعتبار سازمانی)
۳	جوامع محلی که در فصول معینی در دسترس نیستند	باید دامنه آموزش‌ها را فراتر تعداد محدودی از افراد جامعه محلی برد شامل داوطلبان NGO ها و تشکل‌های مردم نهاد
۴	داده‌های غیر قابل اطمینان (عدم کنترل کیفیت)	یافتن مشاورین متخصص در سطح ملی و بین‌المللی برای کنترل کیفیت داده‌ها و استانداردسازی روندهای موجود جمع‌آوری داده
ریسک‌هایی که به واسطه پایش بر محیط زیست وارد می‌شوند		
۱	فعالیت‌های پایش منجر به ایجاد اختلال در حیات وحش حساس می‌شوند (به عنوان مثال کلونی‌های جوجه‌آوری پرندگان زمستان گذران) یا صدمه به زیستگاه‌های حساس	نباید به کلونی‌های زادآوری پرندگان نزدیک شد و باید از فاصله دور پایش کرد. باید از ایجاد سر و صدا جلوگیری نمود و از پوشیدن لباس‌هایی با رنگ‌های روشن یا استفاده از تجهیزات با رنگ‌های روشن اجتناب شود. از حرکت‌های ناگهانی به سمت حیات وحش اجتناب شود.
منبع: برنامه مدیریت جامع تالاب قره قشلاق		

۶-۵- جمع‌بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل

تصمیم‌گیری در خصوص طراحی و اجرای یک سیستم پایش کارآمد برای یک تالاب به‌ویژه با رویکرد پایش اکوسیستمی، نیازمند درک صحیح از اطلاعات اکوسیستم، شناخت شرایط و ویژگی‌های تالاب مورد نظر است.

انجام مطالعات پایه به عنوان پیش‌شرط استقرار سیستم پایش تا حد زیادی به موفقیت‌آمیز

بودن پروژه پایش و کاهش هزینه‌های مازاد احتمالی کمک می‌کند. به همین منظور در این فصل با درنظرداشتن این نکته که خواننده به شناخت کافی از تالاب‌ها و دستورالعمل‌ها و ضوابط پایش ملی و بین‌المللی در فصول قبلی رسیده است، موارد مربوط به ضرورت و چگونگی انجام مطالعات پایه مطرح و بدینوسیله تاکنون آمادگی کامل در ارتباط با تعیین پارامترهای مورد نیاز جهت تدوین برنامه پایش برای تالاب مورد نظر حاصل شده است. بر طبق موارد ارائه شده در این فصل مواردی که در انجام مطالعات پایه می‌بایست مورد جمع‌آوری و بررسی قرار گیرند به ترتیب شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- اطلاعات فیزیوگرافی و توپوگرافی تالاب (شیب، ارتفاع از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی و ...)

۲- طبقه بندی تالاب (از نقطه نظر ماهیت شکل گیری و فصلی و دائمی بودن)

۳- شرایط اقلیمی و هواشناسی (میزان بارندگی، تبخیر و تعرق، روزهای یخبندان و ...)

۴- وضعیت هیدرولوژی (شرایط حوضه آبریز و ...)

۵- پوشش گیاهی و جانوری (سرشماری گونه‌های گیاهی و جانوری، تنوع زیستی و ...)

۶- کاربری تالاب و طرح‌های توسعه منطقه‌ای و اجتماعی (داده‌های مربوط به جمعیت، واحدهای صنعتی و کشاورزی مجاور و ...)

بر همین اساس در فصول آتی به بررسی پارامترهای قابل اندازه‌گیری، روش‌های استاندارد اندازه‌گیری هر پارامتر و تجهیزات مربوطه پرداخته خواهد شد.

منابع

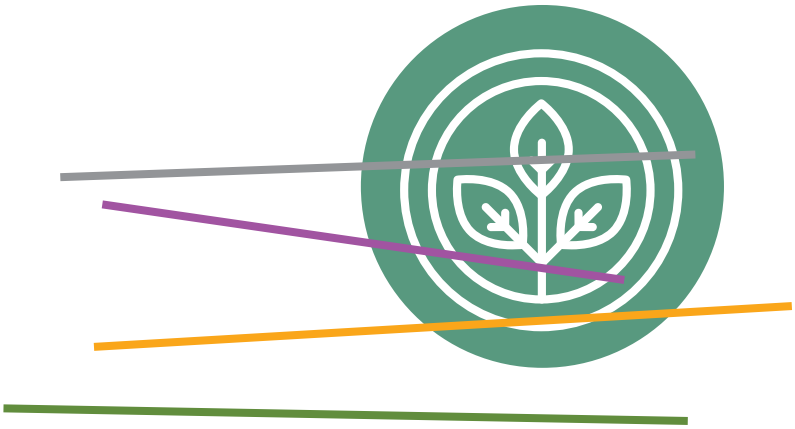
- طرح شبکه بهینه سنجش منابع آب کشور - جلد دوم مطالعات کیفیت و آلودگی منابع آب - شرکت مهندسی مشاور جاماب، ۱۳۸۲
- دستورالعمل نمونه برداری آب نشریه شماره ۲۷۴ - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- دستورالعمل تعیین اسیدیته و قلیاییت و تعیین نیتروژن آب نشریه شماره ۲۶۶ - سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- دستورالعمل آمار برداری منابع آب نشریه شماره ۳۳۰ - سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- راهنمای مطالعات ظرفیت تعیین خودپالایی رودخانه نشریه شماره ۴۸۱ - معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
- آمارنامه سال ۱۳۷۵ - سازمان آمار کشور
- گزارش‌های هیدرولوژی و هواشناسی حوضه‌های مختلف کشور - شرکت جاماب ۱۳۷۵ - وزارت نیرو

-Adamus PR. 1992. Choices in Monitoring Wetlands. In: McKenzie DH, Hyatt DE, McDonald VJ (eds). Ecological Indicators. New York: Elsevier Applied Science, pp. 571-592.

-Davis SM, Ogden JC (eds). 1994. Everglades: The Ecosystem and Its Restoration. Delray Beach, pp. 11-40

فصل ششم

اولویت انتخاب پارامترها در یک برنامه پایش اکوسیستمی تالاب



انتخاب پارامترهای مورد استفاده در پایش براساس چهار محور اصلی زیر باید انجام گیرد:

- بررسی سوابق اطلاعات پایش، بررسی مقدماتی و تعیین وضعیت موجود
- کاربری‌های اصلی تالاب
- منابع آلوده کننده رودخانه‌های منتهی به تالاب و پیکره تالاب و ویژگی‌های حوضه آبریز بالادست
- و از همه مهمتر هدف و میزان منابع مالی در اختیار

پارامترهایی که در بررسی‌های سوابق اطلاعات کیفی تالاب مهم تشخیص داده شده‌اند و یا غلظت آنها در محدوده‌های خارج از استانداردهای ملی و محلی بوده و یا دارای منابع درون تالابی (تولید، زمین‌شناسی) می‌باشند، باید در انتخاب پارامترهای مورد اندازه‌گیری 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 تالاب می‌باشد. معیار مهم دیگر در انتخاب پارامترها منابع آلاینده تالاب و پارامترهای اثرگذار بر تنوع زیستی تالاب یا رودخانه‌های منتهی به آن می‌باشد. درصورتی که عوامل مختلف شیمیایی، فیزیکی یا بیولوژیکی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از منابع آلاینده به مخزن تخلیه شوند، باید این عوامل آلاینده به‌عنوان بخشی از پارامترهای سنجش کیفیت آب تالاب در برنامه پایش در نظر گرفته شوند (Velz, 1984).

برای ارزیابی اثرات بلند مدت آلودگی تالاب، همچنین سنجش پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی شرایط پیکره آبی تالاب مانند اکسیژن محلول، دما، سطح تراز آب و ... که

نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌گرایی، لایه‌بندی حرارتی و ... می‌باشد می‌بایست پارمترهای مهم از جمله متغیرهای عمومی را نیز اندازه‌گرفت. در ادامه این فصل به تفصیل به این پارامترها پرداخته شده است.

۶-۱ متغیرهای عمومی

۶-۱-۱ دما

پیکره‌های آبی تغییرات دما و نوسانات آب‌وهوایی نرمال را تحمل می‌کنند. این تغییرات به صورت فصلی و در برخی پیکره‌های آبی در دوره‌های زمانی ۲۴ ساعته رخ می دهند. دریاچه‌ها و مخازن آب نیز ممکن است لایه‌بندی عمودی حرارتی در ستون آب را نشان دهند.

دمای آب‌های سطحی تحت تأثیر وسعت، ارتفاع، فصل، زمان و طول روز، گردش هوا، ابرها و جریان و عمق آب قرار می‌گیرد. دما به نوبه خود روی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌محیطی پیکره آبی و در نتیجه غلظت بسیاری از متغیرها تأثیر می‌گذارد. با افزایش دمای آب معمولا نرخ واکنش‌های شیمیایی و همچنین تبخیر مواد موجود در آب افزایش می‌یابد. افزایش دما همچنین حلالیت گازهایی مانند O^2, CO^2, N^2, CH^4 و غیره را در آب کاهش می‌دهد. نرخ متابولیك ارگانیسم‌های آبزی نیز با دما در ارتباط است و در آب‌های گرم، افزایش نرخ تنفس منجر به افزایش مصرف اکسیژن و افزایش تجزیه مواد آلی می‌شود. نرخ رشد نیز افزایش می‌یابد (این مسئله برای باکتری‌های و فیتوپلانکتون‌هایی که جمعیتشان در مدت زمان کوتاهی دو برابر می‌شود، اهمیت بیشتری دارد) که این امرکدورت آب را افزایش می‌دهد و زمانی که مواد مغذی در آب کافی باشد، به رشد کاکروفیدها و شکوفایی جلبکی منجر می‌شود. آب‌های سطحی معمولا در محدوده دمای ۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس هستند، اگر چه دمای «چشمه‌های آب گرم» ممکن است به ۴۰ درجه سلسیوس یا بیشتر برسد. این درجه حرارت‌ها به خصوص در آب‌های کم‌عمق، به صورت فصلی نوسان دارند به طوریکه در زمستان یا دوره‌های مرطوب کمترین دما و در تابستان یا فصل‌های خشك بیشترین دما را تجربه می کنند. دماهای بالای غیرمعمول در آب‌های سطحی می‌تواند ناشی از تخلیه حرارتی نیروگاه‌ها، کارخانه‌های فلزات و تأسیسات ضدعفونی فاضلاب‌ها باشد. آب‌های زیرزمینی معمولا درجه حرارت نسبتا ثابتی را حفظ می‌کنند، در حالی که برای آبخوان‌های سطحی این درجه حرارت نزدیك به متوسط دمای هوای سالیانه است. با این حال آب‌خوان‌های عمیق به دلیل گرادیان حرارتی زمین، درجه حرارت بیشتری دارند (WHO،1984).

درجه حرارت باید در محل با استفاده از ترمومتر یا دماسنج اندازه گیری شود. برخی ابزاری که برای اندازه‌گیری اکسیژن یا رسانایی طراحی شده‌اند، می‌توانند درجه حرارت را نیز اندازه بگیرند. با توجه به اینکه دما روی بسیاری از دیگر متغیرها و فرآیندهای آبزی تأثیر می‌گذارد، گنجاندن

آن در برنامه نمونه‌گیری و اندازه‌گیری و ثبت آن در زمان جمع‌آوری نمونه‌های آبی حائز اهمیت است. برای درك كامل فرآیندهای زیست‌محیطی و شیمیایی در پیکره‌های آب، اغلب لازم است كه یك سری از اندازه‌گیری‌های دما در عمق آب به خصوص در دوره‌های لایه‌بندی حرارتی در دریاچه‌های و مخازن آب صورت بگیرد. این امر می‌تواند با ثبت درجه حرارت توسط یك دماسنج متصل به یك مبدل فشار كه مستقیما دما را از روی عمق می‌خواند یا با وارونه كردن ترمومترهای ساخته شده در یك رشته از بطری‌های نمونه‌گیری یا با اندازه‌گیری مستقیم و سریع نمونه‌های آب گرفته شده از عمق‌های جداگانه انجام شود.

۶-۱-۲ باقی‌مانده‌ها و كل ذرات جامد معلق (TDS)[1]

عبارت «باقی‌مانده» برای موادی كه پس از تبخیر یك نمونه آب و سپس خشك شدن آن در یك كوره در دمای معین، به جا می‌ماند، به كار می‌رود. این عبارت تقریبا معادل محتوای كلی مواد محلول و معلق در آب است؛ زیرا نیمی از بی‌كربنات (آنیون غالب در اكثر آب‌ها) در جریان این فرآیند به CO_2 تبدیل می‌شود. عبارت «جامد» به صورت گسترده‌ای به اكثر تركیباتی كه در آب‌های طبیعی وجود دارند و پس از تبخیر به صورت جامد باقی می‌مانند (برخی تركیبات آلی پس از تبخیر آب به صورت مایع باقی می‌مانند) اتلاق می‌شود. مجموع ذرات جامد معلق (TSS) و مجموع مواد جامد محلول (TDS) به ترتیب با باقی‌مانده‌های غیرقابل تصفیه و باقی‌مانده‌های قابل تصفیه در ارتباط هستند. «مواد جامد پایدار» و «مواد جامد فرار» به ترتیب با باقی مانده‌های پس از خشك شدن در كوره و موادی كه پس از خشك شدن در دمای معین در كوره، باقی نمی‌مانند، در ارتباط هستند. دو روش شناسایی آخر در حال حاضر كمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شناسایی باقی‌مانده‌ها بر اساس تحلیل وزنی پس از فرآیندهای مناسب بعدی، از جمله تصفیه، تبخیر، خشك كردن و احتراق صورت می‌گیرد. مجموع مواد جامد معلق، جامداتی هستند كه در یك فیلتر استاندارد نگه‌داری می‌شوند(معمولا یك فیبر شیشه‌ای با درجه "GF/C") و در دمای $105\ ^{\circ}C$ در وزن ثابتی خشك شده‌اند. نمونه‌ها باید ترجیحا در بطری‌های شیشه‌ای سخت نگهداری شوند تا تجزیه و تحلیل انجام شود، اگر مواد معلق به جداره بطری‌ها نچسبد، می‌توان از بطری‌های پلی‌اتیلن نیز استفاده كرد. برای كمك به پیشگیری از ته‌نشینی در بطری‌های نمونه، باید آنها را كاملا پر كرد و سپس هر چه سریع‌تر پس از جمع‌آوری مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

۶-۱-۳ مواد معلق[2] (TSS)، كدورت

نوع و غلظت مواد معلق، كنترل كننده كدورت و شفافیت آب است. مواد معلق شامل گل

1-Total Dissolved Solids
2-Total Suspended Solids

و لای، ذرات ریز مواد آلی و معدنی، ترکیبات آلی قابل حل، پلانکتون‌ها و دیگر ارگانیسم‌های میکروسکوپی است. با اینکه عموما این مسئله پذیرفته شده که مواد معلق، ذراتی هستند که از سوراخ به قطر ۰/۴۵ µm فیلتر عبور نمی‌کنند اما اندازه قطر چنین ذراتی از تقریبا ۱۰ نانومتر تا ۰/۱ میلی‌متر متغیر است. کدورت، ناشی از پراکندگی و جذب نور منعکس شده از ذرات و شفافیت، میزان وضوح آب است. هر دو این موارد ممکن است بر اساس فعالیت بیولوژیکی در ستون آب و رواناب‌های سطحی که ذرات خاك را حمل می‌کنند، به صورت فصلی تغییر کنند. بارش‌های شدید نیز می‌توانند منجر به تغییرات ساعتی در کدورت آب شوند. در یك پایگاه معین رودخانه‌ای، به خصوص جایی که نوسانات زیادی در مواد معلق وجود دارد، کدورت اغلب با TSS مرتبط است. بنابراین پس از یك پیمایش مناسب، گاهی از کدورت به عنوان یك معیار غیرمستقیم و مداوم برای اندازه‌گیری TSS استفاده می‌شود.

شفافیت را به راحتی می‌توان در محل اندازه گرفت و بنابراین در بسیاری از برنامه‌های نمونه‌گیری منظم به خصوص در دریاچه‌ها و مخازن گنجاند تا سطح فعالیت بیولوژیکی را نشان دهد. شفافیت با پایین بردن یك دیسك چرخنده به نام دیسك سچی در آب توسط یك کابل درجه‌بندی شده تا زمانی که دیسك ناپدید شود، مشخص می‌شود. عمقی که دیسك در آن ناپدید و بلافاصله پس از آن پدیدار می‌شود به عنوان عمق شفافیت به ثبت می‌رسد. یك دیسك سچی معمولا ۲۰-۳۰ سانتی‌متر قطر دارد (هرچند نتیجه تحت تأثیر قطر دیسك قرار نمی‌گیرد) و رنگ آن سفید یا سفید و مشکی است. کدورت را باید در محل اندازه گرفت اما در صورت لزوم می‌توان نمونه‌ها را برای مدت زمان کمتر از ۲۴ ساعت در یك مکان تاریك نگه‌داری کرد. ثبات در زمان نگهداری و تغییرات pH که منجر به رسوب می‌شود، می‌تواند روی نتایج تأثیرگذار باشد. مطمئن‌ترین روش شناسایی، استفاده از روش نفلومتری (انتشار نور توسط ذرات معلق) به وسیله یك کدورت سنج که به واحدهای کدورت نفلومتریك (NTU) مقدار می‌دهد، است. مقادیر نرمال از ۱ تا ۱۰۰۰ NTU متغیر است و وجود آلودگی مواد آلی، دیگر پساب‌ها یا رواناب‌هایی با محتوای بالای ذرات معلق می تواند باعث افزایش کدورت شود. یك روش چشمی برای شناسایی نیز در واحدهای کدورت جکسون (JTU) وجود دارد که طول مسیر نور در نمونه را با ترکیبات سوسپانسیون استاندارد مقایسه می‌کند.

۶-۱-۴ هدایت الکتریکی[1] (EC)

رسانایی یا هدایت الکتریکی معیاری برای توانایی آب در هدایت جریان الکتریسیته است. رسانایی به تغییرات جامدات محلول به خصوص نمك‌های معدنی حساس است. درجه‌ای

1-Electric Conductivity

که جامدات محلول در آن به یون تجزیه می‌شوند، میزان شارژ الکتریکی روی هر یون، تحرک یون و دمای محلول، همگی روی رسانایی تأثیر می‌گذارند. رسانایی به صورت میکروزیمنس بر سانتی‌متر (µS /cm) بیان می‌شود و برای یك پیکره آبی مشخص به غلظت کل جامدات محلول و یون‌های اصلی بستگی دارد. مجموع جامدات محلول (in mg/l) را می‌توان با استفاده از ضرب رسانایی در فاکتوری که معمولا بین ۰/۵۵ و ۰/۷۵ قرار دارد، به دست آورد. این فاکتور باید برای هر پیکره آبی مشخص شود اما در صورتی که نسبت یونی پیکره آبی ثابت بماند، تقریبا ثابت می‌ماند. فاکتور ضرب برای آب‌هایی که سدیم و کلرید در آنها غالب است، نزدیك به ۰/۶۷ و برای آب‌هایی که حاوی غلظت‌های بالایی از سولفات هستند، بزرگتر است.

رسانایی اکثر آب‌های شیرین از ۱۰ تا ۱۰۰۰ µS /cm متغیر است اما به خصوص در آب‌های آلوده یا آب‌هایی که مقدار زیادی از رواناب‌های سطحی به آنها وارد می‌شود، ممکن است از µS /cm ۱۰۰۰ بیشتر شود. رسانایی علاوه بر اینکه در زمانی که به راحتی نمی‌توان از سایر روش‌ها استفاده کرد، یك شاخص برای تعیین میزان معدنی است، می‌تواند برای تعیین یك منطقه آلوده برای مثال در اطراف مکان‌های تخلیه فاضلاب یا محدوده نفوذ رواناب‌ها، اندازه‌گیری شود. رسانایی معمولا با یك وسیله سنجش هدایت الکتریکی در محل اندازه‌گیری می‌شود و ممکن است پیوسته اندازه‌گیری و ثبت شود. چنین اندازه‌گیری‌های مداومی به خصوص در رودخانه‌ها و تالاب‌ها برای مدیریت تغییرات موقتی در TDS و یون‌های اصلی سودمند است.

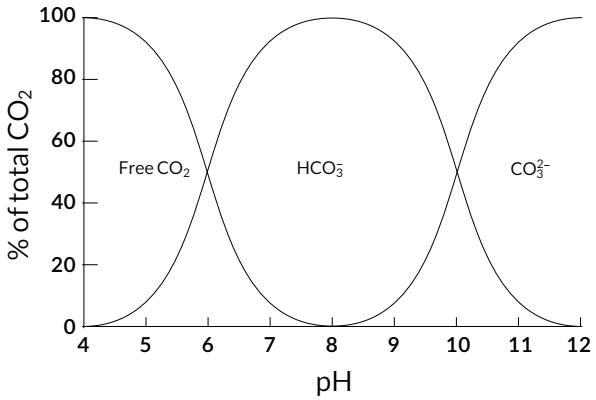
۶-۱-۵ pH (خاصیت اسیدی یا قلیایی)

pH یك متغیر مهم در ارزیابی کیفی آب است زیرا روی بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی و شیمیایی در پیکره آبی و تمام فرآیندهای مرتبط با ذخیره و تصفیه آب تأثیر می‌گذارد. هنگام اندازه‌گیری اثرات تخلیه یك فاضلاب، می‌توان pH را اندازه‌گیری کرد تا به تعیین میزان رسوب فاضلاب در پیکره آبی کمك کند.

pHاندازه‌گیری تعادل اسیدی یك محلول است و به صورت منفی لگاریتم بر پایه ۱۰ غلظت یون هیدروژن تعریف می‌شود. مقیاس pH از ۰ تا ۱۴ (به عبارت دیگر از بسیار اسیدی تا بسیار قلیایی) متغیر است و pH برابر با ۷ نشان‌دهنده وضعیت خنثی است. pH (یا فعالیت یون هیدروژن) در یك دمای معین نشانگر شدت ویژگی اسیدی یا قلیایی یك محلول است و به وسیله ترکیبات شیمیایی ماده محلول و فرآیندهای بیوشیمیایی در محلول کنترل می‌شود. pH در آب‌های غیرآلوده اساساً توسط تعادل بین دی‌اکسید کربن، کربنات و یون‌های بی‌کربنات و همچنین سایر ترکیبات طبیعی مانند هیومیك اسیدها و اسید فولویك کنترل می‌شود. شکل ۶-۱ نسبت فرم‌های مختلف کربن معدنی به pHآب در شرایط نرمال را نشان می‌دهد. تعادل اسیدی طبیعی

پیکره آبی می‌تواند تحت تأثیر فاضلاب‌های صنعتی و انباشتگی جوی مواد تشکیل‌دهنده اسید قرار بگیرد. تغییرات در pH، به خصوص زمانی که مدام همراه با رسانایی پیکره آبی اندازه‌گیری و ثبت می‌شود، می‌تواند نشان‌دهنده وجودفاضلاب‌های خاصی باشد. تغییرات ۲۴ ساعته در pH می‌تواند ناشی از فوتوسنتز و چرخه‌های تنفسی جلبک‌ها در آب‌های یوتروفیک باشد.

pH اکثر آب‌های طبیعی بین ۶ تا ۸/۵ متغیر است؛ با این حال می‌توان در آب‌هایی که حاوی مقادیر بالایی از مواد آلی هستند، شاهد مقادیر کمتر و در آب‌های یوتروفیک، آب‌های زیرزمینی و دریاچه‌های نمک، شاهد مقادیر بیشتر بود.



شکل ۶-۱. نسبت فرم‌های مختلف کربن معدنی به pH آب در شرایط نرمال

خاصیت اسیدی و قلیایی، ظرفیت‌های خنثی سازی اسید و باز در آب هستند و معمولا به صورت mmol/l بیان می‌شوند. زمانی که آب ظرفیت بافری ندارد، این خاصیت‌ها با pH در ارتباط خواهند بود. با این حال از آنجایی که اکثر آب‌های طبیعی حاوی اسیدها و بازهای ضعیفی هستند، معمولا خاصیت اسیدی و قلیایی و همچنین pH اندازه گرفته می‌شود. اسیدیته آب توسط اسیدهای معدنی قوی، اسیدهای ضعیف مانند کربنیک، هیومیک و فولویک و نمک‌های هیدرولیز شده از فلزات (مثل آهن، آلومینیم) و همچنین اسیدهای قوی کنترل می‌شود. اسیدیته توسط تیتراسیون با یک باز قوی، تا pH=4 (بدون اسیدیته) یا تا pH =۸/۳ (اسیدیته کامل) تعیین می‌شود. خاصیت قلیایی آب توسط مجموع بازهای قابل اندازه‌گیری کنترل می‌شود. خاصیت قلیایی غالباً به عنوان نشان‌دهنده غلظت کربنات، بی‌کربنات و هیدروکسید به کار می‌رود اما ممکن است حاوی مقداری بورات، فسفات، سیلیکات و دیگر ترکیبات بازی باشد. آب‌هایی با خاصیت قلیایی پایین (<24ml/l as CaCO3) ظرفیت بافری پایینی دارند و بنابراین می‌توانند به تغییرات pH، برای مثال ناشی از رسوب‌های اسیدی و جوی حساس باشند. خاصیت قلیایی با

تیتراسیون تعیین می‌شود. میزان اسید قوی مورد نیاز برای پایین آوردن pH یك نمونه تا ۴ عدم خاصیت قلیایی و تا pH=3/8 قلیاییت کامل را ایجاد می‌کند.

pH به صورت ایده‌آل باید در محل یا بلافاصله پس از نمونه‌گیری مشخص شود زیرا بسیاری از عوامل طبیعی می‌توانند روی آن تأثیر بگذارند. اندازه‌گیری دقیق pH معمولا به صورت الکترومتریك با یك الکترود شیشه‌ای انجام می‌گیرد که بسیاری از آنها برای اندازه‌گیری‌ها و ثبت دائمی میدانی مناسب هستند. می‌توان از طریق رنگ‌سنجی و به وسیله رنگ‌های نشانگر، pH را تعیین کرد. از آنجایی که pH به دما وابسته است، دمای آب نیز باید به منظور تعیین دقت pH اندازه‌گیری شود. اگر اندازه‌گیری میدانی مقدور نبود، نمونه‌ها باید در بطری‌های کاملا در بسته و سالم و بدون هیچ ماده افزودنی به آزمایشگاه منتقل شوند.

۶-۱-۶ پتانسیل ردوکس[1] ORP (اکسیداسیون- احیا)

پتانسیل ردوکس (Eh) حالت اکسایش-کاهش آب‌های طبیعی را مشخص می‌کند. یون‌های یك عنصر در حالت‌های اکسایش مختلف، سیستم ردوکس را شکل می‌دهند که با مقدار معینی مشخص می‌شود. ترکیبات آلی نیز می‌توانند سیستم‌های ردوکس را ایجاد کنند. وجود تعدادی از این سیستم‌ها منجر به موازنه‌ای می‌شود که وضعیت ردوکس آب را تعیین می‌کند و خودش توسط مقادیر Eh مشخص می‌شود. اکسیژن، آهن و گوگرد و برخی سیستم‌های آلی دیگر، بیشترین تأثیرگذاری را در تعیین Eh دارند. برای مثال، زمانی که غلظت اکسیژن محلول افزایش می‌یابد، مقادیر Eh افزایش می‌یابد و ممکن است به + ۷۰۰ mV برسد. وجود سولفید هیدروژن معمولا با کاهش شدید Eh (تا - ۱۰۰ mV یا کمتر) در ارتباط است و نشانه‌ای از وضعیت کاهش است.

Eh ممکن است در آب‌های طبیعی از ۵۰۰- mV تا ۷۰۰+ mV متغیر باشد. آب‌های سطحی و زیرزمینی حاوی اکسیژن محلول معمولا با Eh حدود ۱۰۰۰+ mV و + ۵۰۰ mV شناخته می‌شوند. Eh در آب‌های معدنی متصل به ذخایر نفتی به میزان قابل توجهی پایین‌تر از صفر است و ممکن است حتی به حدود - ۵۰۰ mV برسد.

پتانسیل ردوکس به صورت پتانسیومتر مشخص می‌شود و ممکن است به صورت میدانی در محل اندازه‌گیری شود. بسیاری از متصدیان در به دست آوردن اندازه‌گیری‌های معتبر Eh با مشکلات قابل توجهی روبرو شدند بنابراین باید با احتیاط با نتایج و تفاسیر اندازه‌گیری‌های Eh برخورد کرد. از آنجایی که Eh به مقدار گاز موجود در آب وابسته است، می‌تواند در زمان ارتباط آب با هوا بسیار متغیر باشد؛ بنابراین زمانی که تشخیص در محل امکان‌پذیر نباشد، تعیین Eh باید فورا پس از نمونه‌گیری صورت بگیرد و توصیه می‌شود برای آب‌های زیرزمینی، Eh در جریان تخلیه یك پمپ اندازه‌گیری شود.

1-Oxidation Reduction Potential

۶-۱-۷ اکسیژن محلول[1] (DO)

وجود اکسیژن برای تمام اشکال زندگی آبزیان از جمله ارگانیسم‌هایی که مسئول فرآیندهای خودپالایی در آب‌های طبیعی هستند، ضروری است. مقدار اکسیژن در آب‌های طبیعی بر حسب دما، شوری، تلاطم، فعالیت فوتوسنتز جلبک‌ها و گیاهان و فشار جوی متغیر است. با افزایش دما و شوری، حلالیت اکسیژن کاهش می‌یابد. اکسیژن محلول (DO) در آب‌های شیرین در سطح دریا از ۱۵ mg/l در صفر درجه سلسیوس تا ۸ mg/l در ۲۵ درجه سلسیوس متغیر است. غلظت اکسیژن در آب‌های غیرآلوده معمولا نزدیک و کوچکتر از ۱۰ mg/l است. اکسیژن محلول همچنین می‌تواند به صورت درصد اشباع تعریف شود و مصرف کنندگان به دلیل طعم و بوی بد آب معمولا سطوح کمتر از ۸۰ درصد اشباع در آب‌های شرب را تشخیص می‌دهند.

تغییرات در DO می‌تواند بر حسب دما یا فعالیت‌های بیولوژیکی (از جمله فوتوسنتز و تنفس) به صورت فصلی یا حتی در دوره‌های ۲۴ ساعته رخ دهد. تنفس بیولوژیکی از جمله تنفس مرتبط با فرآیندهای تجزیه، غلظت DO را کاهش می‌دهند. در آب‌های راکد با توجه به نرخ فرآیندهای بیولوژیکی، می‌توان شاهد غلظت‌های بالا یا پایین اکسیژن محلول بود. تخلیه پساب‌هایی با مواد مغذی و مواد آلی بالا می‌تواند با افزایش فعالیت‌های میکروبی (تنفس) که در طول فرآیند تجزیه مواد آلی صورت می‌گیرد، منجر به کاهش غلظت DO شود. در موارد شدید کاهش غلظت اکسیژن (طبیعی یا مصنوعی)، به خصوص در نزدیکی مرز بین رسوبات و لایه‌های آب بالای آن، ممکن است به دلیل کاهش مواد رسوب‌کننده، شرایط بی‌هوازی ایجاد شود (به عبارت دیگر ۰ mg/l اکسیژن).

از آنجایی که اکسیژن تقریبا در تمامی فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی پیکره آبی نقش دارد و بر آنها تأثیر می‌گذارد، تعیین غلظت DO بخشی اساسی در ارزیابی کیفی آب است. غلظت‌های کمتر از ۵ mg/l ممکن است روی عملکرد و زنده‌مانی جوامع بیولوژیکی اثر منفی بگذارد و غلظت‌های کمتر از ۱۲ mg/l ممکن است منجر به مرگ اکثر ماهی‌ها شود. می‌توان از اندازه‌گیری DO در تعیین درجه آلودگی آب با مواد آلی، خرابی مواد آلی و سطح خودپالایی آب استفاده کرد. تعیین DO همچنین در اندازه‌گیری اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (BOD) به کار می‌رود.

اکسیژن محلول کاربرد بسیار محدودی به عنوان شاخص آلودگی در آب‌های زیرزمینی دارد و در ارزیابی کاربری آب‌های زیرزمینی برای اهداف عادی مفید نیست. علاوه بر این، تعیین DO در آب‌های زیرزمینی نیازمند تجهیزات ویژه است و بنابراین زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. با این وجود، اندازه‌گیری DO برای درک علمی پتانسیل فرآیندهای شیمیایی و بیوشیمیایی در آب‌های زیرزمینی، ضروری است. می‌توان انتظار داشت غلظت اکسیژن موجود در آبی که وارد سیستم آب

1-Dissolved Oxygen

زیرزمینی می‌شود، شبیه به آب‌های سطحی در تماس با هوا باشد. مواد آلی یا مواد معدنی اکسید کننده موجود در برخی آبخوان‌ها به سرعت اکسیژن محلول را به مصرف می‌رسانند. بنابراین در آبخوان‌هایی که مواد آلی کمتری دارند، آب‌های زیرزمینی حاوی غلظت‌های قابل توجهی از DO (mg/l) ۲-۵ را می‌توان یافت.

دو روش اصلی برای تعیین اکسیژن محلول وجود دارد. روش قدیمی‌تر، تیتراسیون (که اغلب روش وینکلر نامیده می‌شود) است که شامل تثبیت شیمیایی اکسیژن در نمونه‌های آب جمع‌آوری شده در بطری‌های سربسته است. تثبیت به صورت میدانی و تحلیل تیتراسیون در آزمایشگاه انجام می‌شود. این روش زمان‌بر است اما می‌تواند نتایج را با دقت و صحت بالایی ارائه دهد. این روش برای اکثر انواع آب‌ها مناسب است و نمونه‌گیری و ذخیره نمونه‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. روش دیگر، روش الکترودهای غشایی است که سریع انجام می‌شود و می‌توان در محل یا برای نظارت‌های دائمی مورد استفاده قرار بگیرد؛ هرچند ممکن است حفظ سطح بالای صحت نتایج سخت باشد.

نمونه‌هایی که برای تحلیل تیتراسیون گرفته می‌شود باید با دقت بالا انتخاب شود تا اطمینان حاصل شود که هیچ حباب هوایی در بطری گیر نیفتاده؛ بطری‌ها باید تا آستانه سرریز شدن، کاملا پر شوند. واکنش گرهای ناب لازم برای تثبیت اکسیژن باید بلافاصله پس از نمونه‌گیری اضافه شوند و بطری‌ها باید تا زمان تعیین DO (که باید به محض امکان انجام شود)، دور از نور خورشید نگهداری شوند. صرف نظر از روش تحلیلی، دمای آب باید در زمان نمونه‌گیری اندازه‌گیری شود.

۶-۱-۸ کلروفیل

رنگدانه سبز کلروفیل (که به سه شکل وجود دارد: کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل c) در اکثر ارگانیسم‌های فوتوسنتزی وجود دارد و معیاری غیرمستقیم برای توده جلبکی و نشان‌دهنده وضعیت تروفیك يك پیکره آبی است. این عامل معمولا در برنامه‌های ارزیابی تالاب، دریاچه و مخازن گنجانده می‌شود و برای مدیریت آب جمع‌آوری شده برای تأمین آب شرب مهم است زیرا رشد بیش از حد جلبك‌ها، باعث می‌شود که طعم آب مناسب نباشد یا تصفیه آن بسیار مشکل‌تر شود.

کلروفیل می‌تواند در آب‌هایی که رسوب اندکی از حوضه وارد آن می‌شود یا تعلیق مجدد کمی دارند، به صورت تخمینی مقدار مواد معلق در ستون آب را نشان دهد. رشد جلبك‌های پلانکتونی در پیکره آبی به وجود مواد مغذی (خصوصا نیترات و فسفات)، دما و نور بستگی دارد؛ بنابراین غلظت کلروفیل بسته به شرایط محیطی، به صورت فصلی و حتی روزانه یا بر حسب عمق آب تغییر می‌کند. پیکره‌های آبی با سطوح پایینی از مواد مغذی (مثل دریاچه‌های اولیگوتروف)

حاوی مقدار کمی کلروفیل هستند (< ۲٫۵ µg/l)، در حالی که آب‌هایی با سطوح بالای مواد مغذی (به خصوص آنهایی که در طبقه آب‌های یوتروتروف قرار دارند)، حاوی میزان بالایی از کلروفیل هستند (۵-۱۴۰ µg/l)؛ هرچند مقادیر بالای ۳۰۰ µg/l نیز مشاهده شده است.

نور قرمز در کلروفیل بازنشر داده می‌شود و نور آبی آن را تحریک می‌کند؛ بنابراین می توان از این ویژگی برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل و شاخصی برای توده جلبکی استفاده کرد. اندازه‌گیری مستقیم و مداوم فلورسانس کلروفیل می‌تواند از طریف فلوریمتر انجام شود که می‌توان با پمپ آب از طریق آن یا با فرو بردن برخی ابزارهای طراحی شده در آب، آن را در محل اندازه‌گیری کرد. نمونه‌های گرفته شده برای تحلیل کلروفیل در آزمایشگاه باید در بطری‌های پلی‌اتیلن جمع‌آوری شوند و ۰/۱ تا ۰/۲ میلی‌لیتر سوسپانسیون کربنات منیزیم فورا به عنوان نگهدارنده به آن اضافه شود. نمونه‌ها باید فورا تصفیه شوند؛ هرچند می‌توان به مدت ۸ ساعت آنها را در جای تاریك و خنك نگهداری کرد. به هر حال هنگامی که نمونه‌ها از طریق فیبر شیشه‌ای (درجه GF/C) تصفیه شدند، می‌توان به مدت محدودی پیش از تحلیل آنها را به صورت منجمد نگهداری کرد. رنگدانه‌های کلروفیل به صورت حلال استخراج شده و با استفاده از یکی از روش‌های توصیف شده توسط استریکلند و پارسونز (۱۹۷۲) به صورت اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری می‌شوند. وجود مواد تخریب‌کننده کلروفیل، مانند فئوفیتین می‌تواند در محاسبه غلظت کلروفیل در عصاره حلال اختلال ایجاد کند. می‌توان با خواندن چگالی نوری قبل و بعد از اسیدی کردن عصاره با استفاده از روش لورنزن (۱۹۶۷) بر این مشکل غلبه کرد. می‌توان با اندازه‌گیری کل رنگدانه‌ها (به عبارت دیگر کلروفیل a + رنگدانه‌های غیرفوتوسنتزی) مقدار کربن آلی فیتوپلانکتون را به صورت تقریبی برآورد کرد. حداقل کربن آلی موجود (in mg/l) تقریبا ۳۰ برابر کل رنگدانه‌ها (in mg/l) است؛ هرچند این ارتباط تنها در رودخانه‌های اروپای غربی آزمایش شده است (دسری و همکاران، ۱۹۸۴).

۲-۶ مواد مغذی

۶-۲-۱ ترکیبات نیتروژن

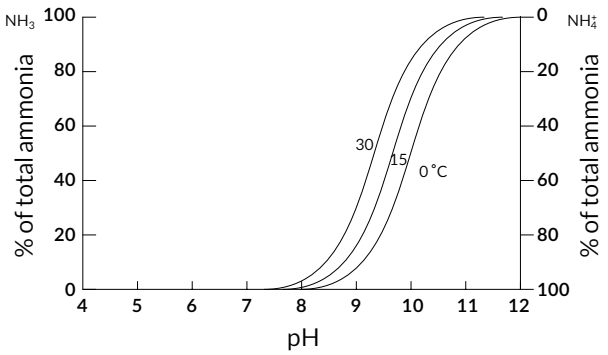
نیتروژن به عنوان یك جزء اساسی پروتئین حاوی مواد ژنتیکی برای ارگانیسم‌های زنده حیاتی است. گیاهان و میکروارگانیسم‌ها، نیتروژن معدنی را به نیتروژن آلی تبدیل می‌کنند. نیتروژن معدنی در طبیعت در حالت‌های اکسیداسیون از جمله نیترات ($NO3^-$) و نیتریت ($NO2^-$)، یون آمونیوم ($NH4^+$) و نیتروژن مولکولی ($N2$) یافت می‌شود. نیتروژن معدنی تغییرات بیولوژیك و غیربیولوژیك را در طبیعت به عنوان بخشی از چرخه نیتروژنی پشت سر می‌گذارد. فرآیندهای غیربیولوژیك اصلی شامل تغییر حالت مثل تبخیر، جذب و رسوب می‌شود. تغییرات بیولوژیك شامل: الف) ترکیب فرم‌های معدنی (آمونیا و نیترات) توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌ها برای

تشکیل نیتروژن آلی؛ برای مثال آمینو اسیدها، ب) کاهش گاز نیتروژن به آمونیاك و نیتروژن معدنی توسط میکروارگانیسم‌ها، ج) تغییرات هتروتروفیك پیچیده از یك ارگانیسم به ارگانیسم دیگر، د) اکسیداسیون آمونیاك به نیترات و نیتریت (نیتریفیکاسیون)، ه) آمونیفیکاسیون نیتروژن معدنی برای تولید آمونیاك در هنگام تجزیه مواد آلی و و) کاهش باکتریایی نیترات به اکسید نیترو (N_2O) و نیتروژن مولکولی (N_2) در شرایط بدون اکسیژن (دینیتریفیکاسیون). برای درك بهتر چرخه نیتروژن، به شدت توصیه می‌شود که تمام گونه‌های نیتروژن به صورت مول بر لیتر یا mg/l نیتروژن گزارش شوند نه mg/l از NO_3 یا NH_4.

آمونیاك

آمونیاك به صورت طبیعی در پیکره‌های آب با تجزیه مواد آلی و معدنی حاوی نیتروژن در خاك و آب، دفع توسط آبزیان، کاهش گاز نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌ها و تبادل گاز با هوا به وجود می‌آید. آمونیاك همچنین از طریق برخی فرآیندهای صنعتی (مثل تولید کاغذ و خمیر کاغذ بر پایه آمونیاك) و همچنین به عنوان ترکیبات زباله‌های شهری به پیکره‌های آب وارد می‌شود. غلظت‌های بالای آمونیاك (NH_3) در pH معینی برای زندگی آبزیان سمی است و بنابراین به تعادل زیست محیطی پیکره آبی صدمه می‌زند.

در محلول آبی، آمونیاك غیریونیزه در تعادل با یون آمونیوم وجود دارد. آمونیاك کل، مجموع این دو فرم است. آمونیاك همچنین با چندین یون فلزی تشکیل مجموعه می‌دهد و ممکن است جذب ذرات کلوئیدی، رسوبات معلق و رسوبات ته‌نشین شده شود. آمونیاك ممکن است بین رسوبات و لایه‌های بالاتر ستون آبی مبادله شود. غلظت آمونیاك غیریونیزه به دما، pH و غلظت آمونیاك کل بستگی دارد. تغییر در درصد دو فرم آمونیاك کل در pH های مختلف در شکل ۶-۲ نشان داده شده است. با افزایش pH ممکن است بخش قابل توجهی از آمونیاك تبخیر شود.



شکل ۶-۲. رابطه کلی بین درصد آمونیاک غیریونیزه و آمونیاک آزاد و تفاوت pH در آب‌های شیرین

آب‌های غیرآلوده حاوی مقادیر کمی آمونیاك و ترکیبات آن، معمولا <۰/۱ mg/l به عنوان نیتروژن هستند. غلظت کلی آمونیاك که در آب‌های سطحی اندازه‌گیری شده معمولا کمتر از ۰/۲ mg/l N است اما ممکن است به ۲-۳ mg/l N برسد. غلظت‌های بالاتر می‌تواند نشان‌دهنده آلودگی آلی از جمله آلودگی ناشی از فاضلاب‌های خانگی، زباله‌های صنعتی و رواناب‌های حاوی کود باشد. بنابراین آمونیاك یك شاخص مفید برای آلودگی آلی است. نوسانات فصلی طبیعی نیز در نتیجه مرگ و میر ارگانیسم‌های آبزی، به خصوص فیتوپلانکتون و باکتری در آب‌های غنی از مواد مغذی رخ می‌دهد. ممکن است غلظت‌های بالای آمونیاك در لایه‌های زیرین آب دریاچه‌ها که بدون اکسیژن هستند، یافت شود.

نمونه‌هایی که برای شناسایی آمونیاك گرفته می‌شوند، باید در مدت زمان ۲۴ ساعت پس از نمونه‌گیری تجزیه و تحلیل شوند. اگر این کار امکان‌پذیر نبود، می‌توان نمونه‌ها را منجمد یا آنها را با ۸ ml اسید سولفوریك (H_2SO_4) برای هر لیتر از نمونه مخلوط کرد و در دمای ۴°C نگهداری کرد. هر اسیدی که به عنوان نگهدارنده مورد استفاده قرار بگیرد، پیش از تجزیه و تحلیل باید خنثی شود. روش‌های زیادی برای اندازه‌گیری یون آمونیاك وجود دارد. ساده‌ترین روش که برای آب‌هایی با آلودگی کم یا آب‌های غیرآلوده مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش‌های رنگ‌سنجی که از معرف‌های نسلر استفاده می کنند یا روش فنات هستند. برای غلظت‌های بالای آمونیاك که در پساب‌ها وجود دارد، روش تیتراسیون یا تقطیرمناسب‌تر است. نیتروژن آمونیاك کل نیز به روش کلدال تعیین می‌شود.

نیترات و نیتریت

یون نیترات (NO_3^-) شایع ترین شکل نیتروژن ترکیب شده در آب های طبیعی است. این یون ممکن است به صورت بیوشیمیایی از طریق فرآیند دینیتریفیکاسیون معمولا در شرایط غیرهوازی به نیتریت (NO_2^-) کاهش پیدا کند. یون نیتریت به سرعت به نیترات اکسید می‌شود. منابع طبیعی نیترات در آب‌های سطحی شامل سنگ‌های آذرین، زهکشی زمین و بقایای حیوانات و گیاهان است. نیترات یك ماده مغذی اساسی برای گیاهان آبزی است و نوسانات فصلی می‌تواند حاصل رشد و زوال گیاهان باشد. غلظت‌های طبیعی که به ندرت از ۰/۱ mg/l NO_3-N تجاوز می‌کنند، ممکن است با پساب‌های شهری و صنعتی از جمله شیرابه‌های حاصل از سایت‌های تخلیه زباله و دفن زباله‌های بیمارستانی افزایش یابد. استفاده از کودهای نیترات معدنی در روستاها و حومه شهرها می‌تواند یك منبع مهم وجود آمونیاك در آب‌های سطحی باشد. غلظت نیترات در آب‌های سطحی وقتی تحت تأثیر عوامل انسانی قرار می‌گیرد، ممکن است به ۵ mg/l NO_3-N برسد اما اغلب کمتر از ۱ mg/l NO_3-N است. غلظت‌های بیشتر از ۵ mg/l NO_3-N

معمولا نشان‌دهنده آلودگی توسط پسماندهای انسانی یا حیوانی یا رواناب‌های حاوی کود است. غلظت نیترات در مواردی که آلودگی شدید است، ممکن است به ۲۰۰ mg/l NO۳-N نیز برسد. سازمان بهداشت جهانی (WHO) محدوده حداکثر برای NO_3 – در آب آشامیدنی را ۵۰ mg/l (یا ۱۱٫۳ mg/l N_NO_3) عنوان کرده و هشدار داده است که آب‌هایی با غلظت آمونیاك بیشتر می‌توانند خطرات قابل توجهی برای سلامتی داشته باشند. غلظت بیشتر از ۰/۲ mg/l NO3-N نیترات در دریاچه‌ها باعث افزایش رشد جلبك‌ها می‌شود و شرایط یوتروتروفیك احتمالی را نشان می‌دهد.

نیترات معمولا در آب‌های زیرزمینی در نتیجه زهکشی خاك به وجود می‌آید اما در مناطقی که کاربرد کود نیتروژنی زیاد است، ممکن است غلظت بسیار زیادی (۵۰۰~ mg/l $NO_۳$-N) داشته باشد. در برخی مناطق افزایش شدید غلظت نیترات در آب‌های زیر زمینی در ۲۰ یا ۳۰ سال گذشته با افزایش کاربرد کود به خصوص در بسیاری از مناطق کشاورزی سنتی اروپا ارتباط دارد (Hagebro et al., 1983; Roberts and Marsh, 1987). با این حال افزایش کاربرد کود تنها منبع نشت نیترات به آب‌های زیرزمینی نیست. مقدار نیترات نشتی از چمنزارهای کود داده نشده یا سبزیکاری طبیعی معمولا حداقل است؛ هرچند خاك در چنین مناطقی حاوی مواد آلی کافی است که خود منبعی بالقوه برای نیترات است (به دلیل فعالیت باکتری نیتروزوموناس و نیتروباکتر در خاك). افزایش هوادهی خاك که در پاکسازی و شخم‌زدن برای کشت روی می‌دهد، فعالیت نیتروباکتر و تولید نیترات خاك را افزایش می‌دهد. جدول ۶-۱- نمونه‌هایی از حداکثر غلظت‌های مجاز در متغیرهای کیفی آب برای کاربردهای مختلف در استانداردهای مختلف را نشان می‌دهد، حدود مشخص شده برای هریک از پارامترهای این جدول به انتخاب تجهیزات مناسب پایش با دقت مورد نیاز و لزوم استفاده در کاربری مدنظر تالاب کمک شایانی می‌نماید.

جدول ۶-۱. نمونه‌هایی از حداکثر غلظت‌های مجاز در متغیرهای کیفی آب برای کاربردهای مختلف (WHO 1993)

کاربرد	آب آشامیدنی						زندگی آبزیان و ماهی‌ها		
متغیر	WHO۱	EU	کانادا	آمریکا	روسیه	EU	کانادا	روسیه
رنگ (TCU)	۱۵	۲۰ mgl۱–	۱۵	۱۵	۲۰			
کل جامدات محلول (mg l۱–)	۱۰۰۰		۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰			
کل جامدات معلق (mg l۱–)						۲۵	۱۰	
کدورت (NTU)	۵	JTU ۴	۵	۱–۰/۵				
pH	۸/۰۴ >	۶/۵۱–۸/۵۱	۶/۵–۸/۵	۶/۵–۸/۵	۶/۰–۹/۰	۶/۰–۹/۰	۶/۵–۹/۰	
اکسیژن محلول (mg l۱–)					۴/۰	۵/۰–۹/۰	۵/۰–۹/۵	۴/۰۵–۶/۰
نیتروژن آمونیاک (mg l۱–)					۲/۰	۰/۰۰۵–۰/۰۲۵	۱/۳۷–۲/۲۶	۰/۰۵
آمونیاک (mg l۱–)		۰/۵			۰/۲	۰/۰۴–۱		۰/۵
نیترات به صورت N (mg l۱–)			۰/۱۰	۰/۱۰				
نیترات (mg l۱–)	۵۰	۵۰			۴۵			۴۰
نیتریت به صورت N (mg l۱–)	۳(P)	۰/۱			۳/۰	۰/۰۳–۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۸
فسفر (mg l۱–)		۵/۰						
BOD (O۲ mg l۱–)					۳/۰	۳/۰–۶/۰		۳
سدیم (mg l۱–)	۲۰۰	۲۵۰						۱۲۰
کلرید (mg l۱–)	۲۵۰	۲۵۱	۲۵۰	۲۵۰	۳۵۰			۳۰۰
کلرین (mg l۱–)	۵						۰/۰۰۲	
سولفات (mg l۱–)	۲۵۰	۲۵۰	۵۰۰	۲۵۰	۵۰۰			۱۰۰
سولفید (mg l۱–)			۰/۰۵					
فلورید (mg l۱–)	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲/۰	۱/۵ >			۰/۷۵
بور (mg l۱–)	۰/۳	۱/۰۱	۵/۰		۰/۳			
سیانید (mg l۱–)	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲ (PP)	۰/۰۷		۰/۰۰۵	۰/۰۵

عناصر ردیابی							
آلومینیوم (mg l-۱)	۰٫۲	۰٫۲			۰٫۵		۰٫۰۰۵–۰٫۱۷	
آرسنیک (mg l-۱)	۰/۰۱ (P)	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۰۱		۰٫۰۵	
باریوم (mg l-۱)	۰٫۰۷	۰٫۱۱	۱٫۰	۲٫۰	۰٫۷			
کادمیم (mg l-۱)	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۳		۰/۰۰۰۲–۰/۰۰۱۸	۰٫۰۰۵
کبالت (mg l-۱)					۰٫۱			۰٫۱
مس (mg l-۱)	۲(P)	۳/۰۱– ۰/۱۱	۱٫۰	۱	۰٫۲	۰/۰۰۵– ۰/۱۱۳	۰/۰۰۲– ۰/۰۰۵	۰٫۰۰۱
آهن (mg l-۱)	۰٫۳	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳		۰٫۳	۰٫۱
سرب (mg l-۱)	۰٫۰۱	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱		۰/۰۰۱– ۰/۰۰۸	۰٫۱
منگنز (mg l-۱)	۰٫۵(P)	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۵			۰٫۰۱
جیوه (mg l-۱)	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۱		۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۲	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۱
نیکل (mg l-۱)	۰٫۰۲	۰٫۰۵			۰٫۰۲		۰/۰۲۵– ۰/۱۵۸	۰٫۰۱
سلنیوم (mg l-۱)	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۵	۰٫۰۱		۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۱۶
روی (mg l-۱)	۳	۵/۰۱– ۰/۱۱	۵٫۰	۵	۵٫۰	۰/۰۳– ۲/۰۸	۰٫۰۳	۰٫۰۱
آلاینده‌های آلی								
نفت و مواد نفتی (mg l-۱)		۰٫۰۱			۰٫۱			۰٫۰۵
همه آفت‌کش‌ها (µg l-۱)		۰٫۵	۱۰۰					
الدرین و دی‌الدرین (µg l-۱)	۰٫۰۳		۰٫۷				۱–۴ng l dieldrin	
د.د.ت (µg l-۱)	۲		۳۰٫۰		۲٫۰		۱–ng l ۱	
لیندان (µg l-۱)	۲		۰٫۴	۰٫۲	۰٫۲			
متوکسی کلر (µg l-۱)	۲۰		۱۰۰	۴۰				
بنزن (µg l-۱)	۱۰			۵			۳۰۰	

پنتا کلروفنول (µg l⁻¹)	(P)۹			۱۰	۱۰			
فنول (µg l⁻¹)		۰٫۵	۲		۰٫۱	۰٫۱		۰٫۱
مواد شوینده (mg l⁻¹)		۰٫۲		۰٫۵۱۲	۰٫۵			۰٫۱
متغیرهای میکروبیولوژیکی								
کلیفرم‌های مدفوعی (E. coli) (No. per ۱۰۰ ml)	۰	۰	۰		۰			
همه کلیفرم‌ها (No. per ۱۰۰ ml)	۰		۱۰۱۳	۱	۰٫۳			

WHO : سازمان بهداشت جهانی

EU : اتحادیه اروپا

BOD : اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی

TCU : واحد رنگ حقیقی

NTU : واحد کدورت نفلومتری

(P) : مقدار موقتی

(PP) : مقدار پیشنهادی

Environment standards Canada, 1987 CEC, 1978- 1980 Committee,1994)

(Regulation for Fisheries, 1993 Gray, WHO 1993

غلظت نیتریت در آب‌های شیرین معمولا بسیار پایین ۰٫۰۰۱ mg l⁻¹ N-NO2 و به ندرت بیش از ۱ mg l⁻¹ N-NO2 است. غلظت بالای نیتریت معمولا نشان دهنده فاضلاب‌های صنعتی است و اغلب با کیفیت میکروبیولوژیك نامطلوب آب در ارتباط است.

تعیین نیترات به علاوه نیتریت در آب‌های سطحی، یك شاخص عمومی از وضعیت مواد مغذی و سطح آلودگی آلی آب بدست می‌دهد. به این ترتیب، این گونه‌ها در اکثر مطالعات اصلی کیفیت آب و برنامه‌های نظارت پس‌زمینه یا چندمنظوره و به خصوص در برنامه‌هایی که تأثیر ورودی‌های صنعتی آلی یا مرتبط را ارزیابی می‌کنند، قرار دارند. از آنجایی که سطوح بالای نیترات خطر بالقوه‌ای برای سلامتی دارد، در منابع آب آشامیدنی نیز مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. با این حال، زمانی که غلظت نیترات در منبع آب بالا باشد، با توجه به اینکه در فرآیند طبیعی برای تصفیه آب شرب، نیترات کمی از آب حذف می‌شود، آب آشامیدنی تصفیه شده نیز باید

مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. نمونه‌های گرفته شده برای تعیین نیترات و/یا نیتریت باید در بطری‌های شیشه‌ای یا پلی‌اتیلنی جمع‌آوری شده و فورا تصفیه و تجزیه و تحلیل شوند. اگر این کار امکان‌پذیر نباشد، می‌توان برای کند کردن روند تجزیه باکتری‌ها، ۲ml-۴ کلروفرم در هر لیتر را به نمونه اضافه کرد.

می‌توان نمونه را خنك و سپس در دمای ۴°C-۳ نگهداری کرد. از آنجایی که تعیین مقدار نیترات به دلیل مداخله دیگر مواد موجود در آب، مشکل است، ممکن است انتخاب دقیق روش اندازه‌گیری، بر اساس غلظت مورد انتظار نیترات به صورت N تغییر کند. یك نسبت از نمونه را می‌توان برای تعیین نیتروژن معدنی کل و نسبت دیگر را برای تعیین نیتریت به صورت شیمیایی تجزیه کرد و غلظت نیترات را از تفاوت بین این دو مقدار به دست آورد. غلظت نیتریت را می‌توان با استفاده از روش‌های اسپکتروفتومتری تعیین کرد. با استفاده از روش‌های مقایسه‌ای رنگ‌سنجی که به صورت کیت در دسترس هستند، می توان اندازه‌گیری‌های ساده میدانی با صحت محدود را انجام داد.

نیتروژن آلی

نیتروژن آلی عمدتا حاوی مواد پروتئینی (برای مثال آمینواسیدها، نوکلئیك اسیدها و ادرار) و حاصل تغییر و تبدیل‌های بیوشیمیایی آنها (اسید هیومیك و اسید فولویك) است. نیتروژن آلی به صورت طبیعی در معرض نوسانات فصلی جامعه بیولوژیك است زیرا عمدتا توسط فیتوپلانکتون و باکتری در آب تشکیل می‌شود و چرخه آن در زنجیره غذایی است. افزایش غلظت نیتروژن آلی می‌تواند نشان‌دهنده آلودگی در پیکره آبی باشد.

نیتروژن آلی معمولا با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری می‌شود که نیتروژن آمونیاك کل به علاوه نیتروژن آلی کل را تعیین می‌کند. اختلاف میان نیتروژن کل و فرم‌های معدنی، مقدار کل نیتروژن آلی را مشخص می کند. نمونه‌ها باید در مدت ۲۴ ساعت تصفیه نشده و مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند، زیرا نیتروژن آلی به سرعت به آمونیاك تبدیل می‌شود. می‌توان در صورت لزوم با افزودن ml ۴-۲ کلروفرم یا تقریبا ml ۰/۸ از H_2SO_4 غلیظ به ازای هر لیتر از نمونه، انجام این فرآیند را به تعویق انداخت. ذخیره نمونه‌ها باید در دمای ۴°C-۲ انجام شود و در مواقع لزوم، شرایط و مدت نگهداری باید در نتایج درج شود. روش‌های فوتوشیمیایی نیز می‌توانند به جای روش کلدال به کار روند. این روش ها تمام نیتروژن آلی (و همچنین آمونیاك) را به نیترات و نیتریت اکسید می‌کنند و بنابراین قبل از نمونه‌گیری باید نیترات و نیتریت را اندازه گرفت. اگر نمونه‌ها تصفیه شده هستند، کل نیتروژن محلول به جای کل نیتروژن آلی اندازه‌گیری می‌شود. (US EPA،1993)

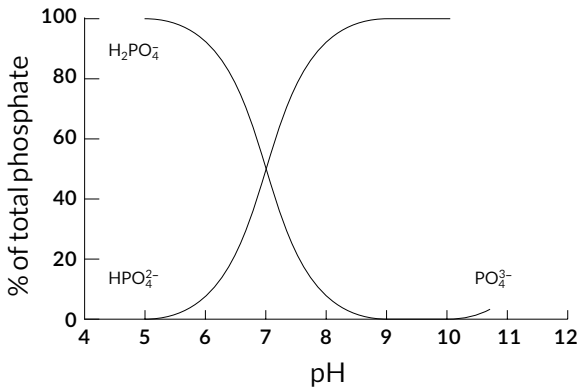
۶-۲-۲ ترکیبات فسفر

فسفر یك ماده مغذی اساسی برای ارگانیسم‌های زنده است و در پیکره‌های آبی به دو صورت محلول و ذرات ریز وجود دارد. فسفر عموما ماده مغذی بازدارنده رشد جلبك است و بنابراین باروری اولیه در یك پیکره آبی را کنترل می‌کند. افزایش غیرطبیعی غلظت فسفر ناشی از فعالیت‌های انسانی، دلیل اصلی یوتروفیکاسیون است. فسفر در آب‌های طبیعی و پساب‌ها اغلب به صورت ارتوفسفات و پلی‌فسفات محلول و ترکیبات آلی فسفات وجود دارد. به دلیل تجزیه و سنتز مداوم فرم‌های ترکیبات آلی و فرم‌های معدنی اکسید شده، تغییرات میان این فرم‌ها مدام در حال رخ دادن است. تعادل فرم‌های مختلف فسفات که در آب در pH های مختلف روی می دهد، در شکل ۶-۳ نشان داده شده است.

توصیه می‌شود که غلظت فسفات به صورت فسفر یا به عبارت دیگر $mg1^{-1}\ PO_4\text{-}P$ بیان شود (و نه به صورت $mg\,l^{-1}\ PO4$). منابع طبیعی فسفر عمدتا فرسایش سنگ‌های فسفری توسط هوا و تجزیه مواد آلی هستند. پساب‌های خانگی (به خصوص آنهایی که حاوی مواد شوینده هستند)، فاضلاب‌های صنعتی و رواناب‌های حاوی کود به بالا بردن سطح فسفر در آب‌های سطحی کمك می‌کنند. فسفر به همراه ترکیبات معدنی و آلی رسوبات در پیکره‌های آبی نیز می‌تواند توسط باکتری‌ها جابجا شده و وارد ستون آبی شود.

فسفر به ندرت در آب‌های شیرین در غلظت‌های بالا ظاهر می‌شود زیرا به طور فعال مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد. در نتیجه می‌توان شاهد نوسانات فصلی قابل توجه در غلظت فسفر در آب‌های سطحی بود. در اکثر آب‌های سطحی طبیعی، میزان فسفر از ۰/۰۰۵ تا $mg\,l^{-1}\ P\text{-}PO4$ ۰/۰۰۲ متغیر است. ممکن است غلظت‌های پایین تا ۰/۰۰۱ $mg\,l^{-1}\ P\text{-}PO4$ در برخی آب‌های طبیعی و غلظت‌های بالا تا $200\ mg\,l^{-1}\ P\text{-}PO4$ در برخی آب‌های شور محصور یافت شود. میزان غلظت متوسط فسفر در آب‌های زیرزمینی حدود $0.02\ mg\,l^{-1}\ P\text{-}PO4$ است.

از آنجایی که فسفر، ترکیبی ضروری برای چرخه بیولوژیك در پیکره‌های آبی است، اغلب در مطالعات کیفی اصلی آب یا برنامه‌های نظارت پس زمینه گنجانده می‌شود. غلظت‌های بالای فسفات می‌تواند نشان‌دهنده وجود آلودگی و دلیل اصلی ایجاد شرایط یوتروتروفیك باشد. مدیریت یك دریاچه یا مخزن، به خصوص برای تأمین آب شرب، نیازمند آگاهی از سطح فسفات است تا بتوان با کمك آن نرخ رشد جلبکی را اندازه گرفت.



شکل ۶-۳. تعادل فرم‌های مختلف فسفات در ارتباط با pHآب شیرین

غلظت فسفر معمولا به صورت ارتوفسفات‌ها، فسفات آلی کل یا فسفر کل (مجموع فسفر آلی و تمام فسفات‌ها) تعیین می‌شود. فرم محلول فسفر پس از تصفیه نمونه از طریق یك فیلتر از پیش شسته شده با سوراخ‌هایی به قطر ۰٫۴۵ µm اندازه گرفته می‌شود. می‌توان از تفاوت میان غلظت کل و غلظت محلول، غلظت ذرات را به دست آورد. فسفر به راحتی جذب سطح ظرف نمونه می‌شود و بنابراین ظرف نمونه باید پیش از استفاده کاملا توسط نمونه شسته شود. نمونه‌هایی که برای تجزیه و تحلیل فسفات گرفته می‌شوند را می‌توان با استفاده از کلروفرم و در دمای ۴ °C ۲-۴ به مدت ۲۴ ساعت نگهداری کرد. نمونه‌های اندازه‌گیری فسفر کل را می‌توان در یك فلاسك شیشه‌ای با یك درب شیشه‌ای محکم نگهداری کرد و ۱ml اسید سولفوریك ۳۰ درصد برای هر ۱۰۰ml از نمونه به آن اضافه کرد. برای فسفر محلول این نکته حائز اهمیت است که نمونه‌ها به محض امکان پس از جمع‌آوری تصفیه شوند. اندازه‌گیری فسفات شامل تبدیل آن به ارتوفسفات می‌شود که در نتیجه مقدار آن با استفاده از روش رنگ‌سنجی مشخص می‌شود.

۳-۶ مواد آلی

اکثر آب‌های شیرین حاوی مواد آلی هستند که می‌توان آنها را به صورت کربن آلی کل[1] (TOC) اندازه گرفت. شناسایی میزان مواد آلی موجود به منظور مقایسه را می‌توان با اندازه‌گیری ویژگی‌های مرتبط به خصوص اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD) یا اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) به دست آورد. COD معمولا تمام یا اکثر BOD و برخی دیگر از نیازهای شیمیایی را در بر می‌گیرد. در اکثر نمونه‌ها رابطه TOC < BOD < COD وجود دارد. به هرحال این رابطه در برخی شرایط ممکن است درست نباشد، مثل وقتی که نمونه حاوی مواد سمی است.

1-Total Organic Carbon

۶-۳-۱ کربن آلی کل (TOC)

کربن آلی در آب‌های شیرین از موجودات زنده (مستقیما از فوتوسنتز گیاهان یا به صورت غیرمستقیم از مواد آلی زمینی) و همچنین به عنوان یکی از اجزاء بسیاری از پساب‌ها و فاضلاب‌ها به وجود می‌آید. در نتیجه مواد آلی کل در آب می توانند شاخص مفیدی برای تعیین درجه آلودگی باشند؛ به خصوص زمانی که غلظت آنها را بتوان در جریان بالا دست و پایین دست منبع بالقوه آلودگی مثل فاضلاب یا تخلیه صنعتی یا مناطق شهری مقایسه کرد.غلظت TOC در آب‌های سطحی معمولا کمتر از ۱۱۰-mg l و در آب‌های زیرزمینی کمتر از ۱-mg l ۲ است، مگر اینکه فاضلاب‌های شهری یا صنعتی به آب وارد شود یا آب به دلیل مواد آلی طبیعی رنگ زیادی داشته باشد، مثل باتلاق‌ها. در چنین شرایطی غلظت TOC ممکن است از ۱-mg l ۱۰۰ بیشتر شود (غلظت TOC در پساب‌های شهری با توجه به سطح ضدعفونی پساب بین ۱۰ تا < ۱۰۰ mg l-۱ متغیر است). کربن آلی کل حاوی مواد محلول و ذرات است و بنابراین تحت تأثیر نوسان جامدات معلق که می‌توان آنها را در رودخانه‌ها کاملا مشخص کرد، قرار می‌گیرند. ذرات کربن آلی و کربن آلی محلول (به ترتیب POC و DOC) را می توان به صورت جداگانه پس از تصفیه نمونه از طریق یك فیلتر فیبر شیشه‌ای (با سوراخ‌هایی تقریبا به قطر m ۰٫۷) تعیین کرد و این کار در ارزیابی رودخانه‌ها، توصیه می‌شود. در اکثر آب‌های سطحی، میزان DOC از مقدار POC بیشتر است و در محدوده ۱-mg l ۲۰۱-۱ قرار دارد. POC در طغیان رودخانه‌ها و در طول سال در بسیاری از رودخانه‌های کدر، بیشترین مقدار را نسبت به سایر فرم‌ها دارد (جدول ۶-۳ را ببینید).

کربن آلی کل بدون تصفیه نمونه مشخص می‌شود. نمونه‌ها برای تعیین TOC پیش از تجزیه و تحلیل، باید در بطری‌های شیشه‌ای تیره با حداقل میزان قرارگیری در معرض نور یا هوا در دمای ۴°C-۳ به مدت کمتر از ۷ روز نگهداری شوند. همچنین می‌توان نمونه‌ها را با اسید سولفوریك با pH=۲ یا کمتر اسیدی کرد.

با توجه به نوع نمونه روش‌های مختلفی برای تعیین کربن آلی وجود دارد. اساس روش‌ها بر قاعده اکسیداسیون کربن نمونه به دی‌اکسید کربن (برای مثال از طریق احتراق، واکنش شیمیایی یا تابش اشعه ماوراء بنفش) است و در نتیجه کربن آلی با یکی از چندین روش مختلف (از جمله اندازه‌گیری حجمی، هدایت حرارتی یا الکترودهای مخصوص CO_2) اندازه‌گیری می‌شود.

۶-۳-۲ اکسیژن مورد نیاز شیمیایی[1] (COD)

اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) معیاری از تراز اکسیژن مواد آلی در یك نمونه آب است که به اکسیداسیون توسط یك اکسیدکننده شیمیایی قوی مثل دی‌کرومات حساس است. COD

1-Chemical Oxygen Demand

عمدتا به عنوان معیاری از حساسیت به اکسیداسیون مواد آلی و معدنی موجود در پیکره‌های آبی و فاضلاب‌های شهری و تأسیسات صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آزمایش برای COD اختصاصی نیست و مواد اکسیدشدنی یا تفاوت میان مواد آلی و معدنی موجود در آب را مشخص نمی‌کند. همچنین کربن آلی کل موجود را هم مشخص نمی‌کند زیرا برخی ترکیبات آلی با روش دی‌کرومات اکسید نمی‌شوند، در حالی که برخی ترکیبات معدنی اکسید می‌شوند. در هر صورت COD یك متغیر مفید برای بسیاری از پساب‌های صنعتی است که به راحتی اندازه‌گیری می‌شود و چندین دهه مورد استفاده قرار گرفته است.

غلظت‌های مشاهده شده COD در آب‌های سطحی در محدوده $20\ mg\ l^{-1}\ O_2$ یا در آب‌های غیرآلوده کمتر و در آب‌هایی که فاضلاب به آنها وارد می‌شود بیشتر از $200\ mg\ l^{-1}\ O_2$ است. مقدار COD در پساب‌های صنعتی ممکن است در محدوده $100\ mg\ l^{-1}\ O_2$ تا $60,000\ mg\ l^{-1}\ O_2$ باشد. نمونه‌های تحلیل COD باید در بطری‌هایی جمع‌آوری شوند که مواد آلی را به آب وارد نکنند، مثل بطری‌های شیشه‌ای با درپوش‌های محکم شیشه‌ای. در حالت ایده‌آل، نمونه‌ها باید فورا مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند و یا اگر آب آلوده نیست، می توان آنها را در جای خنك به مدت ۲۴ ساعت نگهداری کرد. اگر نمی‌توان فورا نمونه‌ها را تحلیل کرد، باید آنها را با اسید سولفوریك نگهداری کرد. برای ذخیره طولانی نمونه‌ها، باید آنها را منجمد کرد. در صورت لزوم می توان نمونه‌ها را پیش از تحلیل با استفاده از فیلترهای فیبر شیشه‌ای تصفیه کرد. نمونه‌های تصفیه نشده حاوی جامدات حل‌شونده‌ای هستند که باید پیش از نمونه‌گیری از نمونه‌ها، آنها را همگن کرد. روش استاندارد برای اندازه‌گیری COD اکسیداسیون نمونه با دی‌کرومات پتاسیم در یك محلول اسید سولفوریك (هرچند می‌توان از دیگر اکسیدکننده‌ها هم استفاده کرد که ممکن است ویژگی های اکسیداسیون متفاوتی داشته باشند) و سپس تیتراسیون است. این نکته بسیار مهم است که هربار در یك سری اندازه‌گیری از همان روش استفاده می‌شود بنابراین، نتایج به دست آمده قابل مقایسه هستند.

۶-۳-۳ اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی[1] (BOD)

اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD) معیاری تقریبی برای تعیین میزان مواد آلی قابل تجزیه به صورت بیوشیمیایی، در یك نمونه آب است و با مقدار اکسیژن مورد نیاز برای میکروارگانیسم‌های هوازی موجود در نمونه به منظور اکسید کردن مواد آلی به یك فرم معدنی پایدار تعریف می‌شود. این روش در معرض فاکتورهای پیچیده مختلفی از جمله نیاز به اکسیژن که ناشی از تنفس جلبك‌ها در نمونه است و اکسیداسیون احتمالی آمونیاك (در صورت وجود

1 Biological Oxygen Demand

باکتری نیتریفیکاسیون) قرار دارد. وجود مواد سمی در نمونه ممکن است روی فعالیت میکروبی تأثیر بگذارد که این امر منجر به کاهش در BOD تعیین شده، می‌شود. شرایط موجود در یك بطری BOD معمولا با شرایط یك رودخانه یا دریاچه متفاوت است. بنابراین تفسیر نتایج BOD و مفاهیم آن باید با دقت فراوان توسط پرسنل باتجربه صورت بگیرد.

برای تعیین BOD از طریق اندازه‌گیری میزان اکسیژن مصرفی پس از انکوباسیون نمونه در جای تاریك در دمای معین که معمولا ۲۰°C است، برای یك مدت مشخص معمولا به مدت ۵ روز، از فرآیندهای آزمایشگاهی استاندارد استفاده شده است. این کار باعث افزایش «BOD۵» می‌شود. مصرف اکسیژن از روی تفاوت میان غلظت اکسیژن محلول در نمونه قبل و بعد از دوره انکوباسیون، تعیین می‌شود. اگر غلظت مواد آلی در نمونه‌ها بسیار بالا باشد، ممکن است پیش از انکوباسیون لازم باشد نمونه‌ها با آب مقطر رقیق شوند تا اکسیژن به طور کامل مصرف نشود. همان طور که در بالا اشاره شده، مقدارBOD معمولا کمتر از مقدار COD است.

BOD آب‌های غیرآلوده معمولا $2mg\,l^{-1}\,O_2$ یا کمتر است؛ در حالی که آب‌هایی که پساب به آنها وارد می‌شود، به خصوص در نزدیکی محل تخلیه پساب، ممکن است حاوی $10\,mg\,l^{-1}\,O_2$ یا بیشتر باشند. BOD در فاضلاب ضدعفونی نشده حدود $600\,mg\,l^{-1}\,O_2$ است؛ در حالی که در فاضلاب‌های ضدعفونی شده با توجه به سطح عملیات ضدعفونی، بین ۲۰ تا $100\,mg\,l^{-1}\,O_2$ است. مقدار BOD در پساب‌های صنعتی ممکن است به $25000\,mg\,l^{-1}\,O_2$ برسد.

نمونه‌های آب جمع‌آوری شده برای اندازه‌گیری BOD نباید حاوی هیچ نگهدارنده افزودنی باشند و باید در بطری‌های شیشه‌ای نگهداری شوند. در حالت ایده‌آل، نمونه‌ها باید فورا مورد آزمایش قرار بگیرند زیرا هر نوع نگهداری در دمای اتاق می‌تواند تا ۴۰ درصد در میزان BOD تغییر ایجاد کند (افزایش یا کاهش با توجه به ویژگی‌های نمونه). نگهداری نمونه‌ها باید در دمای ۵°C و تنها زمانی که واقعا لازم باشد، صورت بگیرد.

۶-۳-۴ اسیدهای هیومیك و فولویك

مواد آلی ناشی از ارگانیسم‌های زنده، بقایای گیاهی و جانوری حاوی ترکیبات کربنی بالا سهم بسزایی در کیفیت طبیعی آب‌های سطحی دارند. ترکیب این مواد آلی به شدت متنوع است. ترکیبات آلی طبیعی معمولا سمی نیستند اما اثرات مهمی روی کنترل فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدروشیمیایی در پیکره‌های آبی دارند. برخی ترکیبات آلی طبیعی به میزان قابل توجهی روی کیفیت آب برای کاربردهای معین تأثیر می‌گذارند؛ به خصوص آنهایی که به ویژگی‌های ارگولپتیك (طعم و بو) وابسته هستند. اسیدهای هیومیك و فولویك از جمله مهمترین ترکیبات جانبی این مواد هستند. علاوه بر این، مواد موجود در هوموس آبزی، به دلیل توانایی بالای ترکیب‌پذیری،

گونه‌زایی فلزات سنگین و برخی دیگر از آلاینده‌ها را مشخص می‌کنند. در نتیجه مواد هیومیك روی سمیت و تحرك ترکیبات فلزی تأثیر می‌گذارند. بنابراین اندازه‌گیری غلظت این مواد می‌تواند برای تعیین تأثیرات انسانی روی پیکره‌های آبی مهم باشد.

هوموس با رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه از تجزیه شیمیایی و بیوشیمیایی بقایای سبزیجات ایجاد شده و فعالیت سنتزی میکروارگانیسم‌ها را شکل می‌دهد. هوموس از طریق خاك و کودهای گیاهی وارد پیکره‌های آبی می‌شود یا ممکن است در نتیجه تغییرات بیوشیمیایی مستقیماً در پیکره‌های آبی ایجاد گردد. هوموس به صورت عملیاتی به دو دسته اسید فولویك و اسید هیومیك تقسیم می‌شود که هر کدام مجموعه‌ای از بسیاری از ترکیبات آلی با جرم‌های مولکولی مختلف و ترکیبات آروماتیک و آلیفاتیک هستند. اسید فولویك دارای جرم مولکولی در محدوده ۳۰۰-۵۰۰۰ است؛ در حالی که جرم مولکولی غالب در اسید هیومیك بیش از ۵۰۰۰ هست. مقدار نسبی اسید فولویك به مواد هیومیك محلول در آب‌های شیرین بین ۶۰ تا ۹۰ درصد است. اسید هیومیك و اسید فولویك نسبتا پایدار هستند (به عبارت دیگر BOD آنها پایین است). به هر حال این مواد به صورت شیمیایی اکسیدپذیر هستند و بنابراین می‌توانند به راحتی روی نتایج اندازه‌گیری COD تأثیر بگذارند.

غلظت اسید فولویك و اسید هیومیك در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به شدت وابسته به شرایط فیزیکی و جغرافیایی و معمولا در محدوده ده‌ها و صدها میکروارگانیسم کربن در هر لیتر است. در هر صورت این غلظت‌ها می‌توانند به چند میلی‌گرم کربن در هر لیتر در آب‌های باتلاقی و نواحی جنگلی برسند. اسید هیومیك و اسید فولویك در شرایط طبیعی می‌توانند تا ۸۰ درصد DOC را شامل شوند که می‌تواند برای برآورد تقریبی غلظت‌های آنان مورد استفاده قرار بگیرد.

نمونه‌ها برای تعیین اسید هیومیك و اسید فولویك معمولا تصفیه یا نگهداری نمی‌شوند. می‌توان آنها را به مدت چند ماه در یك یخچال (۴°C-۳) نگهداری کرد. مقدار کلی اسید فولویك و اسید هیومیك را می‌توان به روش فوتومتری و هر کدام را به صورت جداگانه می‌توان با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری تعیین کرد.

ازآنجاییکه در منابع تالابی به علت فعالیت‌های کشاورزی و آبزی‌پروری احتمال ورود ترکیبات آلی کربن‌دار، هوموس، هیومیک اسیدها و هومین‌ها وجود دارد لذا اندازه‌گیری این پارامتر در پایش اکوسیستمی توصیه می‌گردد.

۴-۶ ذکر اهمیت پایش هریک از متغیرهای عمومی بر مبنای ماهیت منبع آبی و کاربری

با عنایت به تنوع متغیرهای عمومی قابل اندازه‌گیری در انواع پیکره‌های آبی و کاربری‌های آن، در جداول ۶-۳ و ۶-۴ درجه-بندی اهمیت اندازه‌گیری هر پارامتر (با افزایش تعداد *) در شرایط مذکور بیان شده‌است.

جدول ۶-۳. اهمیت اندازه‌گیری متغیرهای عمومی آب در برخی پیکره‌های آبی (WHO 1992 GEMS /Water Operational Guide) (درجه اهمیت ذکرشده در ستون "منابع تالابی" با استفاده از نظرات کارشناسی و از تجربیات مدیریت تالاب‌ها در دفتر اکوسیستم‌های تالابی و طرح حفاظت از تالاب‌های ایران بیان شده است)

متغیرهای عمومی	منابع فاضلابی	آب‌های سطحی	منابع کشاورزی	منابع تالابی
دما	*	*	*	***
مواد معلق	***	**	***	*
هدایت الکتریکی	**	**	**	***
قلیائیت	*	*	*	*
pH	*	*	*	**
اکسیژن محلول	***	***	***	***
کلروفیل a	**	**	***	**
آمونیاک	***	**	***	*
نیترات / نیتریت	***	**	***	***
فسفر/ فسفات	***	**	***	***
کربن آلی	**		*	*
COD	**	**	*	*
BOD	***	**	***	*
فلزات سنگین		**	***	*

جدول ۶-۴. اهمیت اندازه‌گیری برخی متغیرهای عمومی آب جهت کاربری‌های مختلف (WHO 1992 GEMS / Water Operational Guide)

متغیرهای عمومی	پایش زمینه‌ای	محیط زیست و شیلات	کاربری شرب و شهری	تفرج و ورزش‌های آبی	آبیاری کشاورزی
دما	***	***		*	
مواد معلق	***	***	***	***	
کدورت	*	**	**	**	
هدایت الکتریکی	**	*	*		*
مواد جامد محلول	**	*	*		***

pH	***	**	*	*	**
اکسیژن محلول	***	***	*		*
کلروفیل a	**	***	***	***	
آمونیاک	*	***	*		
نیترات / نیتریت	**	*	***		
فسفر/ فسفات	**	***	***	**	
کربن آلی	**		*	*	
COD	**	**			
BOD	***	***	**		
سولفات	*				
فلزات سنگین		**	***		*

ذکر اهمیت اندازه‌گیری این پارامترها در محیط‌های آبی (جدول ۶-۳) از آن جهت در این شیوه‌نامه درج شده‌است که ممکن است یک تالاب توسط هریک از این منابع تغذیه شود و یا این منابع آبی به آن وارد گردند. نوع کاربری و استفاده از یک تالاب هم در بحث پایش اکوسیستمی بسیار حائز اهمیت است که پارامترهای مهم قابل اندازه‌گیری با درنظرداشتن نوع کاربری در جدول (۶-۴) آورده شده است.

۶-۵- اولویت‌بندی پایش پارامترهای مهم در انواع تالاب‌ها (برمبنای طبقه‌بندی)

در بخش‌های قبل در این فصل به تشریح انواع پارامترهای قابل اندازه‌گیری در محیط‌های آبی اشاره شد و دلیل اهمیت پایش هریک نیز ذکر گردید. تنوع زیاد این پارامترها، اولویت بندی اندازه‌گیری هریک را با توجه به ویژگی‌های محیط آبی مدنظر و به ویژه پیکره آبی تالاب، بیش از پیش مشخص می‌سازد و اثر بخشی فرآیند پایش را با توجه به استراتژی‌های حفاظتی و مدیریتی تالاب، افزایش می‌دهد.

در جدول ۶-۵ به اهمیت انجام هریک از سه الگوی پایش جامع بصورت آنلاین(کمی و کیفی)، پایش کمی و پایش کیفی (بصورت آنلاین یا پرتابل) برای هر دسته از تالاب‌ها در طبقه‌بندی پایش (به فصل دوم مراجعه شود) اشاره شده و همچنین جزئیات پارامترهای قابل اندازه‌گیری در هر سه الگو به ترتیب اولویت مشخص گشته است.

جدول ۶-۵. اولویت‌بندی پارامترهای مهم قابل اندازه‌گیری برمبنای سیستم طبقه‌بندی تالاب‌ها

نوع تالاب	ویژگی یا مشخصات	الگوی پایش پیشنهادی به ترتیب اولویت	جزئیات متغیرهای قابل اندازه‌گیری پیشنهادی به ترتیب اولویت
۱- تالاب‌های ساکن	۱- فصلی	پایش کمی، پایش کیفی پرتابل	دبی‌سنجی، تراز آب، اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، کلروفیل a، pH، کدورت، مواد مغذی و ...
	۲- دائمی	پایش جامع بصورت آنلاین	تراز آب، اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، دبی‌سنجی، کلروفیل a، pH، مواد مغذی، بار مواد آلی و ...
	۳- انسان ساخت	پایش جامع، پایش کیفی پرتابل	تراز آب، اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، دبی سنجی، کلروفیل a، pH، مواد مغذی، بار مواد آلی، فلزات سنگین و ...
۲- تالاب های جاری	۱- رودخانه ای فصلی	پایش کمی، پایش کیفی پرتابل	دبی‌سنجی، تراز آب، اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، کلروفیل a، pH، کدورت، مواد مغذی و ...
	۲- رودخانه ای دائمی	پایش جامع	تراز آب، اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، دبی‌سنجی، کلروفیل a، pH، مواد مغذی، آمونیوم، بار مواد آلی، مواد سمی و ...
۳- تالاب های ساحلی و خور	با عمق کمتر از ۶ متر	پایش جامع، پایش کیفی پرتابل	تراز آب، جریان‌سنجی، اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، کدورت، کلروفیل a، pH، مواد مغذی، بار مواد آلی و ...

۶-۶- جمع بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل

در این فصل و پیرو مطالب گفته شده در فصول قبلی، سعی شد تا با اشاره به ماهیت پارامترهای قابل اندازه‌گیری در محیط‌های آبی از جمله پیکره آبی تالاب، به دلیل اندازه‌گیری این متغیرها و نحوه اندازه‌گیری آن اشاره شود. سپس در ادامه مطالب، اهمیت اندازه‌گیری هر پارامتر با توجه به ماهیت محیط آبی و کاربری مدنظر مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً این اولویت بندی با رویکرد پایش محیط تالابی ارائه شد. در این اولویت بندی که اساس آن بر طبق طبقه‌بندی تالاب‌ها با رویکرد پایش تعریف شده است، شرایط شکل گیری تالاب‌های کشور و ماهیت آن‌ها در انتخاب الگوی پایش بسیار اثرگذار است. به عنوان مثال در تالاب‌های ساکن که وجود جریانات ضعیفی در پیکره آبی به چشم می‌خورد، استقرار سیستم پایش جهت ارزیابی جریانات کمی از اولویت کمتری برخوردار است و در عین حال اندازه‌گیری برخی پارامترها نظیر دما، کدورت، اکسیژن محلول،

کلروفیلa ، مواد مغذی و هدایت الکتریکی از اهمیت بالایی برخوردار است چراکه بر مبنای آن می‌توان نسبت به تحلیل شرایط تغذیه‌گرایی، لایه‌بندی حرارتی و شرایط بی‌هوازی مخزن و عارضه‌یابی و راهکارسنجی آن اقدام نمود. این شرایط در تالاب‌های جاری و انسان ساخت که در یک بازه زمانی مشخص دچار تخلیه کامل حجم آبی و تغذیه مجدد می‌گردند برعکس بوده و جریان سنجی، برآورد میزان ورودی و خروجی مخزن، تراز سنجی و بررسی تغییرات عمق اولویت بالاتری را به خود اختصاص می‌دهد.

از سوی دیگر در تالاب‌های فصلی که در بخش‌هایی از سال دچار خشکی و یا کاهش شدید سطح آبگیر می‌گردند، نصب و استقرار سیستم‌های پایش آنلاین توجیه فنی و اقتصادی نداشته و انجام پایش بصورت پرتابل توصیه می‌گردد.

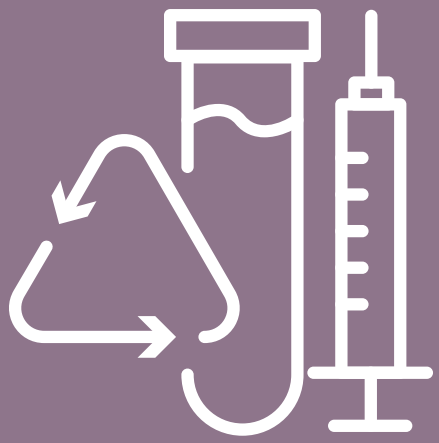
با این وجود این تقسیم‌بندی بصورت کلی بوده و تعریف دقیق فرآیند پایش و پارامترهای قابل اندازه‌گیری آن، به عوامل بسیاری بستگی داشته و مهمترین آن اهمیت منطقه‌ای، ملی و بین المللی تالاب می‌باشد که در فصل پایانی (فصل نهم) به آن اشاره خواهد شد.

منابع

- US EPA, 1993 Drinking Water Regulations and Health Advisories. Health and Ecological Criteria Division, United States Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- Velz, C.J. 1984 Applied Stream Sanitation. 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, pp. 800
- WHO, 1984 Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. World Health Organization, Geneva, pp.335
- WHO, 1991 GEMS/WATER 1990-2000 The Challenge Ahead. WHO/PEP/91.2, World Health Organization, Geneva.
- WHO, 1992 GEMS/Water Operational Guide. Third edition. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 1993 Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 1. Recommendations. Second edition, World Health Organization, Geneva, pp. 188
- WMO, 1974 Guide to Hydrological Practices. Publication No. 168, World Meteorological Organization, Geneva.

فصل هفتم

روش‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری پایش



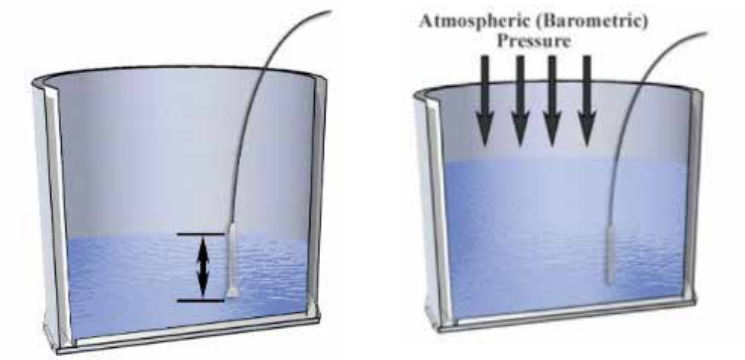
۷-۱ روش‌های اندازه‌گیری تراز آب

اندازه‌گیری تغییرات تراز آب داخل تالاب‌ها یکی از مهمترین پارامترهای کمی در پایش تالاب‌ها می‌باشد این پارامتر می‌تواند بصورت پیوسته با روش‌های مختلف اندازه‌گیری شود که هر روش اندازه‌گیری دارای مزایا و معایب مختلفی می‌باشد که متناسب با ویژگی‌ها و نیازهای هر اندازه‌گیری بایستی انتخاب گردد.

در صورتی‌که جریان روبازی با شرایطی وجود دارد که جریان آب برگشت نمی‌خورد، می‌توان از سنسورهای تراز سنج برای اندازه‌گیری دبی استفاده نمود. در این روش که به روش دبی- اشل مشهور است بایستی در ترازهای مختلف اندازه‌گیری دبی صورت بگیرد و رابطه‌ای بین دبی آب و تراز آب ثبت شده ایجاد شود. روش‌های اندازه گیری دبی در بخش دبی سنجی بطور کامل توضیح داده شده است.

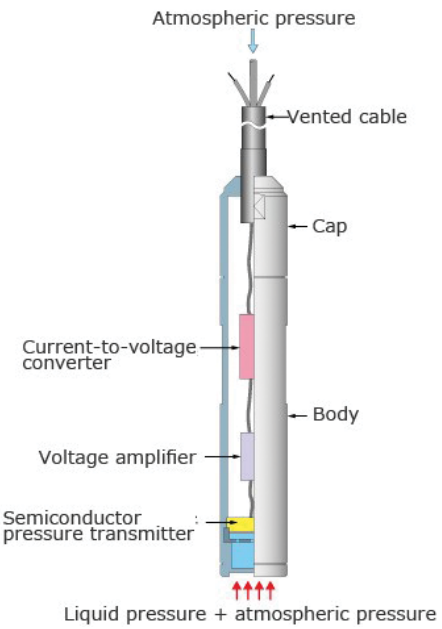
روش‌های اندازه‌گیری تراز آب متداول بصورت آنلاین در پیکره‌های آبی بشرح زیر است:

روش هیدرواستاتیکی: نام دیگر این روش، «متد فشاری» است. در سنسورهای ترازسنج هیدرواستاتیکی، یک کریستال پیزورزستیو، فشار آب را در نقطه‌ای که سنسور در عمقی از آب قرار گرفته را اندازه‌گیری می‌کند. دقت و صحت این کریستال اندازه‌گیری فشار آب که در نهایت به متراژی از ستون آب تبدیل می‌شود، وابسته به سازنده و مدل انتخاب شده است. بصورت نرمال در حال حاضر اکثر این سنسورها صحتی در حدود ۰/۲۵ درصد را دارند و تکنولوژی‌های جدیدی سنسورهای با دقت حدود ۰/۰۵ درصد رسانده است که باعث می‌شود اندازه‌گیری‌های با دقت بهتر و صحت بالاتر اندازه‌گیری شود. (شکل ۷-۱)



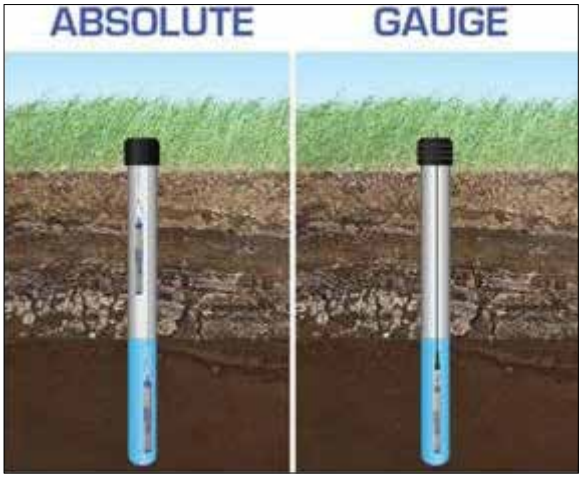
شکل ۷-۱. سنسور فشاری باید داخل آب مستغرق شود

این سنسورها در دو نوع عمده قابل انتخاب هستند(شکل ۷-۲). این تقسیم با توجه به اینکه فشار هوا در داخل سنسور به چه نحوی جبران می‌شود تقسیم‌بندی می‌گردد. در روش اول که بنام روش Vented یا Gauge مشهور است یک لوله، فشار هوا را به پشت سنسور انتقال می‌دهد که بتواند به نوعی فشار هوا را جبران کند. در این روش معمولا طول کابل را نباید طولانی انتخاب کرد، زیرا که ممکن است برخی فشارهای جزئی ناشی از نفوذ بخارات و نیز پیچ‌های کابل به داخل سنسور انتقال داده شود.



شکل ۷-۲. نمایی از داخل سنسور تراز آب فشاری از نوع Vented یا Gauge

در روش دوم که بنام Absolute مشهور است بجای کابل انتقال فشار هوا به پشت سنسور، یک سنسور فشار هوای جدا در سیستم پایش تعبیه می‌شود. در این روش می‌توان تغییرات تراز آب ناشی از فشار هوا را به دقت تشخیص داد. این روش معمولا در آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. در چاه‌های پیزومتری که برای مانیتورینگ آبخوان استفاده می‌شود معمولا نیاز به اندازه‌گیری تغییرات تراز آب در چاه‌های با عمق در حدود چند ۱۰۰ متر وجود دارد که استفاده از سنسورهای فشاری Absolute با سنسور فشار مجزا پیشنهاد می‌شود. یکی از مزیت‌های این روش امکان تشخیص و پایش تغییرات تراز آب آبخوان ناشی از تغییرات فشار هوا در روزهای ابری و آفتابی می‌باشد که به‌راحتی میسر است(شکل ۷-۳).



شکل ۷- ۳. نمایی از نحوه نصب سنسورهای تراز سنج Gauge و Absolute

نکته دوم در انتخاب سنسورهای فشاری، انتخاب جنس بدنه مناسب است. این سنسورها از جنس تیتانیومی یا استنلس استیل طراحی و ساخته می‌شود (شکل ۷-۴) و معمولا ریسک عمده‌ای که سنسورهای تراز سنج فشاری را تهدید می‌کند این است که این سنسورها در داخل آب مستغرق می‌شود و امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد. بنابراین در تالاب‌هایی که آب آن شور می‌باشد و یا به دلیل حضور مواد خورنده انتظار خوردگی وجود دارد بهتر است که از جنس بدنه تیتانیومی استفاده شود. اما در تالاب‌هایی که خوردگی ویژه‌ای انتظار نمی‌رود و آب شیرین است نیازی به نصب سنسورهای فشاری تیتانیومی نیست.

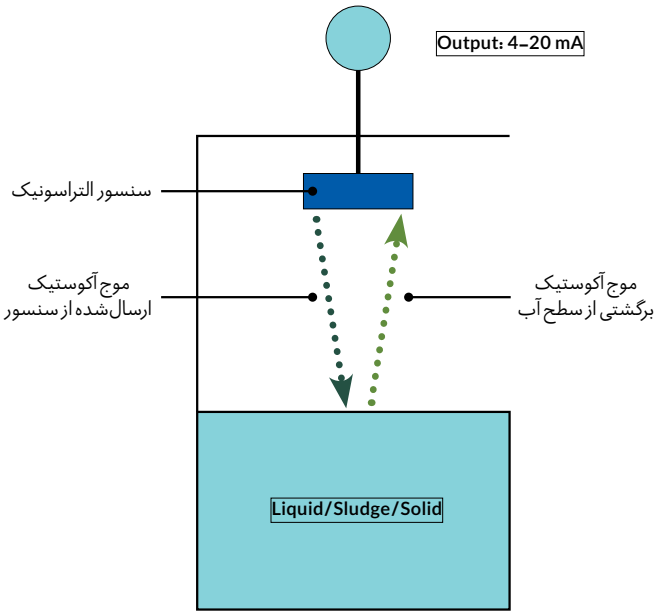
شکل ۷- ۴. نمایی از ابعاد و اندازه سنسورهای ترازسنج فشاری

در نوعی از تقسیم‌بندی سنسورهای فشاری مدل‌های جدیدی وجود دارد که داخل سنسور ترازسنج فشاری باتری و حافظه و دیتالاگر تعبیه می‌شود که اندازه‌گیری تغییرات تراز آب بسیار ساده‌تر از گذشته می‌گردد. در این مدل سنسورهای فشاری که مشهور به «دیتالاگرهای درون چاهی» می‌باشند خود سنسور علاوه بر اینکه بصورت مستقل می‌تواند اندازه‌گیری کند در صورت تمایل خروجی‌های سریال مختلفی نظیر RS۲۳۲، SDI۱۲ و RS۴۸۵ را می‌تواند به سیستم ارسال اطلاعات مخابره نماید. با استفاده از این مدل سنسورها می‌توان بصورت دوره‌ای در نقاط مختلف اندازه گیری تغییرات تراز آب را ثبت نمود.

نکته مهم دیگر در سنسورهای تراز سنج فشاری این است که همه این سنسورها بایستی دارای سنسور دما باشند تا اثرات دما در اندازه‌گیری که ناشی از خاصیت پیزورزستیو کریستال سنسور است جبران شود. در سنسورهای نوین امروزی این سنسورها بهمراه سنسور هدایت الکتریکی برای اندازه‌گیری حدودی از شوری و تصحیح اثرات دانسیته در تبدیل فشار به ستون آب لحاظ می‌شود.

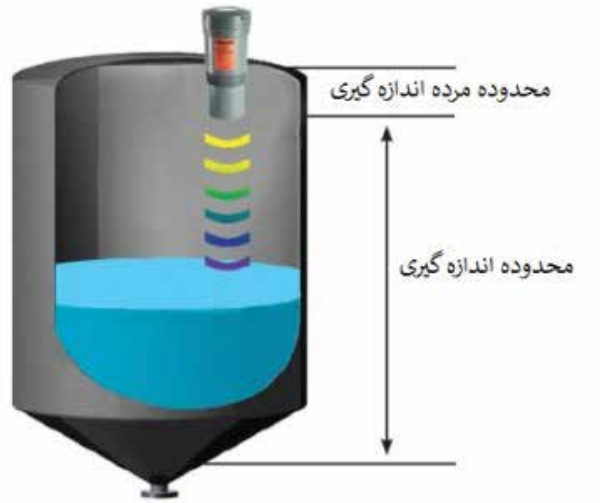
روش غیرتماسی: در این روش‌ها دیگر سنسور تماسی با آب ندارد. این روش‌ها معمولا در مدل التراسونیک را راداری تولید می‌شوند (شکل ۷-۵). در سنسورهای غیرتماسی التراسونیک، موج التراسونیک با فرکانسی در محدوده ۲۰ کیلوهرتز تا ۲۰۰ کیلوهرتز بصورت قائم به سطح آب تابیده می‌شود. صوت بعد از برخورد با سطح آب به‌دلیل تغییر دانسیته از سطح آب برگشت خورده و دتکتور داخل سنسور، امواج التراسونیک برگشتی را تشخیص می‌دهد. فاصله بین چشمی سنسور تا تراز آب در یک زمان خاصی توسط این امواج طی می‌گردد که از این طریق میتوان فاصله چشمی

سنسور را از سطح آب تشخیص داد. نکته مهم در انتخاب این نوع سنسورها این است که دقت و صحت این سنسور برا اساس فاصله نصب سنسور از سطح آب بیان می‌شود. بنابراین بایستی کاملا در طراحی و نحوه نصب به کمینه و بیشنه تراز آب در پیکره آبی دقت نمود.



شکل ۷- ۵. شماتیکی از متد اندازه گیری سنسور ترازسنج التراسونیک

نکته جالب دیگر در مورد این سنسورها این است که در جلوی چشمی سنسور یک محدوده مرده وجود دارد که سنسور قادر به تشخیص امواج برگشتی نیست (شکل ۷-۶). این فاصله متناسب با محدوده اندازه گیری سنسور متغییر است ولی معمولا فاصله در حدود ۲۰ الی ۳۰ سانتیمتر است. این بدان معنی است که اگر سنسور التراسونیک خیلی نزدیک به سطح آب نصب شود درصورتیکه تراز آب نزدیکتر از ۲۰ سانتیمتر به سنسور نزدیک شود سنسور قادر به تشخیص صحیح و اندازه گیری درست نخواهد بود.



شکل ۷- ۶. سنسور التراسونیک و محدوده مرده اندازه گیری آن

صحت اندازه‌گیری این نوع سنسورها معمولا در حدود ۰/۲۵ درصد محدوده اندازه‌گیری است. بنابراین هرچه محدوده اندازه‌گیری بیشتر شود این صحت کمتر خواهد بود. نکته مهم دیگر در این نوع سنسورها این است که سرعت صوت در دماهای مختلف، متفاوت است. بنابراین همه سنسورهای التراسونیک بایستی دارای سنسور اندازه‌گیری دما برای تصحیح اثرات دما در اندازه‌گیری‌ها باشند. علاوه بر این در هنگام نصب این سنسورها توصیه می‌شود که سنسور در زیر یک سایه‌بان (تا حد امکان) نصب شود تا از اثرات سوء تابش آفتاب در تغییر دما در اندازه‌گیری کاسته شود.

سنسورهای التراسونیک معمولا در بازار در دو مدل عمده عرضه می‌شود. در یک مدل که به مدل‌های compact مشهور هستند سنسور به همراه یک نمایشگر کوچک و دیتالاگر و خروجی روی خود سنسور ارائه می‌گردد و در نوع دوم تنها سنسور خالی که دارای خروجی آنالوگ است. معمولا برای سنسورهای التراسونیک باید باتری و برق اکسترنال تهیه شود و در مقایسه با سنسورهای فشاری، این مدل سنسورها، توان مصرفی بالاتری دارند (شکل ۷-۷).

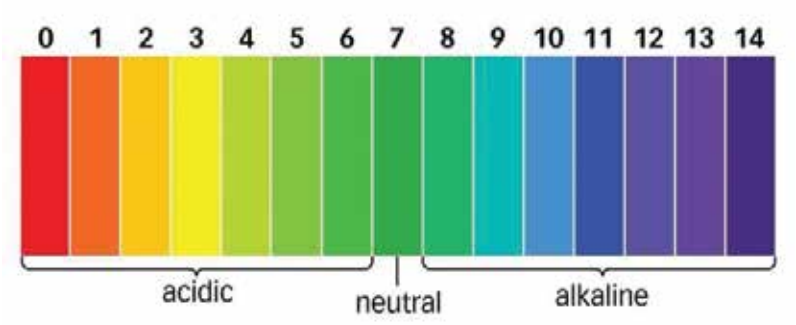
شکل ۷- ۷. سنسورهای التراسونیک کامپکت و سنسورهای مجزا مدل Endress-Hauserآلمان

نوع دوم سنسورهای غیرتماسی، استفاده از سنسورهای راداری است. در این نوع سنسورها، بجای استفاده از امواج التراسونیک با طول موج پایین‌تر، از امواجی در حد چند گیگاهرتز استفاده می‌شود. در چنین متدی، اثرات سوء تغییرات دما تا حدودی کاسته شده و در ضمن اندازه‌گیری در صورت وزش باد و یا وجود کف در روی سطح آب چندان تغییر نمی‌کند. این روش در مقایسه با روش التراسونیکی معمولا برای مکان‌هایی که فاصله بین محل نصب سنسور التراسونیک تا سطح آب بیشتر از ۱۰ متر بیشتر باشد استفاده می‌شود. سنسورهای التراسونیک برای فاصله‌های کمتر از ۶ الی ۸ متر معمولا مناسب هستند. در محل‌هایی که نیاز به نصب سنسور التراسونیک برای فاصله‌های بیشتر از ۱۰ متر تا ۴۰ متر است بهتر است که از روش‌های راداری استفاده شود. این سنسورها معمولا دارای خروجی ۴ تا ۲۰ میلی آمپر هستند و قیمت آنها بالاتر از سنسورهای التراسونیک است. نکته دیگر اینکه در مواردی که در سنسور های غیرتماسی محدوده اندازه‌گیری بالایی انتخاب شود، زیر سنسور معمولا قطعه ای شبیه شیپور قرار داده میشود که باعث اندازه‌گیری و تجمع امواج اکوستیکی می‌گردد (شکل ۷-۸).

شکل ۷- ۸. نمایی از سنسورهای ترازسنج راداری کمپانی vegaآلمان

۲-۷ روش‌های اندازه‌گیری پارامتر pH

یکی از پارامترهای مهم در تعیین کیفیت آب pH آب است. pH در واقع میزان حضور یونهای H+ را در داخل آب نمایش می‌دهد. در صورتیکه عدد pH بالاتر از عدد ۷ باشد، در این صورت آب خاصیت بازی داشته و یون‌های OH- بیشتر از یون‌های + H در اب حضور دارند (شکل ۷-۹).

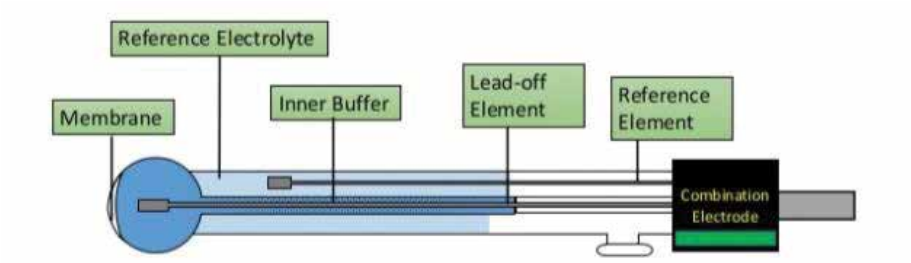


شکل ۷- ۹. نمایش کلی عدد pH وضعیت آسیدیته و بازی آب

متد اندازه‌گیری بکاررفته در سنسورهای pH همگی جزو متدهای الکتروشیمیایی است. در متدهای الکتروشیمیایی یک آند و یک کاتد وجود دارد و یون‌های انتخابی با استفاده از ویژگی الکترولیت داخل سنسور جریان بین آند و کاتد ایجاد می‌کند. یکی از ویژگی‌های عمده سنسورهای الکتروشیمیایی مصرفی بودن سنسور است.

شکل ۷- ۱۰. تصویری از یک مدل سنسور pH

بدنه الکترود pH معمولا از جنس شیشه ساخته می‌شود که بسیار شکننده است (شکل ۷-۱۰). در برخی موارد سنسورهای جدید با جنس بدنه سرامیکی تولید می‌شود. این سنسورها برای کاربری‌های مختلفی نظیر آب آشامیدنی، فاضلاب و صنعت معمولا در مدل‌های مختلف تولید می‌شود. مهمترین تفاوت در نوع سنسورهای pH نحوه ورود یون انتخابی (در این سنسور H+ به داخل الکترولیت است. در برخی سنسورها تنها دو سوراخ برای این کار تعبیه شده است که مخصوص آب شرب هستند. در کابری‌هایی که آب با آلودگی بالا و یا فاضلاب برای انجام پایش درنظر گرفته شده است از سنسورهایی که دارای یک رینگ برای ورود یون انتخابی به الکترولیت هستند استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۱).



شکل ۷-۱۱. شماتیکی از داخل سنسور pH

سنسورهای pH به همراه سنسور دما دربازار ارائه می‌شوند که در شرایطی که دمای محیط برای اندازه‌گیری فراهم است بهتر است از این نوع سنسورها انتخاب شود. یکی از مهمترین مزیت‌های داشتن سنسور دما، امکان تصحیح اثرات دما در اندازه گیری pH و خاصیت الکترولیت و نیز امکان کالیبراسیون با دقت بالاتر در محلول‌های بافر است.

عمر متوسط سنسورهای pH حدودا ۶ ماه است. بهتر است که از سنسورهایی که خود سنسور به کابل ان متصل نشده است خریداری شود. در این حالت می‌توان بدون صرف هزینه بالا سنسور pH را تعویض نمود. مسأله مهم در نگهداری سنسور pH، انجام عملیات کالیبراسیون در دوره‌های حداکثر یک ماهه است. سنسوره pH یک سنسور ارزان در مقایسه با سنسورهای دیگر پایش کیفی آب است ولی باید به شیوه نگهداری و نیز ماهیت مصرفی آن دقت ویژه نمود.

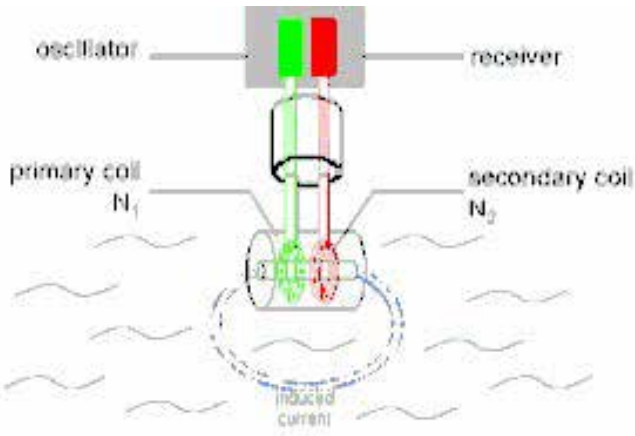
داخل سنسور pH الکترولیت بکار رفته است که در برخی مدل‌های این سنسورها، می‌توان الکترولیت مذکور را در صورتیکه تمام شده و یا قابلیت آن کاهش یافت، تعویض نمود ولی تجربیات و گزارشات نشان می‌دهد که کاربران معمولاً قابلیت چنین تعویضی را نداشته و محلول آلوده به مواد دیگر را به داخل سنسور می‌ریزند که باعث انجام اندازه‌گیری‌های کاملا اشتباه خواهد

شد. بنابراین معمولا استفاده از سنسورهای قابل تعویض معمولا توصیه نمی‌شود. در ضمن مسأله مهم شرایط نگهداری محلول الکترولیت است که باید در شرایط ارائه شده توسط شرکت سازنده نگهداری شود.

سنسور pH در صورتیکه برای اندازه‌گیری استفاده نشود باید داخل محلول کلریدپتاسیم سه مول نگهداری شود. در صورتیکه سنسور بدون این محلول در مجاورت هوا باشد و یا حتی داخل آب مقطر قرار داده شود الکترولیت آن خاصیت خود را از دست خواهد داد.

۳-۷ روش‌های اندازه‌گیری هدایت الکتریکی

پارامترهایی نظیر شوری، دانسیته و Total Dissolved Solids (TDS) از پارامترهای مهم کارشناسان آب برای مطالعات و تحقیقات است. اندازه‌گیری این پارامترها بصورت آنلاین و مستقیم با استفاده از سنسورهای هدایت الکتریکی انجام می‌شود. سنسورهای هدایت الکتریکی در مدل‌های مختلف تولید می‌شود که در همه آنها ضریب هدایت الکتریکی آب که ناشی از وجود یا عدم وجود یون‌ها در داخل آب ایجاد می‌شود اندازه‌گیری می‌گردد. متد اندازه‌گیری اغلب سنسورهای هدایت سنجی، متد ایندکتیو است. در این روش معمولا حلقه‌های فلزی در سنسور تعبیه می‌شود که دارای شار مغناطیسی ثابتی هستند که با حضور یون‌های مختلف عمل می‌نمایند (شکل ۷-۱۲).



شکل ۷ -۱۲. شماتیکی از متد اندازه گیری سنسور هدایت الکتریکی و روش ایندکتیو

تفاوت سنسورهای ایندکتیو در تعداد حلقه‌های بکار رفته است. هرچقدر این حلقه‌ها بیشتر شود دقت و صحت سنسور بالاتر خواهد بود. در حال حاضر تا سقف ۷ حلقه سنسورهای هدایت الکتریکی طراحی و ساخته شده است که دقیق‌ترین مدل سنسورها در این گروه می‌باشند. سنسورهای هدایت الکتریکی یکی از با دوام ترین سنسورهای پایش آنلاین هستند که هزینه نگهداری خاصی ندارند (شکل ۷-۱۳).

شکل ۷-۱۳. شماتیکی از مدل‌های مختلف سنسورهای هدایت الکتریکی

نکته مهم در انتخاب این سنسورها، محدوده اندازه‌گیری است. در صورتیکه محدوده اندازه‌گیری درستی انتخاب نشود با توجه به اینکه صحت و دقت این سنسورها، متناسب با بازه اندازه‌گیری تعیین می‌گردد، ممکن است دقت و صحت خوبی حاصل نشود. پیشنهاد می‌شود قبل از انتخاب سنسورها در زمان سفارش، به اندازه‌گیری‌های دوره‌ای در تالاب مورد نظر رجوع شود تا حداقلی از وضعیت محدوده اندازه‌گیری به دست آید. واحد اندازه گیری سنسورها بر حسب میکروزیمنس بر سانتیمتر، میلی‌زیمنس بر سانتیمتر است. اخیرا سنسورهایی با واحدهای اندازه گیری میکروماوس بر سانتیمتر، میلی ماوس بر سانتیمتر نیز تهیه می‌شود که واحد اندازه‌گیری جدیدتری است. با استفاده از این پارامتر بر حسب فرمول‌های موجود، شوری و TDS محاسبه می‌گردد. مسأله مهم این است که در پیکره‌های آبی که هدایت الکتریکی بیشتر از ۶ میلی‌زیمنس بر سانتیمتر باشد، فرمول‌های موجود ممکن است دارای خطای فاحشی باشد و معمولا اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی برای تهیه رابطه بین TDS و شوری با هدایت الکتریکی لازم خواهد شد.

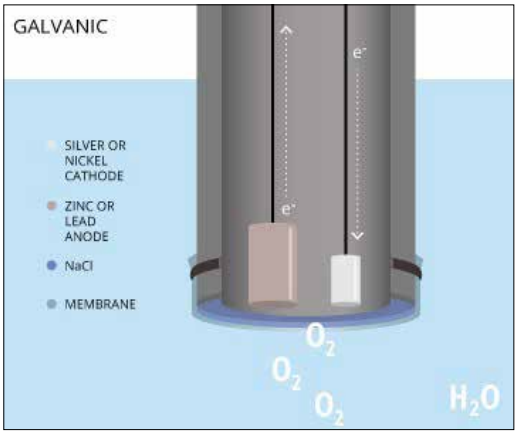
۴-۷ روش‌های اندازه‌گیری اکسیژن محلول

اکسیژن محلول یکی از کلیدی‌ترین پارامترهای کیفیت پیکره‌های آبی است. پارامتری که مدت‌هاست به‌عنوان شاخص در تشخیص وضعیت کلی آب‌ها استفاده می‌شود. این پارامتر در واقع بیانگر میزان مولکول‌های O_2 که در داخل آب محلول شده‌اند می‌باشد. بخشی از این اکسیژن بدلیل اختلاط هوا با آب بوده و بخشی دیگر بابت فعالیت‌های دیگر نظیر فتوسنتز و یا فعل و انفعالات شیمیایی داخل آب است.

اندازه‌گیری اکسیژن محلول در داخل آب، توسط روش‌های گالوانیک و روش اپتیکال اندازه‌گیری می‌گردد. متد اندازه‌گیری آزمایشگاهی این پارامتر متد وینکلر است که مبنای مقایسه صحت اندازه‌گیری سنسورهای پایش انلاین این روش می‌باشد.

متدهای گالوانیک در واقع جزومتدهای الکتروشیمیایی هستند و باید به ویژگی مصرفی بودن الکترولیت و ممبرین‌ها کاملا دقت نمود. متدهای گالوانیک در برخی موارد که در داخل آب بدلیل شرایط بی هوازی شدن، سولفید هیدروژن ایجاد می‌گردد، ممکن است نیاز به کالیبراسیون مجدد داشته باشند. کالیبراسیون و نگهداری دوره‌ای از مهمترین ویژگی‌های این سنسورها است. در حال حاضر متدهای مختلف با کیفیت و طول عمر متفاوت توسط شرکت‌های سازنده تولید می‌شود (شکل ۷-۱۴ و شکل ۷-۱۵).

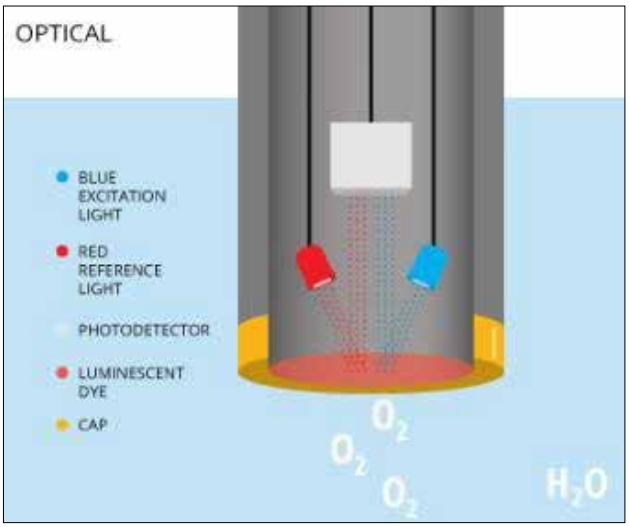
واحد اندازه گیری اکسیژن محلول معمولا با دو واحد ppm و درصد اکسیژن اشباع مشخص می‌گردد که سنسورها بایستی هر دو واحد را داشته باشند. بخصوص سنسورهایی که برای پایش منابع آبی استفاده می‌شوند با اندازه‌گیری میزان درصد اشباع اکسیژن محلول در پیکره آبی موردنظر اطلاعات بسیار خوبی در مورد شکوفایی جلبکی و تاثیرات آن خواهند داد.



شکل ۷-۱۴. شماتیکی از نحوه عملکرد سنسور اکسیژن محلول گالوانیک

شکل ۷-۱۵ . نمایی از یک مدل سنسور اکسیژن محلول گالونیک به‌همراه محافظ و بدون محافظ

متد اپتیکال بر اساس خاصیت لومینی‌سنس اندازه‌گیری انجام می‌دهد (شکل ۷–۱۶). در این روش از خاصیت فلوئورسنسی یک قطعه خاص که در حضور مولکول‌های اکسیژن به دلیل بازتابش طول موج بالاتر از طول موج دریافتی نسبت به حضور مولکول اکسیژن محلول از خود حساسیت نشان می‌دهد، استفاده می‌شود. مهمترین ویژگی این سنسور عدم نیاز به تعویض الکترولیت و ممبرین در مقایسه با سنسورهای گالوانیک است. اما از سوی دیگر چشمی این سنسورها باید کاملا تمیز نگهداری شوند و در صورتیکه چشمی سنسور با مواد دیگر پوشیده شود سنسور اعداد درستی نشان نخواهد داد (شکل ۷–۱۷).



شکل ۷- ۱۶. شماتیکی از نحوه عملکرد سنسور اکسیژن محلول اپتیکال

شکل ۷-۱۷. نمایی از یک سنسور اپتیکال با بدنه فلزی

شکل ۷-۱۸. نمایی از سنسورهای اپتیکال بعد از تمیز شدن چشمی سنسورها

نکته مهم در انتخاب سنسورهای اکسیژن محلول اپتیکال، توجه به روش تمیز کردن چشمی سنسورها است (شکل ۷-۱۸). معمولا در آب‌های سطحی بعد از حداکثر یک هفته تمامی بدنه سنسورها با انواع و اقسام پوشش‌ها موسوم به Fouling پوشیده می‌شود. اولین گام نیز می‌تواند تمیزکاری دوره‌ای و هفتگی باشد که هرچند در برخی موارد این تمیز کاری به دوره‌های روزانه نیز می‌تواند برسد. روش دوم استفاده از وایپرهای مکانیکی است که معمولا برای دوره‌های چند ماهه می‌تواند بسیار مناسب باشد ولی بعد از چند ماه متناسب با پیکره آبی بایستی کل پراب از داخل آب بیرون آورده و بصورت کلی تمیز گردد، زیراکه fouling پیشرفته باعث می‌شود قطعه مکانیکی wiper امکان حرکت نداشته باشد. یک روش دیگر برای شستشو استفاده از هوای فشرده است که در این روش کمپرسور هوا بایستی مرتب هوای با فشاری در حد ۴ تا ۶ بار را به چشمی سنسور انتقال دهد. مسأله مهم در این روش نحوه تأمین برق برای این عملیات و نیز مسأله بعدی برنامه ریزی درست برای اندازه‌گیری است تا سنسور در مواقعی‌که هوادهی انجام می‌شود اندازه‌گیری نکند. این روش در اندازه‌گیری اکسیژن محلول موجود در جریان‌های فاضلاب و آب‌های با آلودگی زیاد بسیار مناسب می‌باشد.

۵-۷ روش‌های اندازه‌گیری کدورت و TSS

کدورت یکی از پارامترهای مهم در پایش کیفیت آب محسوب می‌شود. در زمان‌های قدیم که سنسورهای نوین امروزی در دسترس نبود معمولا از پارامتری بنام «عمق دیسک سچی» برای استنباطی از میزان کدورت در دریاچه‌ها و تالاب‌ها استفاده می‌شد. در واقع کدورت نشان دهنده میزان نفوذ نور در داخل آب است.

دیسک سچی یکی از پارامترهای محاسباتی شاخص تغذیه‌گرایی در روش کارلسون است که هزینه اندازه‌گیری پایینی هم دارد و می‌تواند در شرایطی که امکان هزینه کردن بالایی وجود ندارد به پارامتر دیسک سچی بسنده کرد. در این روش یک دایره با قطر حدودا ۲۵ سانتیمتر، با طنابی به آرامی در اعماق پایین برده می‌شود و با چشم غیرمسلح مشاهده می‌گردد سپس در ادامه و در عمقی که دیگر دیسک سچی با چشم دیده نمی‌شود، عمق یادداشت می‌گردد.

دیسک‌های سچی دو استاندارد آمریکایی و اروپایی دارند. در متدهای امریکایی دایره دارای دو قطاع سفید و سیاه است ولی در متدهای اروپایی روی دایره دیسک سچی دایره های کوچکتر سوراخ شده وجود دارد (شکل ۷-۱۹).

شکل ۷-۱۹. دیسک سچی اروپایی و آمریکایی (به ترتیب از راست به چپ)

این پارامتر می‌تواند مبنایی برای تحلیل شرایط فتوسنتز ریزجلبک‌ها در داخل آب باشد. در صورتیکه کدورت آب زیاد شود، میزان نفوذ نور به داخل آب کاسته شده و بالتبع اثرات جانبی دیگری مطرح می‌شود. از سوی دیگر افزایش کدورت می‌تواند نشانگر حضور مواد مغذی در داخل آب باشد، هر چند که این پارامتر معیار دقیقی برای این تصمیم‌گیری نمی‌تواند باشد، چراکه آلودگی‌های دیگر نظیر آلودگی نفتی، یا فرسایش و جریان‌های سیلابی خود می‌تواند کدورت را تغییر دهد و هیچ اثری از افزایش مواد مغذی هم نباشد.

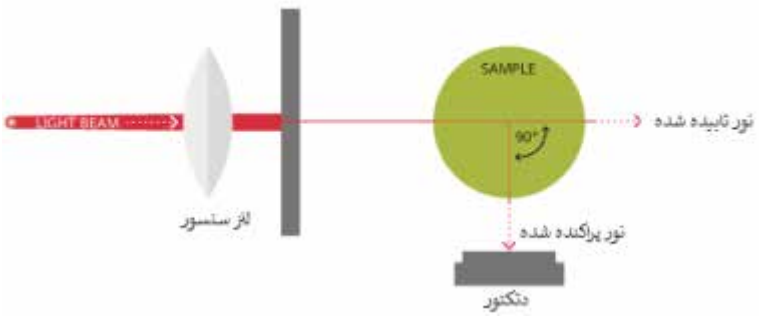
مسأله مهم دیگر این است که از طریق اندازه‌گیری کدورت، می‌توان رابطه خوبی بین کدورت با TSS یا همان کل ذرات معلق جامد در داخل آب برقرار کرد. این تنها راه دقیق اندازه‌گیری سری

زمانی و آنلاین TSS در داخل آب محسوب می‌شود.

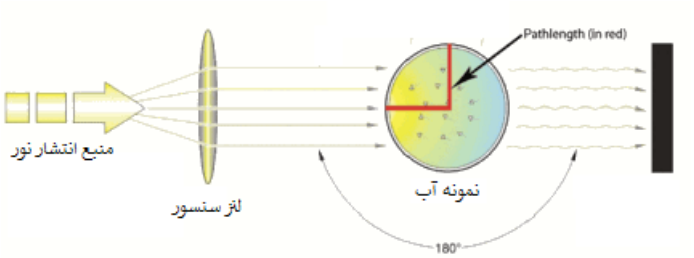
اندازه‌گیری کدورت در سنسورهای تولید شده در دنیا بر اساس دو استاندارد می‌باشد. یک استاندارد برای اروپا بنام ISO ۷۰۲۷ بوده و استاندارد دیگر برای آمریکا بنام EPA ۱۸۰٫۱ است. درنهایت هر دو استاندارد تنها به متد اندازه‌گیری دقت داشته و اعداد اندازه‌گیری شده توسط سنسورهای هر دو متد، تقریبا اعداد یکسانی را نشان می‌دهد (شکل ۷-۲۰).

شکل ۷-۲۰. سنسورهای کدورت در مدلهای مختلف در دنیا تولید میشود.

در سنسورهایی که بر اساس متد ISO ۷۰۲۷ تولید شده‌اند میزان پراکنش نور تابیده شده به آب، توسط دتکتوری که در زاویه ۹۰ درجه نسبت به منبع انتشار نور است اندازه‌گیری می‌شود. این در حالی است که در متد EPA ۱۸۰٫۱ میزان پراکنش نور تابیده شده توسط دتکتور نصب شده در زاویه ۱۸۰ درجه نسبت به منبع انتشار اندازه‌گیری می‌گردد (شکل ۷-۲۱ و شکل ۷-۲۲).



شکل ۷-۲۱. نمایی از متد اندازه گیری کدورت مطابق استاندارد ISO ۷۰۲۷



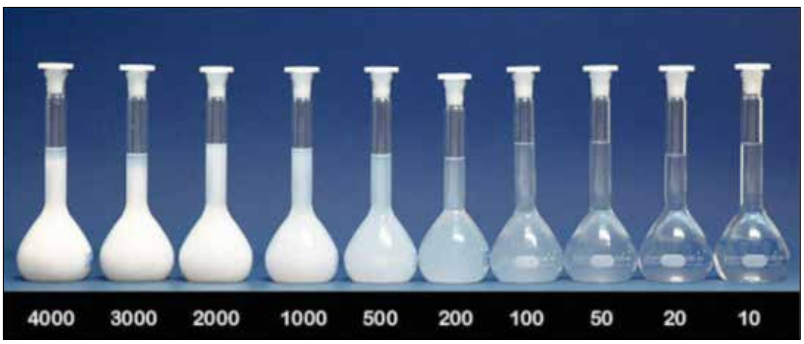
شکل ۷-۲۲. نمایی از متد اندازه گیری کدورت مطابق استاندارد EPA۱۸۰٫۱

واحدهای اندازه‌گیری کدورت شامل واحدهای زیر است که تنها تفاوت آن‌ها در نوع محلول کالیبراسیون می‌باشد، محلول رفرنس کالیبراسیون «فورمازین» نامیده می‌شود که ترکیب شیمیایی آن $C_2H_4N_2$ است (شکل ۷-۲۳).

- FNU = formazine nephelometric unit
- FTU = formazine turbidity unit
- NTU = nephelometric turbidity unit
- TU /F = turbidity units formazin
- EBC = European Brewery Convention

نکته مهم رابطه بین این واحدها است که همه با هم مساوی هستند بجز واحد EBC که در زیر این رابطه نمایش داده شده-است:

FNU = 1 FTU = 1 NTU = 1 TU /F = 0,25 EBC 1



شکل ۷- ۲۳. محلول فورمازین که برای کالیبراسیون کدورت‌های مختلف استفاده می‌شود

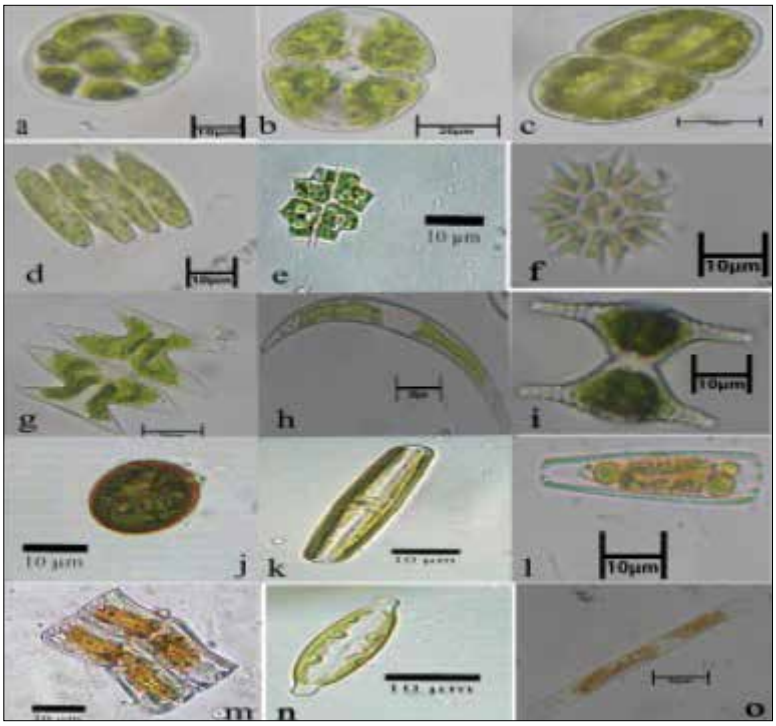
مهمترین خطایی که در اندازه‌گیری کدورت ایجاد می‌شود مسأله حباب‌های هوا است که بایستی به نحوی از آن پرهیز کرد. مسأله مهم دیگر نیاز سنسورهای کدورت به شستشوی چشمی است که بایستی چشمی سنسور کاملا تمیز نگهداری شود (شکل ۷-۲۴).

شکل ۷-۲۴. سنسور کدورت به‌همراه سیستم شستشوی مکانیکی

جنس بدنه سنسورهای کدورت با توجه به قیمت این سنسورها بهتر است از جنس‌های غیر قابل خوردگی انتخاب شود. معمولا جنس بدنه سنسورهای کدورت از جنس استنلس استیل یا تیتانیومی تولید می‌شود. نمونه‌هایی با جنس بدنه پولی اورتان نیز تولید می‌گردد که معمولا در برابر ضربه و شستشو مقاومت چندانی ندارند و بهتر است از سنسورهای کدورت فلزی استفاده شود. درصورتیکه تالابی آب شور دارد حتما جنس بدنه تیتانیومی پیشنهاد می‌گردد.

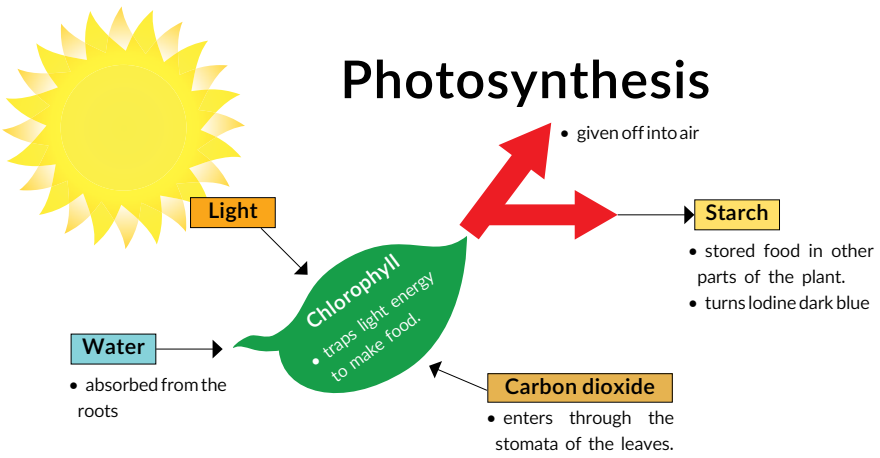
۷-۶ روش‌های اندازه‌گیری ریزجلبک‌ها

بحث اندازه‌گیری ریزجلبک‌ها شاید مهمترین پارامتر اکولوژیکی قابل اندازه‌گیری بصورت مستقیم باشد. متدها و روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری ریزجلبک‌ها وجود دارد. یکی از این روش‌ها نمونه‌برداری از آب و شمارش تعداد جلبک‌ها در زیر میکروسکوپ است. در این روش می‌توان رده، گونه و نوع جلبک را نیز کاملا مشاهده نمود (شکل ۷-۲۵). این روش بسیار وابسته به کیفیت نمونه اخذ شده و نیز پایگاه اطلاعاتی که در زمینه جلبک‌های مختلف وجود دارد می‌باشد. دقت این روش، به کارشناسی که اندازه‌گیری را انجام می‌دهد نیز وابسته است. مهمترین عیب این روش این است که امکان اندازه‌گیری آنلاین و تهیه سری زمانی در آن وجود ندارد.



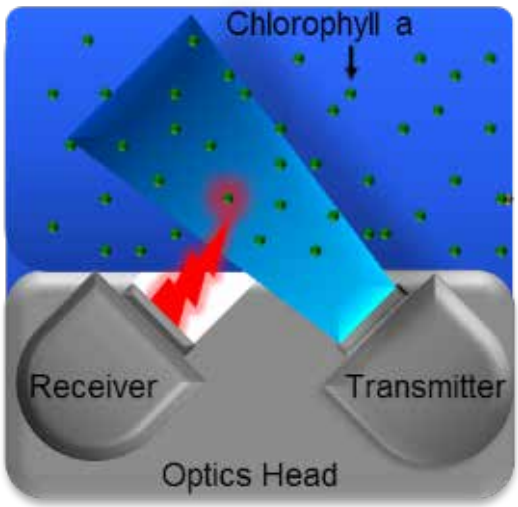
شکل ۷-۲۵. تصاویر میکروسکوپی از ریزجلبک‌های داخل آب

روش دیگر آزمایشگاهی استفاده از کروماتوگرافی مایع است که HPLC نامیده می‌شود. این روش گران قیمت است و نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی ویژه و نیروی متخصص دارد. در این روش برای تشخیص ریزجلبک‌ها به تشخیص کلروفیل موجود در داخل ریزجلبک پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه کلروفیل موجود در داخل ریزجلبک که برای انجام عملیات فتوسنتز استفاده می‌شود، می‌تواند پارامتر کاملا مناسبی برای تشخیص نوع جلبک باشد، اندازه‌گیری کلروفیل به‌عنوان شاخص در نظر گرفته می‌شود (شکل ۷-۲۶). در روش HPLC می‌توان با استخراج پیگمنت‌های مختلف رده کلروفیل و یا جلبک را نیز تشخیص داد. این روش نیز امکان اندازه‌گیری آنلاین ندارد.



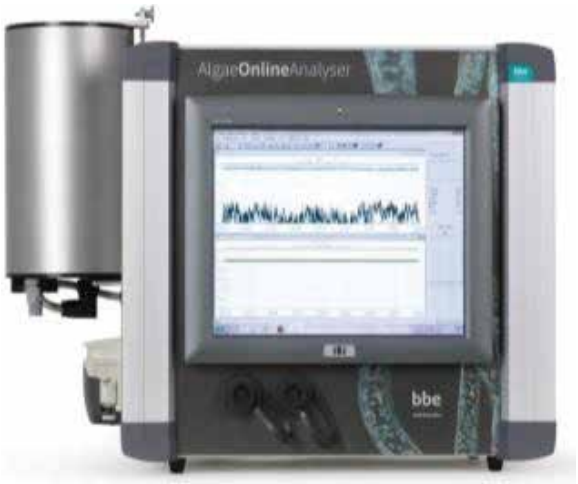
شکل ۷-۲۶. در فتوسنتز، کلروفیل بخشی از نور را به غذا و بخشی دیگر را بازتاب می‌کند

روش دیگر که در چند دهه اخیر به‌کار برده می‌شود استفاده از خاصیت فلوئورسنسی کلروفیل است. کلروفیل موجود در ریزجلبک‌ها در برابر نورهای با طول موج مختلف به هیجان درآمده، و طول موج بالاتری را بازتابش می‌دهد که می‌توان با اندازه‌گیری میزان و شدت نور بازتابیده شده غلظت کلروفیل موجود در آب را محاسبه نمود (شکل ۷-۲۷).



شکل ۷-۲۷. سنسور کلروفیل آب براساس متد فلوئورسنسی اندازه گیری می‌کند.

متد اسپکتوفلئورومتری یا فلوئورسنسی امروزه پیشرفت‌های زیادی کرده و با این روش علاوه بر تشخیص غلظت کل کلروفیل آ میتوان رده‌های جلبکی دیگر نظیر سیانوباکتری یا همان جلبک‌های سبزآبی، جلبک سبز، دایناflاژن، دیاتومه و کریفتوفیسه‌ها که جزو رده‌های جلبکی مهم با قابلیت انتشار مواد سمی محسوب می‌شوند را براحتی و بصورت آنلاین اندازه گیری نمود (شکل ۷-۲۸).



شکل ۷-۲۸. دستگاه AOA متداول‌ترین آنالایزر آنلاین کلروفیل آ و رده های مختلف در دنیا

سنسورهای کلروفیل فلوئورسنسی بطور کلی در دو مدل تولید می‌شوند، یک سری از از این سنسورها، کلاً برای تهییج کلروفیل داخل جلبک، به یک طول موج بسنده می‌کنند و در مدل‌های دیگر طول موج‌های دیگر نیز استفاده می‌شود که باعث ایجاد دقت و صحت اندازه‌گیری بهتری در مقایسه با مدل‌های تک طول موجی می‌گردد. روش‌های تک طول موجه ارزانتر از مدل‌های چند طول موجه هستند (شکل ۷-۲۹).

شکل ۷-۲۹. آلگاتورچ یکی از مشهورترین سنسورهای اندازه گیری کلروفیل آ و سیانوباکتری که قابلیت اندازه گیری پرتابل و نیز اندازه‌گیری پروفایل تجمع کلروفیل در اعماق مختلف تالاب را دارد

سنسور کلروفیل آ نیز همانند سنسورهای اکسیژن محلول اپتیکال یا سنسور کدورت، نیاز به تمیز کردن دوره‌ای دارد. در واقع چشمی این سنسورها باید همیشه تمیز نگهداری شود.

واحد اندازه‌گیری سنسور کلروفیل آ بر حسب میکروگرم بر لیتر می‌باشد. معمولا سنسورها دارای محدوده اندازه‌گیری تا ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر هستند که حداکثر محدوده اندازه‌گیری آن‌ها است ولی بصورت نرمال اندازه‌گیری بالاتر از ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر موردنیاز نخواهد بود چرا که در بالاتر از این محدوده، آب کاملا دچار شکوفایی جلبکی شده و تراکم ریزجلبک‌ها بسیار بالا است.

۷-۷ روش‌های اندازه‌گیری مواد مغذی

مواد مغذی نیز یکی از پارامترهای مهم در پایش کیفی تالاب‌ها محسوب می‌شود. بطور عمده عناصر زیر و ترکیبات آن‌ها به‌عنوان مواد مغذی شناخته می‌شوند:

- کربن
- فسفر
- نیتروژن
- سیلیس

آنالیز مواد مغذی با استفاده از متدهای شیمی تر «Wet Chemical» انجام می‌گردد . این روش‌ها به نوعی تقریباً مشابه انجام آنالیز در آزمایشگاه هستند. بطور کلی متدهای شیمی تر در زمره روش‌های رنگ سنجی محسوب می‌شوند. در این روش‌های یک ماده به‌عنوان معرف به آب نمونه اضافه می‌شود که با ماده موردنظر اندازه‌گیری ترکیب یک کمپلکس رنگی می‌دهد و سپس میزان جذب نور در یک طول موج مشخص اندازه‌گیری می‌شود. این روش‌ها معمولاً دقت و صحت بسیار بالایی داشته و دارای استانداردهای مختلفی در دنیا هستند. یکی از روش‌های متداول در کشور که اندازه‌گیری بصورت پرتابل و آزمایشگاهی را مقدور می‌نماید استفاده از اسپکتروفتومترهای رومیزی است. نکته مهم در مورد این اسپکتروفتومترها این است که بایستی دقیقا مطابق دستورالعمل ارائه شده توسط شرکت سازنده و با استفاده از محلول‌های معرف سالم (نباید تاریخ گذشته باشد) اندازه‌گیری انجام بشود.

نکته دیگر در اندازه‌گیری با این تجهیزات این است که کاربر بایستی در ابتدا پیش بینی حدودی از محدوده اندازه‌گیری مورد نظر داشته باشد تا معرف مناسب برای اندازه‌گیری را تهیه و استفاده کند. به‌عنوان مثال اگر معرف موردنیاز برای محدوده‌های اندازه‌گیری ۰ تا ۵ میلی گرم طراحی شده باشد دیگر نمی‌توان برای اندازه‌گیری محدوده‌های بالاتر استفاده شود. بنابراین قبل از هر اندازه‌گیری باید دقت لازم در این رابطه و خرید معرف‌ها به‌عمل آید (شکل ۷-۳۰).

شکل ۷-۳۰. اسپکتروفتومتر رومیزی برای اندازه‌گیری مواد مغذی

معمولاً آنالایزر فسفرکل به‌همراه آنالایزر اورتوفسفات طراحی و ارائه می‌شود این مسأله به این دلیل است که خود آنالایزر فسفرکل، برای آنالیز ابتدا فسفر کل را به اورتوفسفات تبدیل کرده و در ادامه آنالیز انجام می‌شود. در این روش‌ها مسأله فیلتراسیون اهمیت بسیاری در آنالیز دارد.

دمای آب ورودی به آنالایزر خود یکی از ویژگی‌های قابل ذکر آنالایزرهای شیمی تر است. در صورتی که آب نمونه ورودی به آنالایزر در محدوده مناسبی نباشد ممکن است در تشکیل کمپلکس موردنیاز خلل ایجاد کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که دمای نمونه آب ورودی به آنالایزر در محدوده ای بین ۱۵ تا ۳۰ درجه محدود شود.

در مورد آنالایزر فسفر کل و فسفات، محلول‌های معرف نیازی به یخچال و یا نگهداری در دمای خنک ندارند و در دمای اتاق معمولا دارای دوام هستند. میزان مصرف محلول‌ها متناسب با بازه زمانی اندازه‌گیری متفاوت است. یکی از مزیت‌های این روش‌ها، امکان انجام کالیبراسیون بصورت اتوماتیک در بازه‌های زمانی تعیین شده، با استفاده از محلول کالیبراسیون در آنالایزر مقدور می‌باشد (شکل ۷-۳۱). برای کالیبراسیون نقطه صفر این آنالایزر از آب مقطر دوبار تقطیر شده استفاده می‌شود.

شکل ۷-۳۱. تصویری از یک آنالایزر کابینتی مواد مغذی

مسأله دیگر در مورد این آنالایزرها، تعویض دوره‌ای لوله‌های انتقال نمونه است که باید در دوره‌های زمانی ارائه شده توسط کمپانی‌های سازنده انجام شود. معرف‌ها و محلول‌های مصرفی بایستی یا از شرکت‌های فروشنده خریداری شود یا در صورت تمایل می‌توان با خرید فرمول ساخت معرف، تولید این معرف‌ها توسط خود کاربر انجام شود. ازآنجاکه معمولا ساخت این معرف‌ها دقت بالایی می‌طلبد که می‌تواند در آینده با اشتباهات کوچک در ساخت این معرف‌ها، خطاهای زیادی در اطلاعات اندازه‌گیری شده وارد شود این مورد توصیه نمی‌گردد. هزینه موادمصرفی معمولاً در صورت اندازه گیری هر یک ساعت این دو پارامتر، در حدود ۲۰۰۰ الی ۳۰۰۰ یورو می‌شود درصورتی که بازه زمانی اندازه‌گیری طولانی‌تر شود این عدد را می‌توان به ۱۰۰۰ یورو و کمتر کاهش داد.

یکی از ویژگی‌های آنالایزرهای مواد مغذی این است که آب ورودی به آنالایزر باید دارای فشار صفر باشد. معمولاً این آنالایزرها با پمپ‌های پریستالتیک ارائه می‌شوند. پمپ‌های پریستالتیک طول عمر بالایی داشته و برای مکش نمونه آب از فاصله ۵ متری به داخل آنالایزرها بسیار مناسب و کارآ هستند. شکل ۷-۳۲ تصویری از اتاقک موردنیاز برای نصب آنالایزرهای انلاین را نشان می‌دهد.

شکل ۷-۳۲. تصویری از اتاقک موردنیاز برای نصب آنالایزرهای آنلاین شیمی تر

در ارتباط با آنالایزر نیتروژن کل و نیترات باید گفت معمولاً این دو آنالایزر دارای دو کابینت جدا از هم هستند. مهمترین مزیت آنالایزر نیترات در مقایسه با روش‌های اسپکترومتری این است که در روش‌های شیمی تر، میزان نیترات و نیتریت در غلظت‌های کم با دقت بالاتری قابل اندازه‌گیری است. در صورتیکه آنالایزرهای اسپکترومتری برای نیترات در غلظت‌های بالا دقت مناسبتری دارد (شکل ۷-۳۳).

شکل ۷-۳۳. آنالایزر آنلاین فسفرکل و فسفات به‌همراه معرف‌ها و محلول کالیبراسیون در داخل کابین

آنالایزر آمونیوم در روش‌های مختلفی در دنیا طراحی و ارائه می‌شود. یکی از روش‌ها استفاده از الکترودهای یون سلکتیو (انتخابی یا ISE) است (شکل ۷-۳۴). این سنسورها ارزان هستند ولی کاملاً مصرفی هستند و معمولاً در بازه‌های زمانی سه ماه یکبار بایستی کل سنسور تعویض گردد. سنسورهای یون سلکتیو برای آب‌های شور مناسب نیست. بنابراین در تالاب‌های با آب شور باید از روش‌های شیمی تر استفاده شود. یکی دیگر از ضعف‌های سنسورهای یون- سلکتیو آمونیوم مزاحمت یون‌های K+ و تغییرات pH در اندازه‌گیری است که بایستی در صورت انتخاب این روش، سنسورهای pH و پتاسیم هم خریداری شود که هر دو این سنسورها جزو سنسورهای مصرفی می‌باشند و باید هزینه های مناسبی برای تعویض این سنسورها در دوره های زمانی پیش بینی شده حداقل سه ماهه در قیمت‌ها لحاظ شود.

شکل ۷-۳۴. الکترود ISE (یون انتخابی) برای اندازه گیری آمونیوم

محلول‌های معرف آنالایزر امونیوم با روش شیمی تر نیاز به نگهداری در یخچال دارند و بایستی محفظه نگهدارنده خنک برای این آنالایزر در ایستگاه تهیه شود.

روش اندازه‌گیری نیتروژن کل:

- روش اندازه‌گیری: هضم نمونه در دایجستر، تبدیل نیترات به نیتریت، واکنش با NEDD و تولید کمپلکس قرمز azo
- طول موج رنگ سنجی: ۵۲۵ نانومتر
- محدوده های اندازه‌گیری: ۰ تا حداکثر ۱۰ میلیگرم بر لیتر

روش اندازه‌گیری فسفر کل و فسفات

- روش اندازه‌گیری: تبدیل فسفر کل به اورتوفسفات در دایجستر ماورابنفش، و تولید مولیبدات آبی
- طول موج رنگ سنجی: ۸۱۰ نانومتر
- برای محدوده های مختلف این روش تغییر پیدا میکند.
- محدوده های اندازه‌گیری: ۰ تا حداکثر ۱۰۰ میلیگرم بر لیتر

روش اندازه‌گیری آمونیوم

- ترکیب آمونیاک در pH برابر با ۱۲ به ایندوفنل آبی
- طول موج رنگ سنجی: ۶۳۰ نانومتر

- محدوده اندازه گیری: ۰ تا حداکثر ۱۰۰ میلیگرم بر لیتر

روش اندازه‌گیری سیلیکا

- کاهش سیلیکا با روش مولیبدات آبی
- طول موج رنگ سنجی: ۸۱۰ نانومتر
- محدوده اندازه گیری: ۰ تا حداکثر ۲ میلیگرم بر لیتر

مسأله مهم قابل ذکر این است که در تالاب‌ها و پیکره‌های آبی اندازه‌گیری توام فسفر کل در کنار اورتوفسفات است. این دو پارامتر در کنار هم برای پایش کیفیت منابع آب مؤثر و معنی‌دار هستند و اندازه‌گیری تنها اورتوفسفات به هیچ وجه به تنهایی برای پایش منابع آب پیشنهاد نمی‌گردد.

۸-۷ بار مواد آلی

اندازه‌گیری بار مواد آلی در قالب پارامترهای مختلف زیر در متدهای اندازه‌گیری مختلف میسر است:

- میزان اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) – Chemical Oxygen Demand
- میزان اکسیژن خواهی بیولوژیکی (BOD) – Biological Oxygen Demand
- میزان کل کربن ارگانیک (TOC) – Total Organic Carbon
- میزان کربن ارگانیک محلول (DOC) – Dissolved Organic Carbon

بطور کلی برای اندازه‌گیری آنلاین پارامترهای فوق الذکر متدهای اندازه‌گیری زیر وجود دارد:

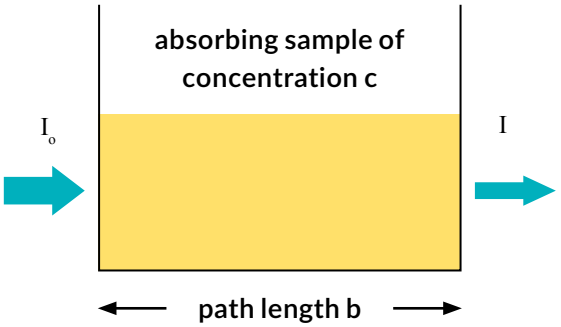
۱. متد اسپکترومتری

۲. متد احتراقی

۳. متد شیمی تر

۹-۷ روش اسپکترومتری

این روش بر اساس قانون لامبرت‌بیر می‌باشد. بر اساس این قانون میزان نوری که در یک نمونه آب جذب می‌شود با فاصله بین منبع انتشار نور و دتکتور اندازه گیری میزان جذب (معروف به Optical Path Length) و غلظت مواد داخل آن رابطه دارد (شکل ۷-۳۵).



شکل ۷-۳۵. شماتیک نمایانگرشدت طول موج تابیده شده و جذب شده

میزان شدت جذب شده و میزان شدت تابیده شده اندازه‌گیری گشته و بر اساس قانون لامبرت بیر و پاره‌ای ضرایب کالیبراسیون غلظت COD یا TOC و یا BOD محاسبه می‌شود (شکل ۷-۳۶).

Greek letter, epsilon

$$log_{10}\frac{I_o}{I} = \varepsilon\, l\, c$$

concentration of solution (mol dm^{-3})

length pf solution the light passes through (cm)

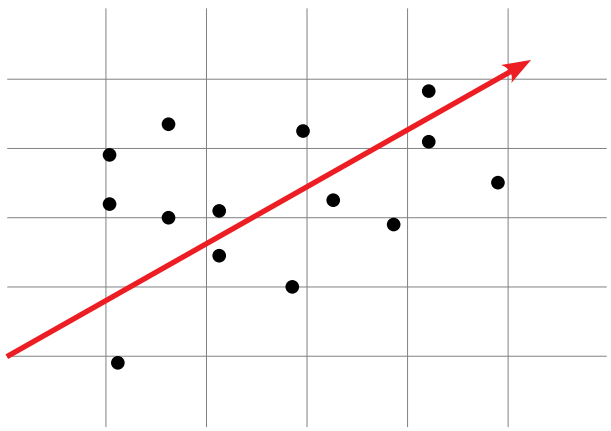
شکل ۷-۳۶. قانون لامبرت - بیر

این روش معمولا در دو نوع طراحی می‌شود. در روش اول تنها یک طول موج برای تشخیص غلظت ماده موردنظر استفاده شده و در روش دوم یک طیف طول موجی برای اندازه‌گیری غلظت بکار گرفته می‌شود. بطور کل روش دوم دقت و صحت بالاتری در مقایسه با روش اول دارد.

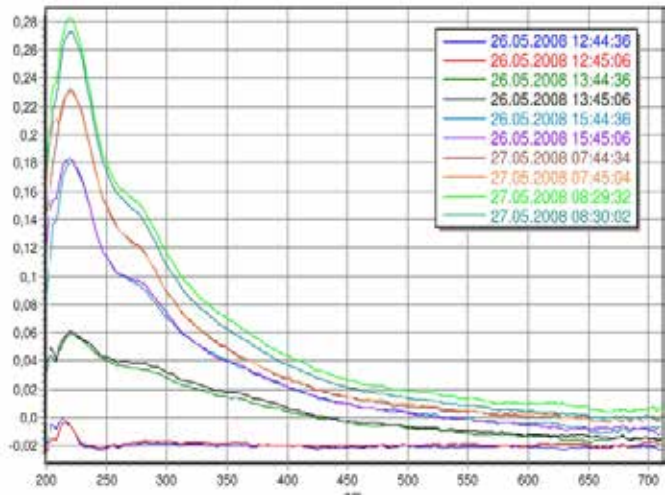
طول موج مورد استفاده برای اندازه‌گیری مواد آلی در روش‌های تک طول موجی، طول موج ۲۵۴ نانومتر است. طول موج ۲۵۴ نانومتر، نشانگر مناسبی برای حضور مواد آلی در داخل آب است و سالیان سال برای این گونه اندازه‌گیری‌ها استفاده می‌شود. یکی از کاربری‌های میزان جذب در طول موج ۲۵۴ نانومتر این است که در صورتی که در آب مواد آلی وجود داشته باشد این طول موج تغییر محسوسی خواهد داشت و بدین طریق می‌توان با استفاده از نمونه برداری اتوماتیک،

در آزمایشگاه غلظت دقیق‌تر بار مواد آلی را اندازه‌گیری کرد. این متد در کشور آلمان متداول است. اما با پیشرفت‌های تکنولوژیکی و امکان تولید لامپ‌های پیشرفته‌تر، اندازه‌گیری درجای بار مواد آلی امکان پذیر شده است. در روش‌های جدید طول موج های در محدوده نور مرئی و ماورابنفش بصورت کامل قابل تولید در حد رزولشن ۲ نانومتری ، و قابل تشخیص می‌باشد (شکل ۷-۳۸).

مسأله مهم در این متدها، درک این قضیه است که میزان جذب نور در یک طول موج، یک نشانگر از پارامترهایی نظیر TOC ،BOD ،COD و یا نیترات و فسفات می‌تواند باشد. بنابراین مهمترین مسأله برقراری ارتباط بین میزان جذب در طول موج‌های مختلف با غلظت مواد مختلف در آب است. شکل ۷-۳۷ نحوه‌ی برقراری ارتباط صحیح بین میزان جذب در طول موج‌های مختلف و غلظت COD را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳۷. برای برقراری ارتباط صحیح بین میزان جذب در طول موج‌های مختلف و غلظت COD بعنوان مثال باید نمونه برداری‌های مختلفی انجام شود. حداقل تعداد نمونه برای هر پارامتر حدودا ۲۵ عدد و بالاتر توضیح می‌شود.



شکل ۷-۳۸. طیف جذبی از طول موج ۲۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر در روزهای مختلف

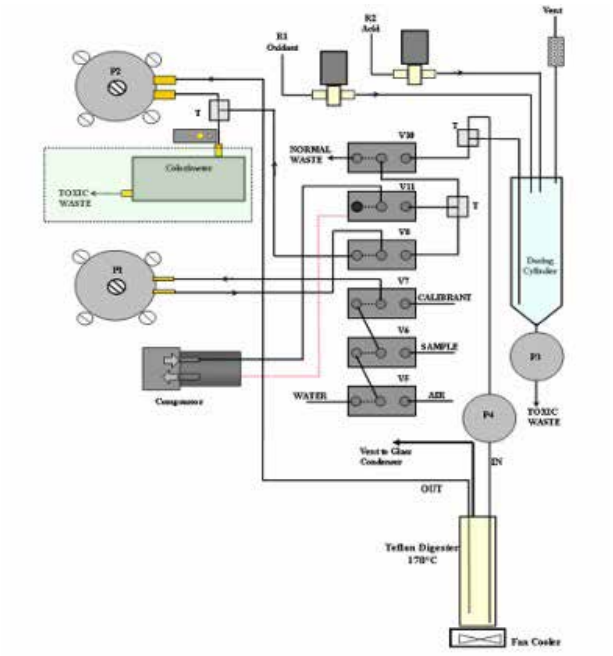
نکته دیگر در اندازه‌گیری با روش‌های اسپکترومتری این است که در این روش‌ها، با تغییر ماتریس آب، با توجه به اینکه رابطه بین میزان جذب و غلظت پارامتر موردنظر ممکن است تغییر کند، نیاز به انجام کالیبراسیون ادواری است. در روش اسپکترومتری شستشوی چشمی سنسور برای پرهیز از هر گونه جذب اضافی ضروری است. در روش‌های اسپکترومتری، یک طول موج یا یک بازه طول موجی در محدوده نور مرئی، برای تصحیح اثرات کدورت و ذارت معلق در میزان جذب استفاده می‌شود

شکل ۷-۳۹. سنسور ISA یا In-situ Spectral Analyzer (قسمت اندازه گیری وسط سنسور)

بطور کلی سنسورهای اسپکترومتری در دو مدل کلی دیگر نیز ارائه می‌شود. در یک سری از مدل‌ها سازنده‌ها اقدام به انجام یک سری آزمایش‌های میدانی کرده و دستگاه را به‌همراه ضرایب کالیبراسیون که ملقب به Global Calibration هست، ارائه می‌کنند. در این متد سنسورها، اصولا مطابق ادعای سازنده‌ها نیاز چندانی به کالیبراسیون نیست، اما واقعیت این است که در بسیاری مواقع به برقراری ارتباط جدید بین جذب در طول موج‌های مختلف و غلظت پارامتر موردنظر نیاز است. در این حالت روش‌های دوم معمولا انتخاب بهتری هستند. در روش دوم، کاربر دسترسی کامل به طیف جذبی داشته و می‌تواند هر رابطه ای را بر اساس داده‌های آزمایشگاهی و پارامتر موردنظر برقرار کند. این روش از نظر قابل ارتقا بودن در آینده نیز وابستگی کمتری به تولید کننده داشته و کاربر می‌تواند در آینده در صورت نیاز به اسپکترومتری که در طول موج ۲۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر جذب دارد، از آن برای پارامتر جدید دیگری که در محدوده این طول موج جذب می‌دهد، دستگاه را کالیبره نماید.

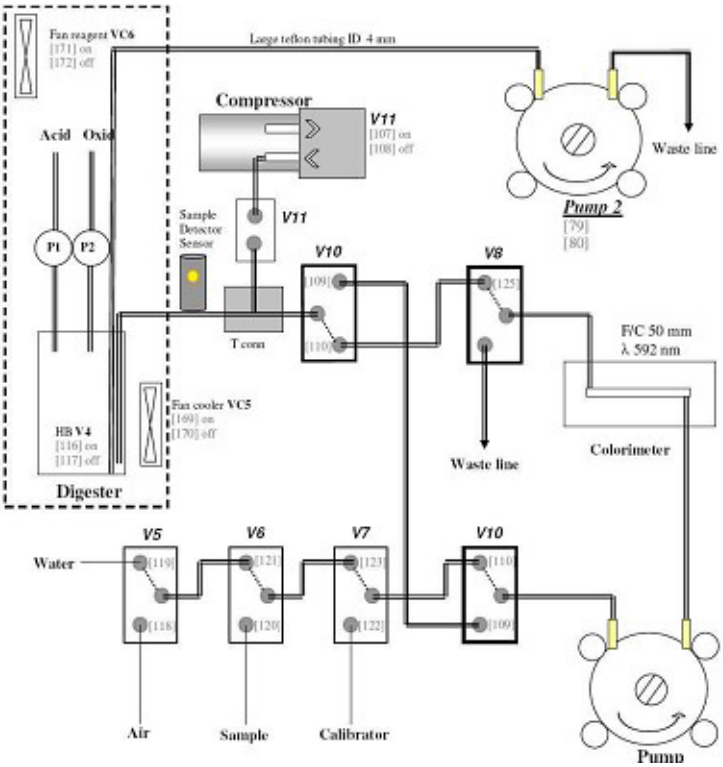
مسأله دیگر جنس بدنه این سنسورها است که در دو مدل استنلس استیل و تیتانیومی وجود دارد که بهتر است که در صورت داشتن بودجه کافی در تمامی موارد از جنس بدنه تیتانیومی استفاده شود (شکل ۷-۳۹)، این مهم بعلت اینکه قیمت این سنسور بالا است برای محافظت طولانی مدل سنسور در برابر خوردگی پیشنهاد می‌شود. در صورتی که بودجه کافی برای خرید سنسور با بدنه تیتانیومی نباشد می‌توان به سنسورهای استنلس استیل ۳۱۶L بسنده کرد. در ضمن مطابق شیوه‌نامه دفتر پایش‌های فراگیر سازمان حفاظت محیط زیست کشور، جنس بدنه تیتانیومی در محیط هایی که کاربر انتظار خوردگی دارد و یا آب شور است اجباری شده است. بنابراین در تالاب‌های ساحلی یا شور، استفاده از جنس بدنه تیتانیومی برای سنسورهای مستغرق اجتناب ناپذیر است.

استفاده از متد رنگ سنجی: این روش بنام روش شیمی تر (wet Chemical) نیز نامیده می‌شود. در این روش نمونه پس از ترکیب با محلول ویژه متناسب با پارامتر مورد نظر تحت آنالیز میزان جذب در طول موج خاصی قرار می‌گیرد. برای اندازه گیری COD با این متد دو روش معمول است: استفاده از محلول پرمنگنات و روش دوم استفاده از محلول دی کرومات پتاسیم. در واقع هر دو محلول به عنوان هاضم نمونه استفاده می‌شود (شکل ۷-۴۰).



شکل ۷-۴۰. پروسه انجام آنالیز در متد اندازه گیری دی کرومات پتاسیم

تفاوت دیگر این دو روش در این است که در متد اول دمای نمونه تا ۱۰۰ درجه و در متد دوم دمای نمونه تا ۱۷۰ درجه رسانده می‌شود تا تمامی اکسیژن مورد نیاز برای ترکیب مواد شیمیایی با کمک این کاتالیزورهای استفاده شود. مهمترین مزیت این روش‌ها عدم حساسیت به ماتریس کیفیت آب و پساب می‌باشد. در مقایسه با سنسورهای اسپکترومتری این روش‌ها نیاز چندانی به اطلاعات اندازه‌گیری قبلی ندارند و کافیست که محلول رفرنس در داخل دستگاه قرار داده شود تا کالیبراسیون صورت بگیرد. زمان پاسخگویی بالاتر در مقایسه با سیستم اسپکترومتری و SAC ۲۵۴ است. در این روش‌ها حداقل ۴۵ دقیقه زمان برای هر اندازه‌گیری لازم است (شکل ۷-۴۱).



شکل ۷-۴۱. پروسه انجام آنالیز در متد اندازه گیری پرمنگنات

تفاوت اندازه‌گیری این روش مزاحمت یون کلراید در متد دی کرومات است. این روش‌ها استانداردهای مختلفی برای اندازه‌گیری در کشورهای مختلف دارند. در ضمن خروجی این آنالایزرها خطرناک است و قابلیت تخلیه به محیط زیست را ندارد و باید جمع‌آوری شود. تأمین و تهیه مواد معرف، محلول کالیبراسیون از اهمیت بالایی برخوردار است و در صورتیکه این مواد برای آنالایزر تهیه نشود، اندازه‌گیری ممکن نخواهد بود. در این روش‌ها برای اندازه گیری BOD، معمولاً یک رابطه بین COD و BOD برقرار می‌شود در حالیکه در روش‌های اسپکترومتری، BOD بصورت مجزا از COD اندازه گیری می‌گردد. یکی دیگر از روش‌های متداول که در صنایع پتروشیمی کاربرد دارد استفاده از متد احتراقی است. در این متد ابتدا نمونه به دمای بالای ۱۰۰۰ درجه رسانده شده و بعد بر اساس میزان اکسیژن موردنیاز برای سوزاندن مواد آلی کل رابطه ای بین TOC و COD برقرار می‌شود. روش‌های احتراقی در شرایطی که در خروجی، موادی وجود دارند که در روشهای اسپکترومتری جذبی ندارند و امکان برقراری ارتباط بین جذب و غلظت ماده وجود ندارد، بکار برده می‌شود.

۷-۱۰- دستگاه پرتابل مولتی پارامتر

دستگاه‌های مولتی پارامتر، قادر به اندازه گیری پارامترهای استاندارد از قبیل EC ، pH، DO و نیز پارامترهای دیگر از قبیل نفت، کلروفیل، سیانوباکتری، کدورت، آمونیوم، فلوراید، نیترات، عمق، فلورسین و رودامین می‌باشند. در صورت نیاز کاربر، امکان اضافه کردن سنسورهای خاص نیز می باشد. مهمترین مشخصه منحصربفرد برخی از این مولتی پارامترها، اتصال همه سنسورها بصورت همزمان و اندازه گیری آنها بصورت توام می‌باشد و نیازی به تعویض سنسورها در طی اندازه گیری نیست. از سوی دیگر مجهز شدن نمایشگر دستی بنام آکوامتر به GPS و سنسور فشار هوا از دیگر مزایای منحصربفرد این دسته از مولتی پارامترها است و در پایش‌های پرتابل یا جهت انجام بررسی میدانی اولیه بسیار کارآمی‌باشد. مولتی پارامترهای مذکور در مدل‌های مختلف تولید می‌شود و به کاربران امکانات مختلف قابل انتخاب را ارائه می‌کند، برخی از این مدل‌ها در ادامه آورده شده است:

- مولتی پارامتر مدل AP۷۰۰ و AP۸۰۰
- مولتی پارامتر مدل AP۲۰۰۰ و AP۵۰۰۰
- مولتی پارامتر مدل AP۷۰۰۰ به‌همراه سیستم شستشوی اتوماتیک
- مولتی پارامتر مدل Aquaplus
- مولتی پارامتر مدل AP-Lite

۷-۱۱- روش‌های اندازه‌گیری دبی

برای اندازه‌گیری دبی در مبادی آب ورودی به تالاب‌ها از روش‌های مختلف می‌توان استفاده کرد. قبل از انتخاب هر متد اندازه‌گیری بایستی سوالات زیر پاسخ داده شوند:

۱) هیدرولیک جریان ورودی چگونه است؟ هیدرولیک جریان معمولا در دو حالت زیر می‌تواند تقسیم‌بندی شود:

a. جریان روباز (کانال یا رودخانه)

b. جریان تحت فشار (لوله)

۲) آب ورودی از نظر کیفیت و میزان ذرات داخل آن چگونه است؟ پاسخ در قالب موارد زیر می‌تواند انتخاب شود:

a. آب خام رودخانه

b. فاضلاب خام

c. آب تصفیه شده

d. زه‌آب کشاورزی

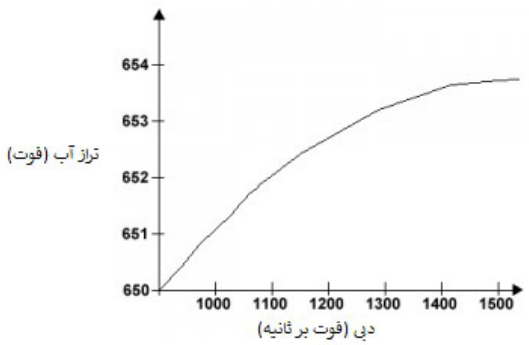
۳) مدت زمان موردنظر برای اندازه‌گیری بایستی مشخص شود. این بدان معنی است که نوع تجهیزات در حالتی که نیاز به اندازه‌گیری ثابت و یا طولانی مدت در محل وجود دارد با حالتی که تنها به صورت کوتاه مدت اندازه‌گیری مدنظر است متفاوت خواهد شد.

۴) دقت موردنظر برای اندازه‌گیری تاثیر گذار در انتخاب متد اندازه‌گیری و طراحی سیستم دبی‌سنجی خواهد بود. در برخی موارد به اندازه‌گیری با دقت‌های بالا نیاز است که بایستی قبل از طراحی سیستم دبی سنجی دقت موردنیاز مشخص شود.

متدهای اندازه‌گیری دبی در کانال‌های روباز:

روش‌های زیر را برای اندازه‌گیری دبی در جریان‌های روباز می‌توان بکار برد که متناسب با ویژگی‌های جریان و پاسخ سوالات پیش گفته قابل تعیین است:

۱) متد دبی‌اشل: این روش یکی از ساده‌ترین و کاربردی‌ترین متد اندازه‌گیری دبی محسوب می‌شود. در این روش رابطه‌ای بین تراز آب در رودخانه با دبی آب عبوری در حالت‌های مختلف برقرار می‌شود. مهمترین ویژگی این متد این است که آب عبوری به هیچ وجه نباید برگشت داشته باشد چرا که در صورتی که آب برگشت داشته باشد و یا مسیر جریان بسته شود، باعث افزایش تراز آب شده و اندازه‌گیری را کاملا مخدوش خواهد کرد (شکل ۷-۴۲).

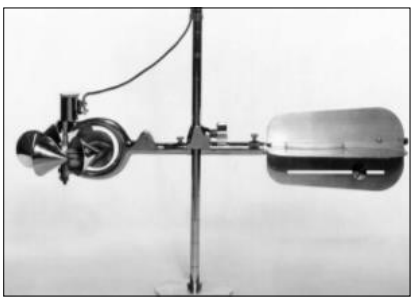


شکل ۷-۴۲. نمونه ای از تابع دبی و اشل

برای اندازه‌گیری تراز آب یکی از روش‌های ترازسنجی اشاره شده در این فصل می‌تواند بکار رود. در زمان‌های قدیم برای اندازه‌گیری تراز آب تنها به نصب یک اشل (خط کش) در بدنه رودخانه بسنده می‌شد و بعد بصورت دوره‌ای قرائت تراز آب یادداشت می‌گشت. امروزه با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژی می‌توان تغییرات تراز آب را بصورت پیوسته و اتوماتیک با صرف هزینه کمی انجام داد و با امکانات موجود در داخل دیتالاگرها می‌توان رابطه دبی و اشل را بصورت اتوماتیک ثبت نمود (شکل ۷-۴۳).

شکل ۷-۴۳. اشل نصب شده در داخل یک نهر

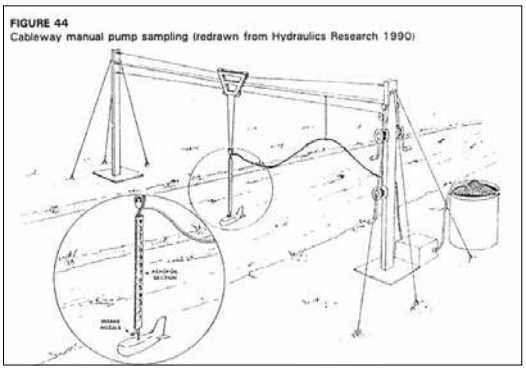
برای اندازه‌گیری دبی در مقطع جریان، از جریان سنج پرتابل استفاده می‌شود. در زمان‌های قدیم از دستگاهی به‌نام مولینه استفاده می‌گشت. مولینه در واقع یک پروانه متحرک است که سرعت جریان آب باعث حرکت آن می‌شود (شکل ۷-۴۴). تعداد دور در هر دقیقه ثبت شده و متناسب با نوع هر مولینه سرعت جریان در نقطه‌ای که مولینه قرار داده شده ثبت می‌شود. این اندازه‌گیری در نقاط مختلف مقطع جریان قابل انجام بوده و میانگین این سرعت‌ها، منتج به سرعت میانگین خواهد شد (شکل ۷-۴۵ و شکل ۷-۴۶ و شکل ۷-۴۷).



شکل ۷-۴۴. مولینه‌های مختلف (مولینه پروانه با محور افقی و مولینه فنجانی با محور عمودی)

شکل ۷-۴۵. اندازه‌گیری با مولینه فنجانی در مقطع جریان رودخانه به‌همراه میله و دستی

شکل ۷-۴۶. در مقاطعی که پل روی رودخانه باشد می‌توان از آن پل‌ها برای مولینه زدن استفاده کرد



شکل ۷-۴۷. استفاده از پل تله فریک در رودخانه هایی که امکان ایستادن در داخل جریان نیست

یکی از معایب این روش این است که هر سال با تغییر مقطع جریان به‌دلیل سیلاب‌ها و نیز رسوبات بایستی اندازه‌گیری دبی در ترازهای مختلف جریان صورت گیرد که امری زمان‌بر و سخت می‌باشد. بنابراین در مقاطعی که اندازه‌گیری دبی از اهمیت بالایی برخوردار است بهتر است که اندازه‌گیری با روش‌های نوین و آنلاین انجام گیرد. بالتبع روش‌های جدید نیاز به سرمایه گذاری بالاتری در مقایسه با روش دبی- اشل دارد.

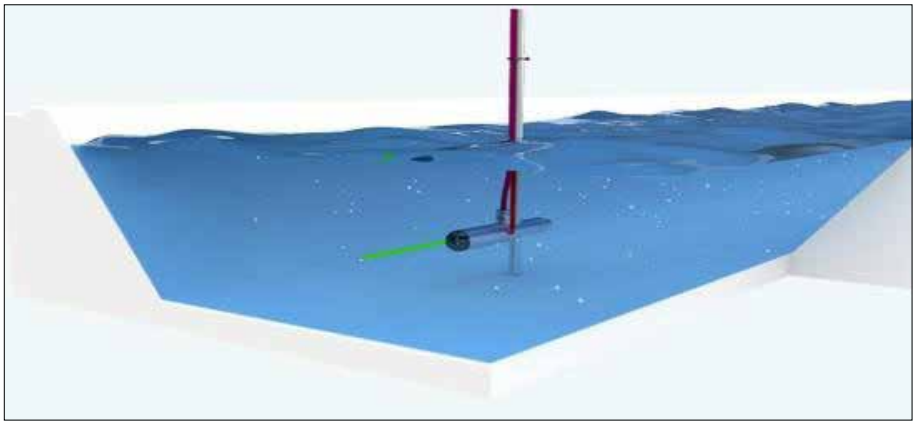
برای اندازه‌گیری جریان در کانال‌های روباز نظیر رودخانه و نهرها تجهیزات جدیدتر نیز در دنیا طراحی و ساخته شده است که در اینجا دو مدل جدید که بر اساس پیشرفت‌های تکنولوژیکی طراحی و ساخته شده‌اند وعملیات اندازه‌گیری سریع، دقیق و آسان‌تر را فراهم می‌کند معرفی می‌گردد:

۱) دستگاه آکواپروفایلر M

۲) دستگاه آکواپرفایلر MPro

۷-۱۱-۱- معرفی دستگاه آکواپروفایلر M

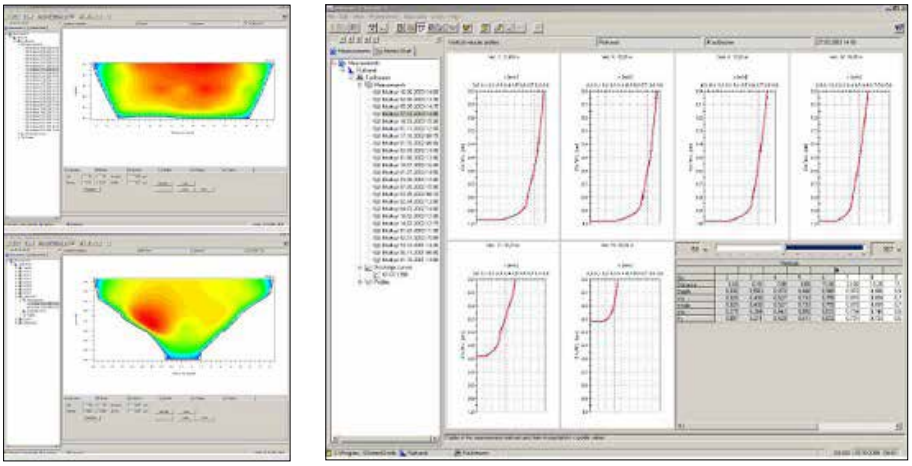
این دستگاه برای اندازه‌گیری سرعت جریان در نقاط مختلف مقطع جریان طراحی شده است. بجای پروانه و قطعات مکانیکی از متد آکوستیک (التراسونیک) برای اندازه‌گیری سرعت استفاده می‌شود. مزیت دیگر این روش ترکیب سنسور ترازسنج در کنار سنسور سرعت است که امکان ثبت تغییرات تراز آب در عملیات اندازه‌گیری را فراهم می‌کند (شکل ۷-۴۸).



شکل ۷-۴۸. نمایی از سنسور آکواپروفایلر Mpro (خط سبز محدوده اندازه گیری سرعت جریان است)

شکل ۷-۴۹. آکواپروفایلر M بدون قطعات مکانیکی امکان اندازه‌گیری سرعت در نزدیکی بستر را فراهم می‌کند.

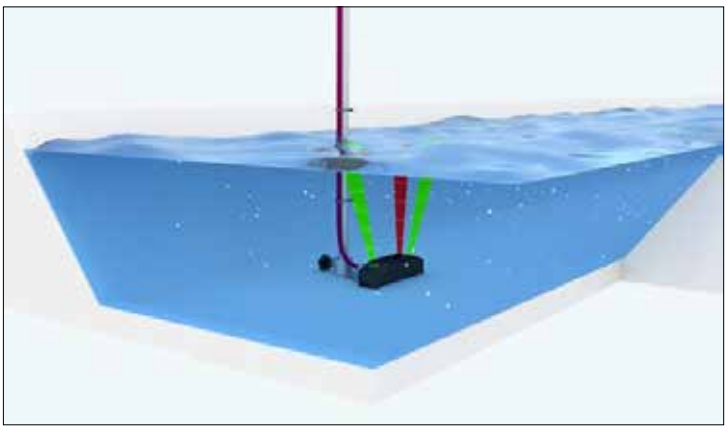
این دستگاه به همراه کوله پشتی و کامپیوتر قابل حمل و نرم افزار ویژه معمولاً قابل تأمین است (شکل ۷-۴۹). مهمترین ویژگی منحصربفرد این دستگاه، نرم افزار تحلیل اطلاعات اندازه‌گیری است که امکان تحلیل و بررسی اطلاعات اندازه‌گیری در مدل‌های مختلف و تهیه گزارش‌های فنی مناسب می‌باشد. این نرم افزار امکان تهیه نقشه های خطوط هم سرعت و پروفایل‌های جریان در مقاطع مختلف را فراهم می‌کند (شکل ۷-۵۰، شکل ۷-۵۴ و شکل ۷-۵۵).



شکل ۷-۵۰. نرم افزار ویژه دستگاه آکواپروفایلر M

۷-۱۱-۲- معرفی دستگاه آکواپرفایلر MPro

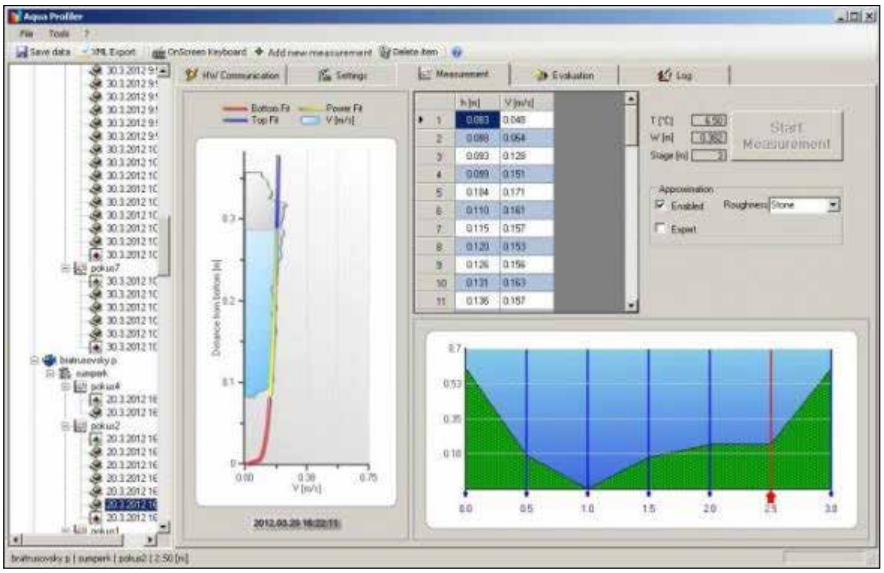
تفاوت این دستگاه با دستگاه قبلی این است که دیگر نیازی نیست که سنسور سرعت سنج را در اعماق مختلف جریان قرار داد. سنسور آکواپروفایلر Mpro، با استفاده از متد پالس داپلری امکان اندازه گیری نیمرخ قائم سرعت در بالای سنسور را فراهم می‌کند (شکل ۷-۵۱). این سنسور سرعت در لایه‌های مختلف جریان را در کنار تغییرات تراز آب را ثبت می‌نماید. دراین روش سنسور در موقعیت‌های مکانی افقی در عرض کانال جابجا شده و براحتی در زمان بسیار کوتاهی اندازه‌گیری با دقت و صحت بالا انجام می‌شود (شکل ۷-۵۲، شکل ۷-۵۳ و شکل ۷-۵۴).



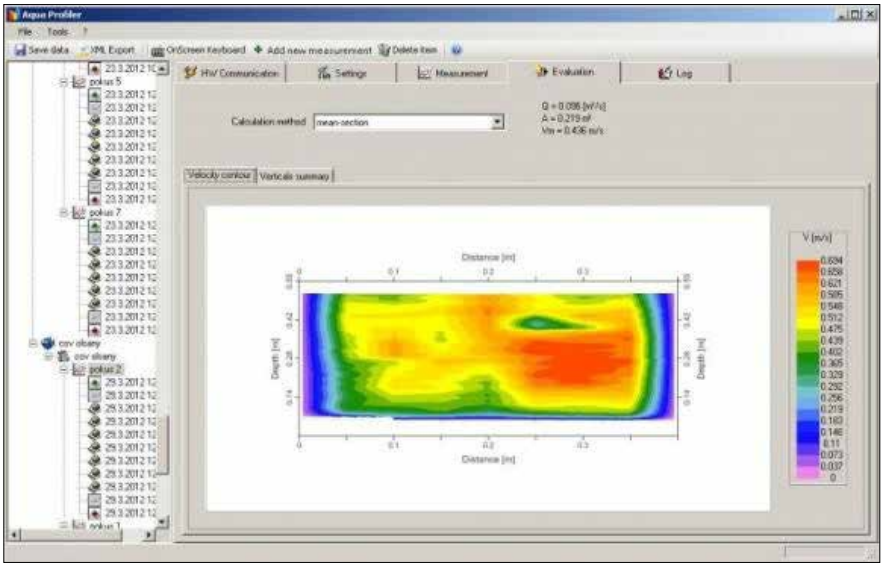
شکل ۷-۵۱. سنسور دستگاه آکواپروفایلرMPro (خط سبز مسیر اندازه گیری سرعت است)

شکل ۷-۵۲. نمایی از سنسور آکواپروفایلر Mpro

شکل ۷-۵۳. نحوه اندازه‌گیری با دستگاه آکواپروفایلر Mpro



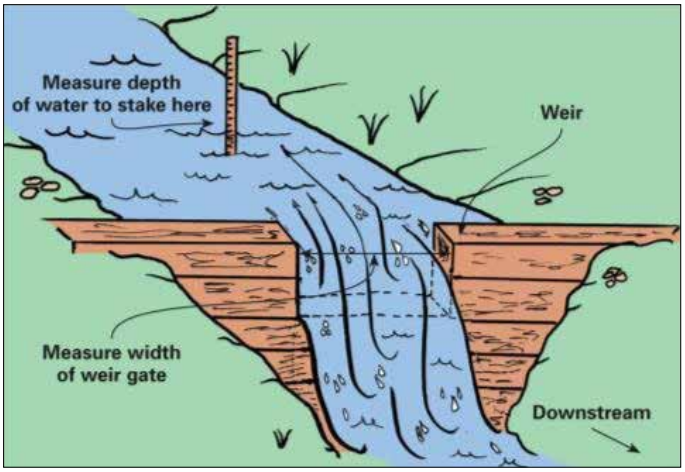
شکل ۷-۵۴. در نرم افزار مخصوص دستگاه آکواپروفایلرام پرو، امکان بررسی و مقایسه پروفایل‌های اندازه‌گیری شده در مقاطع مختلف فراهم می‌شود.



شکل ۷-۵۵. نقشه نقاط هم سرعت با استفاده از نرم افزار آکواپروفایلرام پرو

علاوه بر روش دبی‌اشل یک سری روش‌های دیگر نیز که به روش‌های سازه‌ای برای اندازه‌گیری دبی مشهور هستند وجود دارند که هزینه کمتری برای اجرا لازم دارند ولی همه این روش‌ها محدودیت‌هایی دارند که باید در انتخاب آنها دقت لازم بعمل آید. این روش‌ها بشرح زیر می‌باشد:

سرریز: با استفاده از اجرای یک سر ریز در برابر جریان آب می‌توان متناسب با میزان دبی جریان، با دقت مناسبی اندازه‌گیری را انجام داد. در این روش‌ها تراز آب در پشت سرریز بایستی با استفاده از یک اشل و یا یک سنسور ترازسنج انجام گیرد (شکل ۷-۵۶).



شکل ۷-۵۶. سرریزها از متدهای اندازه گیری دبی در جریان‌های روباز هستند

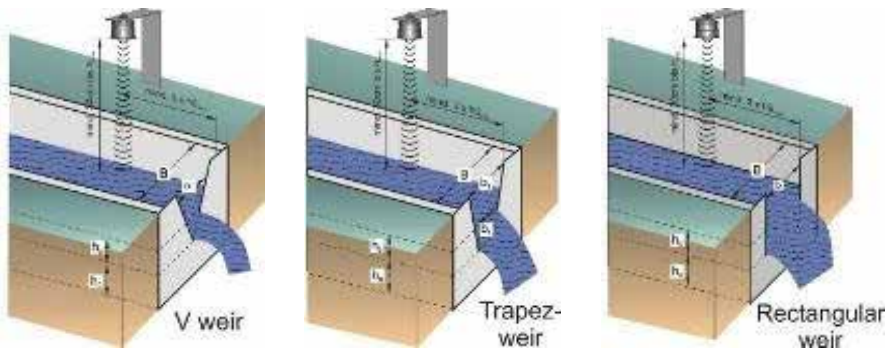
رابطه بین تراز آب پشت سرریز و دبی عبوری متناسب با نوع سرریز متفاوت است. فرمول محاسبه دبی در سرریزها رابطه مستقیم با تراز آب پشت سرریز دارد.

فرمول محاسبه دبی در سرریزها

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

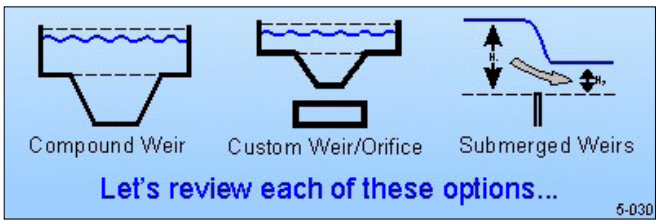
μ = Overfall Conffucient
b = Weir Width
h = Overfall Height
g = Earth Gravitation (29.8 ft/s)

ضریب متفاوتی برای هر سرریز در منابع فنی و مهندسی وجود دارد که متناسب با مدل اجرا شده بایستی انتخاب شود. سر ریزها بطور کلی در سه مدل با مقطع مستطیلی، مثلثی و ذوزنقه‌ای اجرا می‌شوند. مسأله دیگر در انتخاب نوع سرریزها ، شکل دهانه سرریز است که ممکن است بصورت نوک تیز یا مورب اجرا شود (شکل ۷-۵۷).

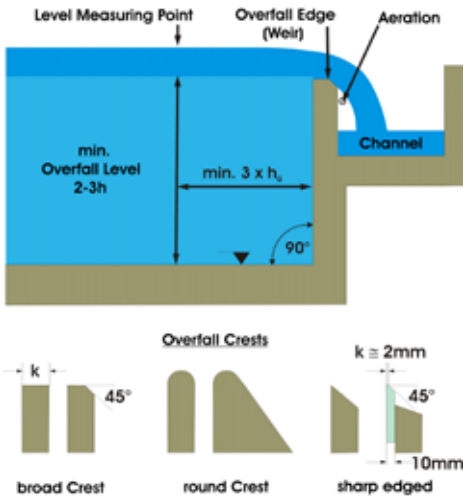


شکل ۷-۵۷. انواع مختلف سرریزهای قابل اجرا روی جریان روباز

سرریز مثلثی برای دبی‌های کم استفاده می‌شود و دقت مناسبی در شرایط دبی کم دارد. سرریز مستطیلی، برای دبی‌های بالا قابل استفاده است و سرریز با مقطع باز شو ذوزنقه ای برای دبی‌های متوسط مناسب است. مدل‌های دیگری از سرریزها وجود دارد که می‌تواند در شرایط خاصی مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۷-۵۸).



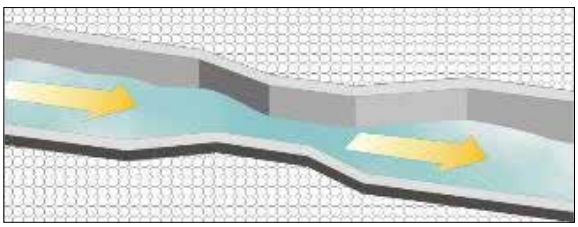
شکل ۷-۵۸. مدل‌های دیگرسرریزها که می‌تواند در شرایط خاصی استفاده شود



شکل ۷-۵۹. مدل‌های مختلف نوک سرریز که تاثیرگذار در ضریب انتخابی دارد

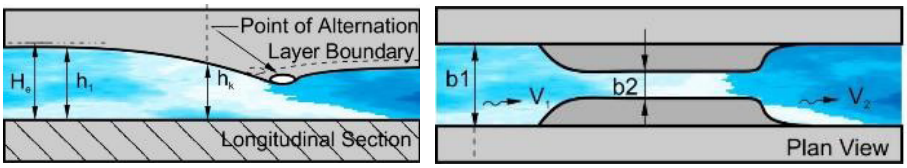
مسأله مهم در سرریزها این است که در صورتیکه پشت سرریز رسوب تشکیل شود، اندازه گیری تراز پشت سرریز با خطا انجام گرفته و خطای زیادی در محاسبه دبی از روی این تراز آب اتفاق می‌افتد (شکل ۷-۵۹). بنابراین، استفاده از سرریز در جریان‌هایی با احتمال بالای رسوبگذاری پیشنهاد نمی‌شود. در صورت استفاده ازاین روش در آب‌های با ذرات معلق بالا تمیز کردن رسوب پشت سرریز باید در دوره های موردنیاز، انجام شود تا اندازه‌گیری درستی بدست آید.

فلوم: یکی دیگر از روش‌های سازه‌ای اندازه‌گیری دبی، استفاده از فلوم است. فلوم‌ها مدل‌های مختلفی دارند که از آن میان به نام‌هایی چون پارشال فلوم، فلوم خفقی، فلوم کات تروت، فلوم مونتانا، RBC، فلوم پالمر باولوس و فلوم ونتوری اشاره نمود. این فلوم‌ها هر کدام در کشورهای مختلف متناسب با طراحی‌ها و نیازهای موردنظر طراحی و اجرا می‌شوند. اساس کار فلوم این است که با تغییر مقطع جریان و کم کردن مقطع با توجه به قانون پیوستگی مایعات، تغییرات تراز آب در پشت فلوم را می‌توان اندازه‌گیری کرد و از این طریق رابطه ای بین تراز آب و دبی برقرار نمود (شکل ۷-۶۰).



شکل ۷-۶۰. نمایی سه بعدی از یک فلوم در مسیر کانال روباز

مهمترین مسأله همانند روش‌های دیگر سازه‌ای این است که جریان نباید برگشت داشته باشد. بنابراین در برخی از فلوم‌ها بعد از مقطع فلوم، یک پله برای فلوم ایجاد می‌کنند که امکان برگشت آب نباشد. اما این خود مستلزم انجام خاکبرداری و یا خاکریزی متناسب برای ایجاد این پله ارتفاعی است که در برخی موارد خود هزینه‌های جانبی در بر دارد. فلوم‌ها در آلمان دارای استاندارد DIN۱۹۵۵۹، ASTM D۱۹۴۱, ISO:۱۹۹۲۹۸۲۶, و استانداردهای دیگر در دنیا هستند. برخی فلوم‌ها که خاص هستند فرمول‌های محاسبه خاصی برای خود دارند (شکل ۷-۶۱).



شکل ۷-۶۱. پلان و مقطع افقی یک پارشال فلوم (بدون پله)

مهمترین مزیت فلوم این است که بر خلاف سرریز، امکان ایجاد رسوب در آن کمتر وجود دارد. نکته فنی مهم در اجرای فلوم‌ها این است که فلوم باید طوری طراحی شود که در دبی‌های مختلف، فلوم مستغرق نشود. در صورتی که تراز آب در فلوم از تراز مجاز طراحی شده تجاوز کند، اندازه‌گیری اشتباه خواهد بود (شکل ۷-۶۲).

شکل ۷-۶۲. نمایی از یک فلوم بتنی ایجاد شده در مسیر جریان کانال خاکی

بدنه فلوم‌ها می‌تواند از جنس بتونی یا فلزی طراحی و ساخته شود. در صورت طراحی از جنس فلز بهتر است که جنس بدنه فلوم از فلز استنلس استیل ساخته شود (شکل ۷-۶۳). این خود یک سری هزینه های جانبی برای اجرای فلوم تحمیل خواهد کرد. در قدیم برای اندازه‌گیری تراز آب پشت فلوم از اشل استفاده می‌شد و با تهیه یک جدول، باستفاده از رابطه بین تراز آب و دبی، اندازه گیری انجام می‌شد.

شکل ۷-۶۳. فلوم فلزی ایجاد شده در مسیر یک نهر آب

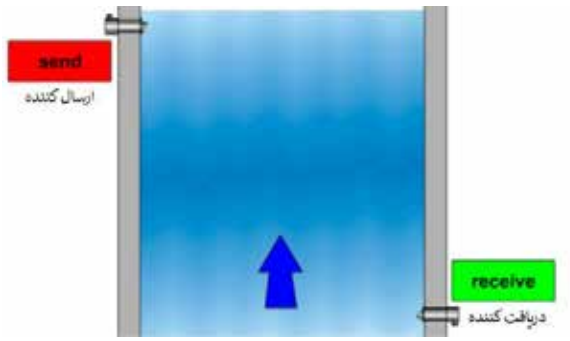
در دهه‌های اخیر با استفاده از یک سنسور تراز سنج التراسونیک این اندازه‌گیری بصورت اتوماتیک انجام می‌شود و امکان بدست آوردن سری زمانی دبی و تراز آب براحتی فراهم است. نگهداری خود فلوم اهمیت بالایی دارد و باید در صورت خورده شدن بدنه فلوم، ترمیم های موردنیاز انجام شود. نکات مهم در طراحی پارشال فلوم‌ها بشرح زیر است که باید در انتخاب‌ها کاملا به این موارد دقت نمود:

- کمترین دبی قابل اندازه گیری با فلوم‌ها ۵ لیتر بر ثانیه است.
- نسبت دبی ماکزیمم به دبی مینیمم ۱۰ به ۱ باشد.

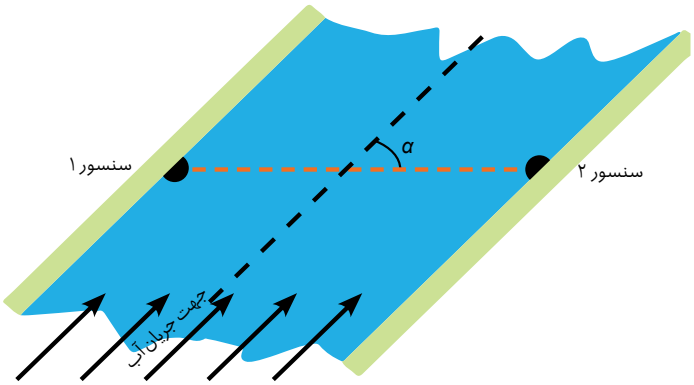
برای طراحی سیستم‌های اندازه‌گیری دبی با استفاده از فلوم یا سرریز یا دبی- اشل همانطور که مشاهده شد، نیاز به اندازه‌گیری‌های دوره‌ای وجود دارد که نیاز به تهیه یک جریان‌سنج پرتابل در مناطق مختلف است تا اطلاعات لازم برای طراحی دقیق و صحیح این روش‌ها بدست آید. یکی از این تجهیزات ضروری استفاده از مولینه‌های قدیمی است. ولی در دهه‌های اخیر اینگونه تجهیزات نیز بسیار پیشرفت کرده‌اند. در این جا چند مدل از این فناوری‌ها که در خدمت اندازه‌گیری دبی در محیط زیست استفاده می‌شود معرفی می‌گردد.

علاوه بر روش‌های سازه‌ای، روش‌های نوین برای اندازه‌گیری دبی وجود دارد. از متدهای اندازه‌گیری از این گروه می‌توان به روش فراصوتی زمان‌گذر (Travel Time) اشاره نمود.

متد فراصوتی زمان‌گذر: این متد معمولاً بنام متد "ترانزیت تایم" هم مشهور است. روش اندازه‌گیری بر اساس سرعت طی مسیر صوت در آب است (شکل ۷-۶۴). در این روش دو سنسور در دو طرف رودخانه یا کانال، در حالتی که زاویه دو سنسور نسبت به مسیر افقی حرکت جریان زاویه‌ای ۴۵ درجه داشته باشد اندازه‌گیری انجام می‌شود. سنسور اول موج التراسونیکی را به سمت سنسور دوم ارسال می‌کند. سنسور دوم منتظر می‌شود تا این موج را دریافت کند. فاصله زمانی ارسال موج از سنسور اول تا شنیده شدن در سنسور دوم توسط دستگاه ثبت می‌شود. در ادامه بلافاصله سنسور دوم این بار، موجی را به سنسور اول ارسال می‌کند. سنسور اول منتظر شنیدن این موج می‌ماند. به محض اینکه موج توسط سنسور اول دریافت شد، زمان بین ارسال و دریافت موج ثبت می‌گردد. جالب این است که علی رغم اینکه فاصله بین دو سنسور ثابت است، زمان رفت و برگشت موج متفاوت است (شکل ۷-۶۵).

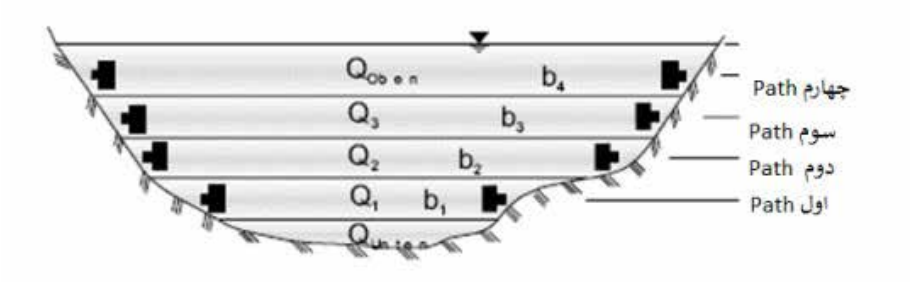


شکل ۷-۶۴. موقعیت قرارگیری سنسورها در دبی سنج‌های ترانزیت تایم



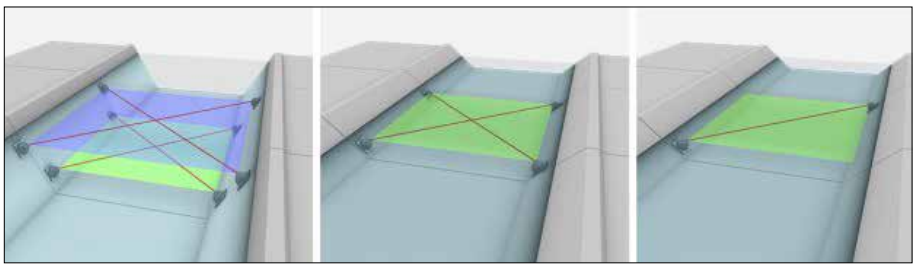
شکل ۷-۶۵. نحوه محاسبه سرعت در یک لایه دبی سنجی با متد ترانزیت تایم

به هرجفت سنسور که رو بروی هم قرارگرفته باشند "Path" گفته می‌شود. در رودخانه‌ها و کانال‌هایی که مسیر جریان کاملا مستقیم است معمولاً در هر نیم متر عمق جریان یک "Path"قرارداده بشود کافی است (شکل ۷-۶۶) .



شکل ۷-۶۶. سنسورهای ترانزیت تایم در لایه های مختلف جریان در یک رودخانه

در برخی مواقع که مسیر جریان قبل از سنسورها دارای پیچ باشد "Path"ها بایستی بصورت ضربدری نصب شوند. استانداردهای مختلفی برای اندازه‌گیری دبی با متد ترانزیت تایم در دنیا وجود دارد که از میان آنها استاندارد ایزو ۶۴۱۶ یکی از مشهورترین استانداردها می‌باشد. به منظور بدست آوردن نیمرخ قائم سرعت در لایه‌های مختلف، بایستی این جفت سنسورها در لایه‌های مختلف جریان تعبیه شوند. در این حالت اندازه‌گیری دبی با دقت و صحت کاملا مناسبی انجام خواهد شد. شکل ۷-۶۷ شماتیکی از روش‌های مختلف قرارگیری "Path" ها در یک کانال روباز را نمایش می‌دهد:



شکل ۷-۶۷. نحوه قرارگیری Path سنسورهای ترانزیت تایم در یک کانال روباز

بصورت نرمال، نصب سنسورها در کانال‌های با مقاطع ثابت آسان‌تر می‌باشد. اما این متد، بهترین و دقیقترین روش برای اندازه‌گیری دبی در رودخانه‌ها و کانال‌های با مقطع طبیعی

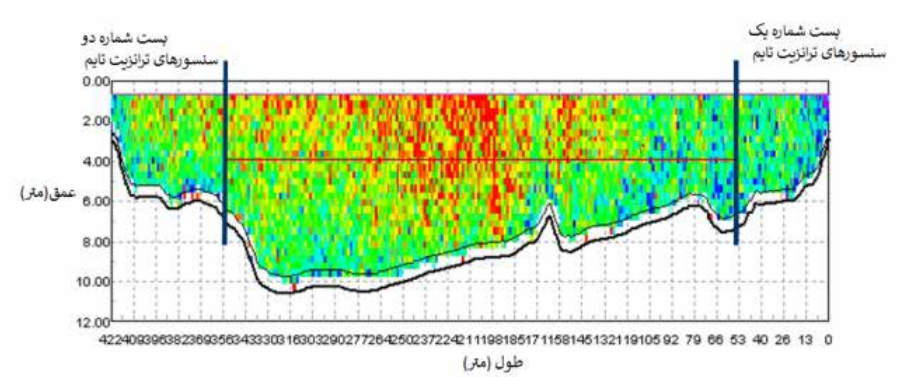
می‌باشد. در شرایطی که رودخانه‌ای مقاطع مشخصی ندارد به‌راحتی در این نوع فلومترها می‌توان مقاطع نامشخص را اندازه‌گیری و وارد نمود (شکل ۷-۶۸).

شکل ۷-۶۹ نیز نمایی از یک سنسور ترانزیت تایم را نشان می‌دهد.

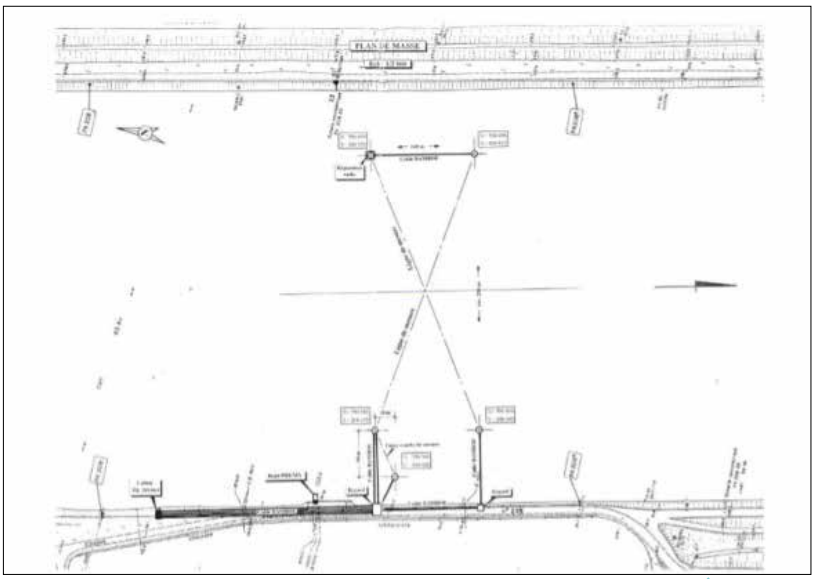
شکل ۷-۶۸. سنسورهای ترانزیت تایم در لایه های مختلف در یک کانال ذوزنقه ای

شکل ۷-۶۹. نمایی از یک سنسور ترانزیت تایم

باید دقت کرد که در صورتی که مقاطع بعد از سیلاب‌ها تغییر پیدا کند باید عملیات هیدروگرافی یا اندازه‌گیری مقطع رودخانه انجام گیرد. در تصاویر زیر مثال‌هایی از متدهای مختلف نصب در رودخانه‌های بسیار عریض ارائه می‌شود. از این مدل نصب می‌توان بر روی رودخانه زرینه رود در تالاب نوروزلو استفاده‌کرد و محاسبات کاملی از سری زمانی تغییرات آب ورودی به مخزن سد و تالاب را بدست آورد (شکل ۷-۷۰ و شکل ۷-۷۱). شکل ۷-۷۲ و ۷-۷۳ نیز نقشه ماهواره‌ای رودخانه‌ای در فرانسه که با دبی‌سنج ترانزیت تایم اندازه‌گیری می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۷۰. نحوه قرارگیری Path سنسورهای ترانزیت تایم در یک رودخانه

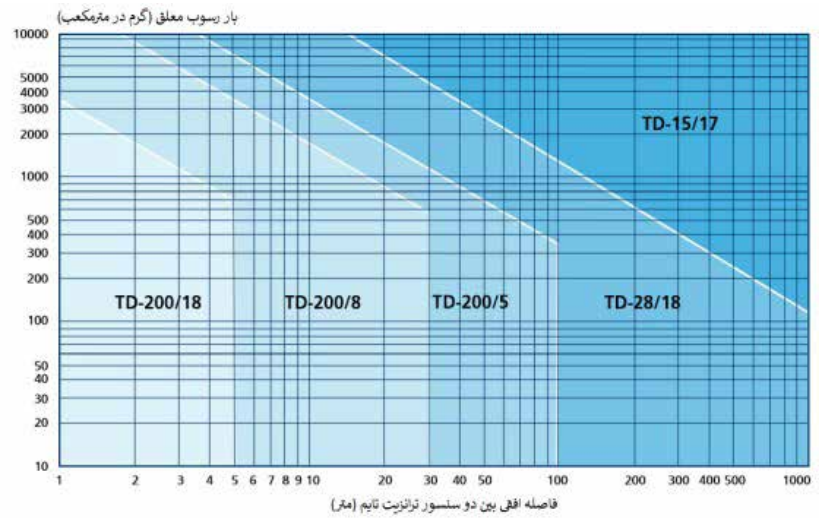


شکل ۷-۷۱. پلان قرارگیری Path سنسورهای ترانزیت تایم در یک رودخانه

شکل ۷-۷۲. نقشه ماهواره‌ای رودخانه‌ای در فرانسه که با دبی سنج ترانزیت تایم اندازه‌گیری می‌شود

شکل ۷-۷۳. تصویری از پست‌های کنار رودخانه که روی آنها سنسورهای ترانزیت تایم نصب شده است.

نکته مهم این است که سنسورهای ترانزیت تایم دارای طول عمر بالایی هستند و هیچ گونه مشکلی روی سنسورها بابت فیلم لجن یا رسوبات روی آن‌ها پیش نمی‌آید، اما مسأله مهم این است که در زمان طراحی سیستم دبی‌سنجی با روش ترانزیت تایم باید بر اساس حداکثر میزان مواد معلق داخل ستون آب، سنسورهای مناسب که بتواند امواج التراسونیک را با قدرت کافی به آب ارسال بکنند، انتخاب کرد. در جدول زیر رابطه بین عرض کانال یا رودخانه (فاصله بین دو سنسور ترانزیت تایم) و میزان بار معلق داخل رودخانه نمایش داده می‌شود و باید بر اساس این جدول متناسب با هر رودخانه سنسور مناسب را انتخاب نمود (شکل ۷-۷۴).



شکل ۷-۷۴ . جدول انتخاب سنسور ترانزیت تایم متناسب با عرض رودخانه و بار معلق رسوب آن

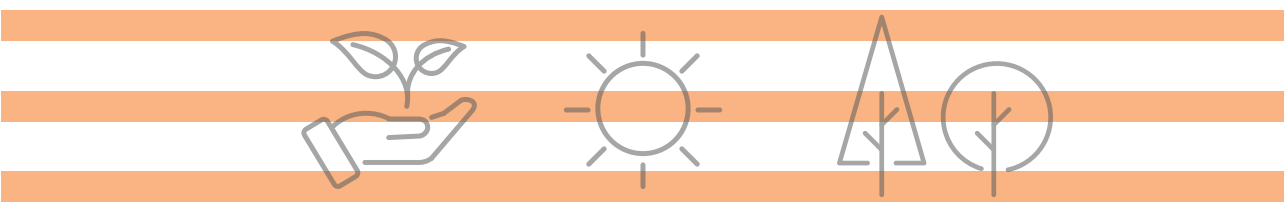
۷-۱۲- جمع‌بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل

در این فصل که در ادامه فصل ششم تدوین شد، در خصوص تجهیزات و روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای قابل پایش در محیط های آبی موارد جامعی ارائه گردید.

مرور مطالب این فصل به کارشناسان این امکان را می‌دهد تا ضمن آشنایی با تجهیزات پایش و روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی در محیط‌های آبی، قدرت انتخاب و تصمیم‌گیری بهتری نسبت به طراحی سیستم پایش برای تالاب مدنظرشان داشته و طراحی بهینه انجام دهند. همچنین گفتنی‌است مرور مطالب فصل پنجم، ششم و هفتم به انتخاب فرآیند پایش کارآمد کمک شایانی نموده و از ارکان اصلی این شیوه‌نامه کاربردی به‌شمار می‌رود.

منابع

- www.endress.com کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری دبی، فشار، آنالایزر آلمانی
- www.vega.com کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری تراز التراسونیک و راداری
- www.hydrovision.de کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری دبی در کانال‌های روباز و رودخانه‌ها
- www.hach.com کمپانی آمریکایی تولید کننده تجهیزات و آنالایزرهای آزمایشگاهی و آنلاین
- www.aquaread.com کمپانی انگلیسی تولید کننده تجهیزات پرتابل کیفی آب
- www.go-sys.de کمپانی آلمانی تولید کننده آنالایزرهای آنلاین کیفی آب، مواد مغذی، بار مواد آلی
- www.sea-sun-tech.com کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری پرتابل کیفی آب
- www.bbe-moldaenke.de کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری کلروفیل آ، مواد سمی
- www.hydrobios.de کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات نمونه‌برداری، آب، رسوب، پلانکتونی
- www.watersam.com کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات نمونه‌برداری اتوماتیک
- www.wtw.com کمپانی آمریکایی تولید کننده تجهیزات و آنالایزرهای آنلاین کیفی آب
- www.hydronet.co.kr کمپانی کره ای تولید کننده دیتالاگرهای اندازه گیری تراز آب و شوری
- www.trios.de کمپانی آلمانی تولید کننده تجهیزات اندازه گیری بار مواد آلی و کلروفیل
- www.aadi.no کمپانی آمریکایی، تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری دریایی، جریان سنج و بویه‌های دریایی
- www.seba-hydrometry.com کمپانی آلمانی، تولید کننده تجهیزات هیدرومتری و ترازسنج و مولینه
- www.ott.com کمپانی آمریکایی تولید کننده تجهیزات هیدرومتری، مولینه و دبی سنجی
- www.seabird.com کمپانی آمریکایی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری پرتابل کیفی آب
- www.idronaut.it کمپانی ایتالیایی تولید کننده تجهیزات اندازه‌گیری پرتابل کیفی آب
- www.seibold-wasser.com کمپانی اتریشی تولید کننده آنالایزرهای آنلاین فلزات سنگین
- www.tethys-instruments.com کمپانی فرانسوی تولید کننده آنالایزرهای آنلاین کیفیت آب و فاضلاب
- www.lar.com کمپانی آلمانی تولید کننده آنالایزرهای احتراقی بار مواد آلی



فصل هشتم

اجزای مختلف برنامه پایش اکوسیستم یک تالاب و بکارگیری داده‌های تولید شده

مطالب ارائه شده در این شیوه‌نامه تاکنون در راستای آشنایی و طراحی اولیه یک سیستم پایش کارآمد برای یک تالاب بوده است، این اقدام در مرحله اول بسیار ارزشمند و حائز اهمیت است اما جهت تدوین برنامه‌های پایش بلندمدت، به تعریف سازوکار توسعه‌ای در ارتباط با عملیات پایش نیاز است تا بتوان با گذشت زمان به تعداد و قابلیت‌های این سیستم‌ها در نقاط مختلف تالاب مبادرت ورزید و به پیاده‌سازی برنامه جامع مدیریت تالاب کمک نمود.

از سوی دیگر نحوه‌ی مدیریت داده‌های حاصل، ذخیره‌سازی و تحلیل آن نیز به عنوان ارکان تکمیل کننده فرآیند پایش اهمیت بسیاری دارد که در این فصل مورد بررسی و تشریح قرار خواهد گرفت.

۸-۱- اهداف توسعه برنامه پایش

در صورتی که برنامه‌های پایش تالاب‌ها به خوبی طراحی و اجرا شوند، ابزاری مهم برای دست‌اندرکاران در جهت مدیریت و محافظت بهتر از منابع تالابی خواهند بود. این برنامه‌ها و داده‌های حاصل از آن به ذینفعان اجازه می‌دهند تا یك معیار پایه برای وسعت، شرایط و عملکرد تالاب‌ها تعیین کنند تا تغییرات را در طول زمان پیگیری، مقدار آن را ارزیابی و روندها را مشخص نمایند. ارزیابی و نظارت همچنین نقشی اساسی در دیگر عناصر کلیدی موجود در برنامه‌های تالاب‌ها ایفا می‌کنند. برای مثال، مسئولان استانی روند تغییرات سایت‌ها را در مقایسه با شرایط مرجع مورد ارزیابی قرار می‌دهند تا تعیین کنند که آیا استانداردهای عملکردی را برآورده می‌کند یا

خیر و به این شکل مناطقی را که نیاز به اقدامات محافظتی دارند، شناسایی می‌کنند. برنامه‌های نظارتی، به منظور ردیابی وقوع عوامل مخرب غیرمجاز، بررسی راهکارها برای جلوگیری و به حداقل رساندن تأثیرات بر نتایج حاصل از سیستم پایش تکیه دارند. فرآیند ارزیابی و نظارت همچنین می‌تواند جهت رصد شرایط در هر دو بخش تالاب و جریانات بالادست آن اعمال شود و ابزاری برای کمك به تصمیم‌گیری‌های دولتی باشد. سازمان‌های ذیربط می‌توانند از داده‌های پایش برای تعیین استاندارد کیفیت آب نیز استفاده کنند. در نهایت استراتژی‌های پایش، با تلفیق داده‌های نظارت بر تالاب‌ها با اطلاعات دیگر منابع آبی، به یك پل مهم بین تالاب‌ها و دیگر برنامه‌های آبی در یك حوضه آبی تبدیل می‌شوند.

اجرای برنامه پایش و توسعه تدریجی آن در یک تالاب اهداف زیر را دنبال می‌کند:

۱. توسعه یك استراتژی پایش منطبق با عناصر یك برنامه پایش اکوسیستمی
۲. امکان استفاده ذینفعان تالاب از داده‌های حاصل برای تصمیم‌گیری‌های تخصصی
۳. اجرای یك برنامه نظارت پایدار منطبق بر استراتژی نظارت بر تالاب‌ها و تدوین استراتژی‌های حفاظتی

این سه هدف به طور کلی با مراحل توسعه برنامه‌های پایش کلان کشوری نیز مطابقت دارد. برخی استان‌ها و یا جوامع محلی ممکن است در مراحل اولیه صرفاً یک برنامه نظارتی بخواهند و روی گام‌های هدف اول تمرکز کنند؛ آنهایی که یك برنامه نظارتی را در دست اجرا دارند به احتمال بیشتر وارد گام‌های هدف دوم می‌شوند.

اقدامات هدف سوم، فهرستی از برنامه‌های کاربردی برای مناطق و مواردی است که اطلاعات نظارتی قابل توجهی در دست دارند و آماده استفاده از اطلاعات در تصمیم‌گیری‌های مدیریت برنامه‌ای هستند.

۲-۸ فهرست اقدامات برنامه‌سازی

اقدامات زیر نشان می‌دهد که چگونه یك سازمان ذیربط با برنامه مدیریت جامع تالاب می‌تواند در توسعه، اجرا و استفاده از یك استراتژی پایش شرکت کند تا به اهداف برنامه خود دست یابد. این اقدامات برای هر برنامه پایش تالاب از جمله آن‌هایی که از ارزیابی‌های عملکردی یا موقعیتی استفاده می‌کنند، فراگیر هستند. (US EPA، ۲۰۰۶)

• هدف ۱ (برای برنامه‌های مصوب در اولین مراحل پایش): توسعه یك استراتژی پایش منطبق با عناصر یك برنامه پایش اکوسیستمی

اقدامات	فهرست فعالیت‌ها
شناسایی تصمیمات برنامه و پیامدهای بلندمدت زیست‌محیطی که برنامه پایش تالاب برای آن‌ها اجرا خواهد شد.	* ثبت اهداف بلندمدت زیست‌محیطی برنامه * شناسایی برنامه‌هایی که در نهایت از داده‌های نظارت استفاده خواهند کرد؛ از جمله روند ردیابی، صدور مجوز، اقدامات حفاظتی * همکاری با برنامه های کیفیت آب منطقه‌ای در یک منطقه مشخص * تعیین نحوه استفاده از داده‌های تالاب برای برنامه‌ریزی حوضه‌های آبریز
تعریف اهداف و استراتژی‌های نظارت بر تالاب‌ها	* هماهنگی با اکثر ذینفعان مربوطه، برای مثال: سازمان‌های جهادکشاورزی، آبخیزداری، شیلات، دانشگاه‌ها، گروه‌های فعال منطقه‌ای و ملی * بررسی دیگر منابع برای اطلاعات حاصل از نظارت در یک تالاب محلی * تعیین اهداف نظارت * تعریف ضرورت و کاربردهای داده‌ها * هماهنگی با برنامه نظارت بر کیفیت آب در سطح منطقه مورد مطالعه برای شناسایی اهداف و فعالیت‌های مشترک * بررسی نحوه ادغام استراتژی‌های نظارت بر تالاب‌ها با اقدامات فعلی نظارت بر کیفیت آب، در صورت امکان * ثبت استراتژی نظارت بر تالاب‌ها
توسعه طرح نظارت بر پایش یا رویکرد انتخاب بهترین سایت که به بهترین شکل در خدمت اهداف نظارت باشد (برای مثال، سرشماری، آمارگیری احتمالی و غیره)	* تعیین طرح طبقه‌بندی به منظور گروه‌بندی نوع، طبقه، کلاس و اندازه تالاب‌ها * توصیف فرآیند انتخاب سایت * فهرست کردن تمام منابع تالاب که در صورت امکان بتوان سایت را از میان آنها انتخاب کرد * تعیین اینکه کدام داده‌ها در حال حاضر در دسترس هستند
انتخاب یک مجموعه اصلی از شاخص‌ها یا یک رشته عملکرد برای معرفی وضعیت تالاب	* تعیین شاخص‌های مرتبط با اهداف نظارت * تأیید شناسه‌هایی که از لحاظ علمی قابل دفاع هستند * توسعه/ انتخاب روش‌های میدانی * افزودن شاخص‌های تکمیلی در صورت نیاز و موجود بودن در منابع

هدف ۲ (برای برنامه‌های آماده برای اجرای پایش):

اقدامات	فهرست فعالیت‌ها
اطمینان از اعتبار علمی فعالیت‌های آزمایشگاهی و نظارت	* پیش‌نویس و بررسی دقیق برنامه مدیریت کیفیت پایش * پیش‌نویس و بررسی دقیق طرح تضمین کیفیت پایش * پیش‌نویس و بررسی دقیق کتابچه‌های راهنمای عملیات میدانی * انتخاب، اولویت دادن و بررسی دقیق شاخص‌های ارزیابی منتخب
نظارت بر منابع تالاب‌هایی که در استراتژی مشخص شده است	* تعیین و آموزش کارکنان برای نظارت بر هر شاخص * تغییر استراتژی نظارت با اجرای تعدادی کافی از پروژه‌های نظارت آزمایشی (پروژه‌هایی در مقیاس کوچک برای آزمایش روش‌ها، درجه‌بندی، ارتقای شبکه موجود و غیره) * توسعه یک برنامه زمان‌بندی برای پایش منابع تالاب‌ها * پیگیری شرایط سایت‌هایی که تحت نظارت قرار گرفته‌اند
ایجاد شرایط مرجع	* تعریف شرایط مرجع (درجه‌بندی از تالاب‌های نرمال تا تالاب‌های در معرض خطر) * تعریف شرایط استاندارد مرجع (برای مثال، بهترین شرایط قابل دستیابی، وضعیت کمترین مداخله، سابقه شرایط، بهترین قضاوت حرفه‌ای) * تعیین فرآیند برای اندازه‌گیری وضعیت استاندارد مرجع (برای مثال، سایت‌های مرجع با داده‌های قبلی) * انتخاب سایت‌های مرجع با استفاده از یک راهکار سیستماتیک
ردیابی داده‌های نظارت در یک سیستم قابل دسترسی، به روزرسانی در فواصل منظم و ادغام با دیگر داده‌های کیفیت آب منطقه‌ای	* طراحی یک سیستم مدیریت داده که از اهداف برنامه حمایت کند * اجرا و به روزرسانی سیستم داده‌ها تا یک منطقه بتواند برای تجزیه و تحلیل از آن استفاده کند * سازگار و به روز کردن سیستم داده‌ها با استانداردهای کیفیت آب * ادغام با دیگر سیستم‌های داده‌های کیفیت آب (برای مثال پایگاه اطلاعاتی برنامه‌ریزی حوضه‌های آبریز محلی) * جمع‌آوری داده‌های جغرافیایی برای ارائه گزارش * تعیین سایت‌ها برای نمونه‌گیری مداوم برای روندیابی
تحلیل داده‌های نظارت برای ارزیابی وسعت تالاب‌ها و شرایط عملکردی یا اطلاع‌رسانی به تصمیم‌گیران	* ثبت فرآیندهای ارزیابی و تحلیل داده‌ها * توسعه روش ارزیابی برای تعیین شرایط آستانه نسبت به وضعیت استاندارد مرجع (به عبارت دیگر خروج از وضعیت استاندارد مرجع) * تعیین شرایط پایه برای تالاب * تحلیل تغییرات در وسعت یا وضعیت تالاب نسبت به شرایط مرجع * تحلیل تغییرات در وسعت یا وضعیت تالاب در واکنش به تغییرات آب و هوایی * گزارش‌های منظم در خصوص وضعیت تالاب و روندها (برای مثال، گزارش سالانه از افزایش یا کاهش سطح تراز آب)

هدف ۳ (برای توسعه‌یافته‌ترین برنامه‌هایی که در حال حاضر تالاب‌ها را ارزیابی و نظارت کرده‌اند):

اقدامات	فهرست فعالیت‌ها
بررسی برنامه پایش برای تعیین اینکه تا چه اندازه اهداف برنامه نظارت ابلاغی را تأمین می‌کند	* طراحی یک برنامه زمان‌بندی برای بررسی برنامه نظارت بر پایش * پیگیری ارزیابی‌های برنامه * تضمین این که روش ارزیابی، اطلاعات لازم را فراهم می‌کند * ایجاد تغییرات در برنامه در صورت لزوم * بررسی دیگر عناصر برنامه تالاب‌ها (برای مثال راهکارهای حفاظتی، قوانین، استانداردهای کیفیت آب) * اصلاح دیگر جنبه‌های برنامه تالاب‌ها در صورت لزوم بر اساس بررسی داده‌های پایش
ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی یک اقدام یا مجموعه‌ای از اقدامات؛ اصلاح برنامه‌ها در صورت لزوم بر اساس داده‌های پایش	* اطلاع از احکام مجوزهای محلی (برای برداشت آب یا فعالیت‌های کشاورزی و آبزی‌پروری)
بهبود مدیریت سایت و منابع تالاب‌ها	* گنجاندن پایش در تکنیک‌های حفاظتی * تعیین شاخص‌های زیست‌محیطی معنادار برای سنجش میزان موفقیت در بازسازی تالاب آسیب دیده * ارزیابی عملکرد سایت‌های حفاظت شده * ارزیابی خدمات اکوسیستمی ارائه شده توسط تالاب‌های مورد مطالعه
توسعه حفاظت، بازسازی و برنامه‌های مدیریت تالاب‌ها	* شناسایی و اولویت دادن به حوزه‌های مدیریتی (برای مثال، شناسایی تالاب‌های آسیب‌پذیر، اولویت دادن به پتانسیل‌های بازسازی) * گنجاندن تالاب‌ها در یک برنامه جامع حوضه آبریز که نیازهای مدیریت کیفیت آب منطقه‌ای را برآورده می‌کند * ارزیابی پیشرفت در جهت رسیدن به اهداف شناسایی شده تالاب در دیگر پروژه‌ها/ برنامه‌ها، برای مثال: برنامه‌های اقدامات حفاظت از حیات وحش و تنوع زیستی * اطلاع از اقدامات گسترده‌تر در حوضه‌های آبریز (برای مثال، کاهش فرسایش، ذخیره‌سازی سیلاب، کاهش انباشتگی مواد مغذی و غیره.)

۸-۳- نحوه ثبت اطلاعات در بانک‌های اطلاعات کیفی

شرط اولیه برای تحلیل داده‌ها، ارزیابی روند تغییرات آن در طول زمان می‌باشد که این امر ضرورت ثبت داده‌ها در یک بانک اطلاعاتی را بیش از پیش آشکار می‌سازد. این بانک‌های اطلاعاتی در ادامه به تفصیل معرفی‌شده‌اند.

۸-۳-۱- طرح اولیه ایجاد بانك اطلاعات

قبل از تشکیل بانك اطلاعات لازم است ساختار اولیه آن به دقت مورد بررسی قرار گیرد. با توجه

به نقطه نظرات کارفرما باید مشخص شود که آیا این بانك اطلاعات قرار است از نظر ورود اطلاعات کاملاً 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 بانك اطلاعات مد نظر قرار گرفته و تصمیم‌گیری شود. کارفرمای محترم باید مشخص نماید آیا مایل است اطلاعات توسط تیم‌های مختلف در استان‌ها و یا تالاب‌های مختلف وارد بانك اطلاعات شود و یا فقط در دفتر مرکزی این کار انجام گردد. البته در هر صورت فرض بر این است که امکان دسترسی به اطلاعات و گزارش‌گیری توسط کاربران مختلف در نقاط مختلف کشور فراهم باشد.

۸-۳-۲- بانک‌های اطلاعات کیفی، محلی، منطقه‌ای و ملی

تالاب‌های مختلف کشور در استان‌های مختلف واقع شده و تحت مدیریت ادارات کل محیط‌زیست استانی می‌باشد. در هر استان اطلاعات تالاب‌های تحت مدیریت جمع‌آوری شده و در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می‌گردد. تعدادی از تالاب‌های کشور فراتر از یک یا چند استان می‌باشند بصورتی که سرشاخه یا بخش‌هایی از آن در یک استان بوده و بخش‌های دیگر در یک یا چند استان همسایه قرار گرفته است. در خصوص این تالاب‌ها باید بصورت منطقه‌ای عمل نمود به عبارتی پایش‌های آنی تالاب‌های بزرگ از طریق پایش‌های زیر بخشی انجام شده و هر استان اطلاعات خود را وارد بانک اطلاعاتی می‌نماید. لیکن با ایجاد یک مدیریت جامع در یکی از ادارات محیط‌زیست استانی، می‌توان کلیه اطلاعات در این مرکز را دریافت و تجزیه و تحلیل نمود و در اختیار سایر ذینفعان و سازمان‌های مرتبط قرار داد.

در سطح ملی این موضوع باید از طریق دریافت اطلاعات توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست با استفاده از اینترنت و دسترسی به شبکه Online مربوطه برای هر سایت بصورت بانک اطلاعاتی مربوطه در شبکه‌های داخلی سازمان محیط‌زیست استان دریافت گردد و مجموعه این اطلاعات در شبکه مرکزی سازمان محیط زیست ذخیره، پردازش و تجزیه و تحلیل شود.

۸-۳-۳- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی برای پایش لحظه‌ای (Online)

در این خصوص نیز سه عامل مهم دسترسی به اطلاعات، سازگاری اطلاعات و جلوگیری از دوباره‌کاری باید در ساختار بانک اطلاعات مد نظر قرار گرفته و تصمیم‌گیری شود. در هر صورت ضرورت ایجاب می‌کند که تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده در یک قالب و در یک محل ذخیره

گردد. به همین منظور می‌بایست 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. بهترین گزینه جهت ذخیره‌سازی اطلاعات استفاده از مفهوم Relational Database می‌باشد.

با توجه به نیاز دسترسی به بانک اطلاعاتی و برنامه مربوطه می‌بایست امکانات دسترسی به بانک اطلاعاتی از راه دور (Remote) فراهم آید. بدین منظور می‌بایست برنامه بانک اطلاعاتی مورد نظر به صورت Web based تهیه شود تا قابلیت دسترسی از کامپیوترهای مختلف و از راه دور را داشته باشد. با توجه به نیاز به امنیت و امکان Web based بودن برنامه می توان از بانک اطلاعاتی SQL Server و جهت تهیه Application از زبانهای برنامه نویس مبتنی بر تکنولوژی Net Framework مانند C# و VB.Net استفاده نمود.

همچنین می‌بایست سروری که بدین منظور تخصیص داده می‌شود از لحاظ امکانات سخت‌افزاری در حدی باشد که قابلیت سرویس‌دهی به دیگر کامپیوترها را داشته باشد. کامپیوترهایی که نیاز به دسترسی به بانک اطلاعاتی را دارند می‌بایست Net Framework بر روی آنها نصب شده باشد. این Service Pack معمولاً با ۲ Package نصب می‌شود. جهت تهیه چنین سیستمی می‌بایست حداقل یک کارشناس آشنا به تمامی پارامترها و داده‌های مورد نیاز و روش تحلیل آن‌ها و نیز حداقل یک کارشناس یا متخصص نرم افزار و بانک‌های اطلاعاتی با این پروژه همکاری نمایند.

۸-۴- معرفی بانک‌های اطلاعاتی مناسب

امروزه نرم افزارها امکانات مختلفی برای موضوع لایه‌های اطلاعاتی و بانک‌های اطلاعاتی دارند که می‌توانند عملیات‌های غربال‌گری و جداسازی اطلاعات، محاسبات اولیه و آنالیزهای آماری پیشرفته را برای اطلاعات وارد شده به کامپیوتر انجام دهند. این نرم افزارها، مزایای زیادی داشته و به راحتی می‌توان از آنها برای رسم نمودارها و جداول مختلف استفاده نمود و به راحتی آن‌ها را بازنگری و ویرایش کرده و یا تغییراتی را در آن ایجاد نمود. نرم افزارهایی که بیشتر در این خصوص استفاده می‌شود نرم افزارهایی نظیر Lotus ، Excel 123 و Quattro Pro می‌باشند.

جهت مدیریت داده‌های فراوان باید از نرم افزارهای بانک اطلاعاتی استفاده نمود. بانک‌های اطلاعاتی می‌توانند داده‌های زیادی را ذخیره‌سازی نموده و اطلاعات مرتبط را از یک فایل به فایل دیگر انتقال داد. همچنین اطلاعات را می‌توان به اطلاعات کوچکتر تقسیم‌بندی نمود. در صورتی که از بانک اطلاعاتی استفاده می‌شود این اطلاعات یا بخشی از آن می‌تواند به نرم‌افزارهای آماری جهت انجام محاسبات آماری یا رسم نمودارها و جداول انتقال داده شود. نرم‌افزارهایی که عموماً

برای بانک اطلاعاتی استفاده می‌شود شامل Access ، File Maker Pro ،dBase و Faxpro است. از آنجا که در حال حاضر با استفاده از نرم افزارهای GIS می‌توان ارتباط بین ایستگاه‌ها و اطلاعات را برقرار نمود و در بعضی از پردازش‌های اطلاعات به‌ویژه ارائه موقعیت جغرافیایی بسیار مناسب می‌باشد لذا می‌توان از بانک‌های اطلاعاتی نرم‌افزارهای GIS استفاده نمود اما از آنجا که انجام تحلیل‌های آماری و ریاضی در این نرم افزارها محدود می‌باشد لذا می توان از نرم افزارهایی استفاده نمود که قابلیت ارتباط با نرم‌افزارهای GIS نظیر Arc GIS را داشته و همچنین دارای قابلیت تحلیل‌های آماری و ریاضی باشد. نرم افزارهای پیشنهادی جهت بانک های اطلاعاتی باید دارای چند خصوصیت زیر باشند:

- امکان استفاده در سیستم‌های عاملی که اغلب نرم افزارهای آماری، مدلسازی و GIS در آن محیط توانایی کاربرد دارند و در کشور رایج است را داشته‌باشد. رایج ترین سیستم عامل در دنیا و کشور ایران Windows است.
- امکان ارتباط با نرم افزارهای GIS نظیر Arc GIS و Arcview و نرم افزارهای آماری تخصصی نظیر Spss را داشته باشد.
- امکان استفاده در شبکه‌های اطلاعاتی را داشته‌باشد. (دستورالعمل نحوه پایش زیست محیطی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها،۱۳۹۱)

۸-۵- بررسی و ارائه روش نگهداری داده ها

داده‌ها می‌تواند در قالب جداول مختلف با عناوین محتوایی زیر جمع‌آوری گردد:

۱- جدول تیم پایش

۲- جدول وقایع

۳- جدول اطلاعات عمومی داده‌ها

در صورت نیاز می‌توان جداول دیگری نیز به عنوان جدول اصلی به بانك اطلاعات اضافه نمود. به عنوان مثال اگر فرآیند 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 نظیر نوع نمونه، کد آن، نام پارامتر اندازه‌گیری شده و مقدار و واحد آن ثبت می شود.

به عنوان جداول مرجع می توان از جداول زیر استفاده نمود.

۱- جدول ایستگاه‌ها (الزامی)

۲- جدول تقسیم‌بندی مناطقی که مخازن سدها در آن قرار گرفته‌اند (اختیاری).

۳- جدول موسسات مشارکت کننده در اندازه‌گیری‌ها (اختیاری)

۴- جدول پروژه‌های پایش (درصورتی که پایش کیفی مخازن در قالب پروژه‌های مختلف انجام می‌شود)

۵- جدول آزمایشگاه‌هایی که بر روی نمونه‌ها کار انجام می‌دهند (الزامی)

۶- جدول پارامترها (الزامی)

۷- جدول کد نمونه‌ها (الزامی)

۸- جدول کد لایه‌ها (الزامی)

۹- جدول کد واحد اندازه گیری پارامترهای کیفی (الزامی)

۱۰- جدول روش اندازه‌گیری پارامتر کیفی (الزامی)

۱۱- جداول مربوط به کد شرایط مختلف اقلیمی (ابر، باران، سرعت و جهت باد)

۱۲- جدول کد مشکلات اندازه گیری داده ها در میدان و یا آزمایشگاه

داده ها را می توان به چند صورت زیر نگهداری نمود.

۱- بایگانی برگه های اطلاعاتی بطور کامل

۲- ضبط بر روی لوح فشرده به صورت دوره های زمانی هفتگی

۳- ایجاد یک حافظه در شبکه سازمان محیط زیست و ضبط این اطلاعات در حافظه مربوطه

۸-۶- روش‌های مختلف پردازش اطلاعات

جهت پردازش بر روی اطلاعات جمع آوری شده می‌بایست اطلاعات و داده های خام، از قبل با توجه به نیازها و خواسته‌ها گروه‌بندی گردد تا روش تحلیل هر یك 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 داده ها مشخص خواهند شد و می‌بایست درنظر گرفته شوند.

۸-۷- نحوه کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در عملیات پایش

برای استفاده از قابلیت های GIS می‌بایست این نرم افزار تهیه شده قابلیت ورود و خروج داده‌ها را به نرم افزارهای مربوطه مانند ILWIS داشته باشد. بنابراین می‌بایست تمهیدات لازم جهت ذخیره سازی به فرمت این گونه نرم افزارها در هنگام تهیه نرم افزار منظور گردد.

۸-۸- تجزیه و تحلیل داده‌ها و گزارش‌دهی

آخرین مرحله در فرآیند پایش، آنالیز و ارائه داده‌ها به همراه تفسیر نتایج و گزارش‌نویسی می‌باشد .این مرحله اهمیت زیادی دارد زیرا میزان موفقیت فرآیند پایش در رسیدن به نتایج تعیین شده را نشان می‌دهد. از سوی دیگر این مرحله اطلاعات لازم جهت تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد. انتخاب بهترین راه حل جهت حل مشکل پیکره آبی تالاب، تحلیل داده‌های حاصل از پایش می‌باشد.

علی‌رغم اینکه امروزه نقش کامپیوترها در کمک به فرآیند آنالیز داده‌ها و ارائه نتایج امکان‌پذیر می‌باشد اما با این وجود چنین فعالیت‌هایی همچنان نیازمند نیروی انسانی بوده و از این گذشته انجام این مرحله به داشتن اطلاع کامل از شرایط گذشته تالاب و به‌کارگیری روش‌های آماری نیازدارد. وجود کامپیوتر و نرم افزارهای آماری باعث شده که به مرحله آنالیز داده‌ها و تفسیر آن توجه کافی نشود. از این گذشته نحوه تلفیق این مرحله با سایر مراحل انجام گرفته از دیگر مشکلات پیش روی می‌باشد. ارزیابی وضعیت محیط زیست منطقه و یا بررسی میزان بهبود صورت گرفته در شرایط کیفی تالاب بستگی زیادی به این بخش دارد.

تحلیل، ذخیره و بازیابی داده‌های پایش تالاب به طراحی یک سیستم ذخیره اطلاعات مربوط به آن نیاز دارد که با در نظر گرفتن ملاحظات مختلف باید انجام شود. اطلاعات مورد نیاز باید به روشی ذخیره شود که ضمن حفظ صحت داده‌ها، از سرعت بالایی جهت بازیابی اطلاعات ذخیره شده برخوردار باشد. هرچند که ارائه یک سیستم واحد که نیازهای مربوط به کلیه واحدهای درگیر در فرآیند ارزیابی شرایط تالاب را فراهم آورد دشوار است، اما چندین معیار اساسی وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان چارچوب جهت تصمیم‌گیری صحیح در این زمینه به مسئولین کمک نماید.

قبل از ظهور و پیدایش کامپیوترها اطلاعات جمع‌آوری شده مربوط به پایش در پرونده‌های ویژه‌ای نظیر دفترچه‌های آزمایشگاهی ذخیره می‌شد. در صورت کوچک بودن اندازه پروژه پایش، این سیستم می‌تواند جوابگو باشد اما در هنگام کار در مقیاس وسیع نظیر اطلاعات جمع‌آوری شده در سطح ملی دیگر این روش از کارایی لازم برخوردار نخواهد بود.

در کشورهای پیشرفته و با تعداد تالاب‌های زیاد ، به ازاء هر تالاب یک ایستگاه پایش وجود دارد در حالی که در هر ایستگاه حدود ۲۰ فاکتور مربوط به پایش شرایط تالاب مورد بررسی قرار می‌گیرد .

۸-۹- تحلیل داده‌ها

آمار علمی است که با جمع‌بندی، جدول‌بندی و آنالیز داده‌ها سروکار دارد. روش‌های آماری قادر به خلاصه نمودن و ارزیابی مقادیر داده‌های کوچک یا بزرگ ساده یا پیچیده می‌باشند. علم

آمار به منظور چکیده نمودن مجموعه داده‌های پایش به اشکال ساده‌تر و قابل فهم‌تر نظیر میانه یا میانگین به‌کار می‌رود. از این گذشته سوالات پیرامون ماهیت داده‌های شرایط کیفی تالاب را نیز می‌توان به کمک روش‌های آماری پاسخ داد.

۸-۱۰- مقایسه نتایج حاصل از پایش با معیارها و استانداردهای معتبر

یکی از اهداف پایش تالاب، مشخص نمودن وضعیت تطابق کیفی شرایط آب آن برای مصارف مختلف می‌باشد به عبارتی برای کیفیت آب تالاب استاندارد خاصی وجود نداشته و استانداردها با توجه به نوع مصارف آب آن تدوین شده است. مهمترین مصارف آب که برای آن‌ها استانداردهایی طراحی شده است شامل مصارف شرب، کشاورزی، صنعت، تفرجی و حفاظت در برابر سیلاب می‌باشد. برای هر کدام از این مصارف تعدادی از پارامترها به‌عنوان عوامل اصلی محسوب می‌شوند و استاندارد بر اساس این پارامترها طراحی شده‌است. جهت مقایسه نتایج حاصل از پایش با معیارها و استانداردهای معتبر کیفیت آب، بایستی اقدامات زیر انجام شود. همچنین می‌توان از استانداردهای ملی امریکا NSF یا EPA استفاده نمود.

پس از تعیین استاندارد مربوطه، باید بین پارامترهای مورد نظر در استاندارد و پارامترهای پایش شده مقایسه انجام داد. پس از انتخاب پارامترها می‌توان متوسط هر پارامتر در طول دوره پایش را با استاندارد مقایسه نمود و یا در طول زمان پایش، وضعیت هر پارمتر را با استاندارد مقایسه کرد تا زمان‌های مغایرت یا تطابق با استاندارد در هر ایستگاه مشخص گردد. ضمناً درصد زمان های تطابق و عدم تطابق نیز از شاخص‌هایی است که می‌توان از آن استفاده نمود.

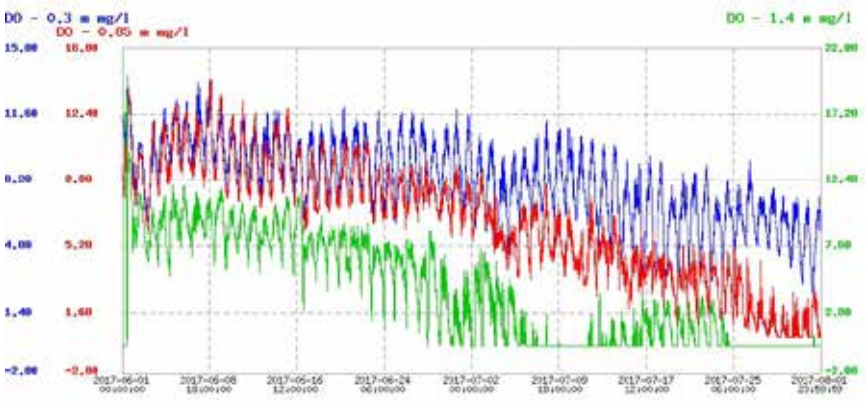
۸-۱۱- ارائه مثال از تحلیل داده‌های پایش در پایش آنلاین تالاب

همانطور که پیشتر نیز به آن اشاره شد، تحلیل داده‌های حاصل از پایش از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. این تجزیه و تحلیل هدف اصلی در پیاده‌سازی برنامه پایش و تعیین راهکارهای مؤثر در طرح‌های مدیریت جامع و حفاظت از تالاب می‌باشد.

در این بخش تحلیل داده‌های حاصل از سیستم پایش تالاب چغاخور مورد بررسی قرار می‌گیرد.

به عنوان مثال پارامتر اکسیژن محلول (که در فصول قبل در خصوص ماهیت، شیوه اندازه‌گیری و تجهیزات مربوطه آن صحبت شد) در ۳ عمق مختلف از تالاب چغاخور در ادامه تحلیل می‌گردد.

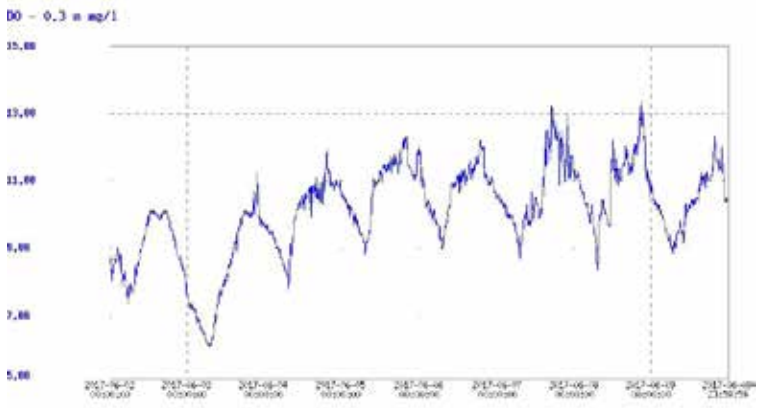
شکل ۸-۱ نتایج این اندازه‌گیری را در طول مدت زمان ۲ ماه نشان می‌دهد، فواصل اندازه‌گیری اکسیژن محلول در اعماق مختلف (۰/۳، ۰/۸ و ۱/۴) را نشان می‌دهد.



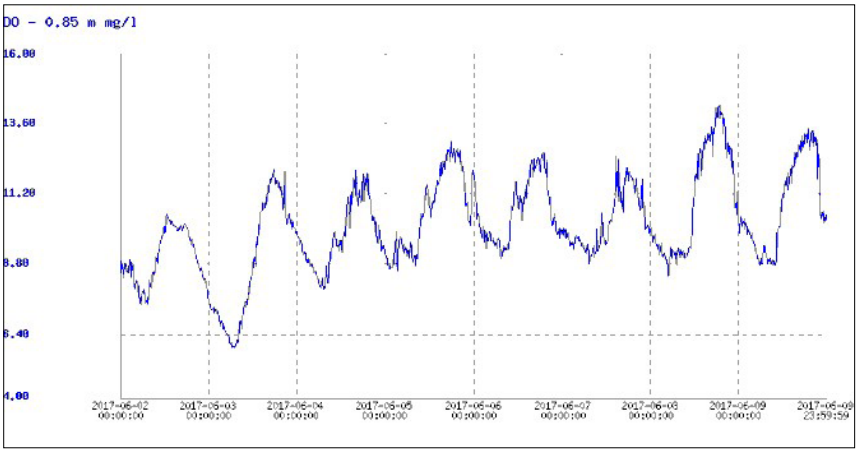
شکل ۸-۱. اندازه‌گیری پارامتر اکسیژن محلول

نمودار سبز رنگ متعلق به سنسور DO در عمق ۱/۴ متر است که در برخی مواقع کلاً صفر می‌شود. در حالیکه این مقدار در ترازهای بالایی به صفر نمی‌رسد. این مسأله گویای این است که در کف این تالاب رشد و تراکم گیاهان آبزی وجود داشته و روز به روز بیشتر می‌شود و شرایط به صورتی درمی‌آید که اصلاً فضایی برای ایجاد جریان آب در کف تالاب نیست. در تست انجام شده، سنسور عمق ۱/۴ متری بالاتر رفت و دیده شد که اکسیژن محلول همانند سنسورهای دیگر قابل قرائت بود و این امر حاکی از عملکرد صحیح سنسور و اثبات صفر بودن اکسیژن محلول در اعماق تالاب است که گویای شرایط بی‌هوازی است و این مسأله با نمونه‌گیری از کف تالاب و لجن موجود در آن اثبات گردید.

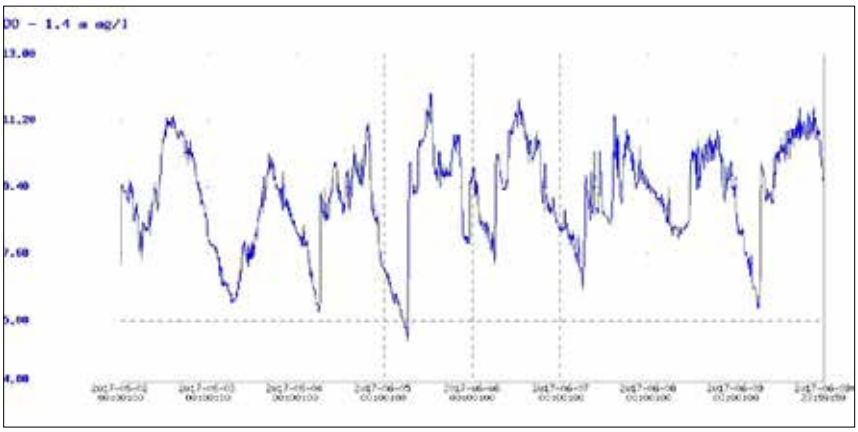
روند تغییرات اکسیژن محلول در اعماق مختلف در شکل‌های ۸-۲، ۸-۳ و ۸-۴ نیز نشان داده شده است:



شکل ۸-۲. اکسیژن محلول در عمق ۰/۳ متری



شکل ۸-۳. اکسیژن محلول در عمق ۰/۸ متری



شکل ۸-۴. اکسیژن محلول در عمق ۱/۴ متری

در تمامی این موارد بحث و بررسی تخصصی در خصوص روند تغییرات در بازه‌های زمانی مختلف و عارضه‌یابی تخصصی آن توسط تیم‌های خبره قابل انجام خواهد بود.

۸-۱۲- جمع بندی و هدف از ارائه مطالب این فصل

تدوین برنامه پایش تنها درصورتی اثر بخش و کارا خواهد بود که علاوه بر طراحی و انتخاب دقیق و درست سیستم‌های مورد استفاده، نگاه توسعه‌ای و پایدار هم در آن لحاظ شده باشد. توسعه برنامه پایش برای یک تالاب می‌تواند شامل تبیین چشم‌اندازهای آتی بر مبنای افزایش تعداد ایستگاه‌ها و سنسورهای اندازه‌گیری طیف گسترده‌تری از پارامترها باشد.

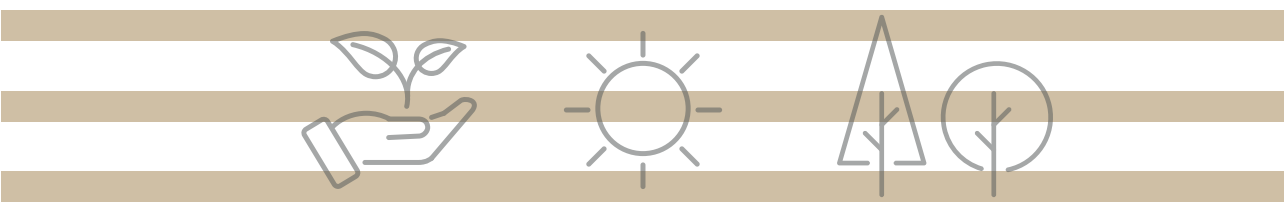
ذخیره‌سازی، پردازش و تحلیل داده‌ها نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و دستاورد اصلی یک برنامه پایش موفق جمع‌آوری و پردازش دقیق داده‌ها با تجزیه و تحلیل کارشناسانه می‌باشد تا بر مبنای آن ضمن تصمیم‌گیری در خصوص مدیریت تالاب بتوان اقدامات انجام شده را نیز مورد بررسی قرار داد. در این فصل نیز سعی شد تا درخصوص هریک از این موارد اطلاعات کافی در اختیار خواننده محترم قرار داده شود.

منابع

- دستورالعمل نحوه پایش زیست محیطی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها،۱۳۹۱

- -US EPA, 2006. Elements of a State Water Monitoring and Assessment Program for Wetlands.

- -US EPA, 2003. Elements of a State Water Monitoring and Assessment Program. EPA 841-B-03-003. Washington D.C.



فصل نهم

ارائه روش طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری از سیستمهای پایش لحظه ای در تالاب های کشور

۹-۱- جمع بندی فصول قبل جهت طراحی اولیه سیستم پایش

در این فصل از شیوه‌نامه پایش اکوسیستمی تالاب‌های ایران، جمع‌بندی مربوط به آنچه تاکنون در ارتباط با پایش تالاب‌ها گفته شد بر مبنای استفاده از این مطالب در راستای انجام طراحی و تصمیم‌گیری به‌منظور استقرار سیستم‌های پایش در یک تالاب ارائه خواهد شد.

با مطالعه فصول اول و دوم این شیوه‌نامه خواننده قادر خواهد بود تا به تشخیص سطح پایش انتخابی و دسته‌بندی تالاب مدنظر خود بپردازد. در فصول سوم و چهارم ابزارهای قانونی، دستورالعمل‌های موردنیاز و آگاهی از فعالیت‌های صورت‌گرفته در سطح جهان و ایران به خواننده منتقل خواهد شد. فصل پنجم آغاز ایفای نقش خواننده در تحلیل چارچوب کاری و انجام مطالعات پایه برای تالاب مورد بررسی به همراه ارائه اطلاعات مورد نیاز خواهد بود. بدینوسیله خواننده آماده انجام فهرست‌برداری و تهیه لیست پارامترهای موردنیازش خواهد بود که در فصل ششم بطور مفصل در خصوص آن اطلاعات کسب خواهد نمود. در فصل هفتم ضمن آشنایی با روش‌ها و تجهیزات مربوط به پایش پارامترها و در فصل هشتم چگونگی بهره‌برداری از اطلاعات حاصل ارائه می‌گردد تا خواننده در این مرحله قادر باشد با شناخت خود از تالاب مدنظر و اطلاعات کسب شده و با بهره‌گیری از مطالب این فصل به تصمیم‌گیری و طراحی در ارتباط با استقرار سیستم پایش بهینه پرداخته و بطور کاملاً حرفه‌ای به ارزیابی اقدام خود بپردازد.

۹-۲- نحوه‌ی طراحی نهایی سیستم پایش بر مبنای زیرساخت‌های موجود در محل و طرح اولیه اصلاح شده

۹-۲-۱- انتخاب محل مناسب پایش

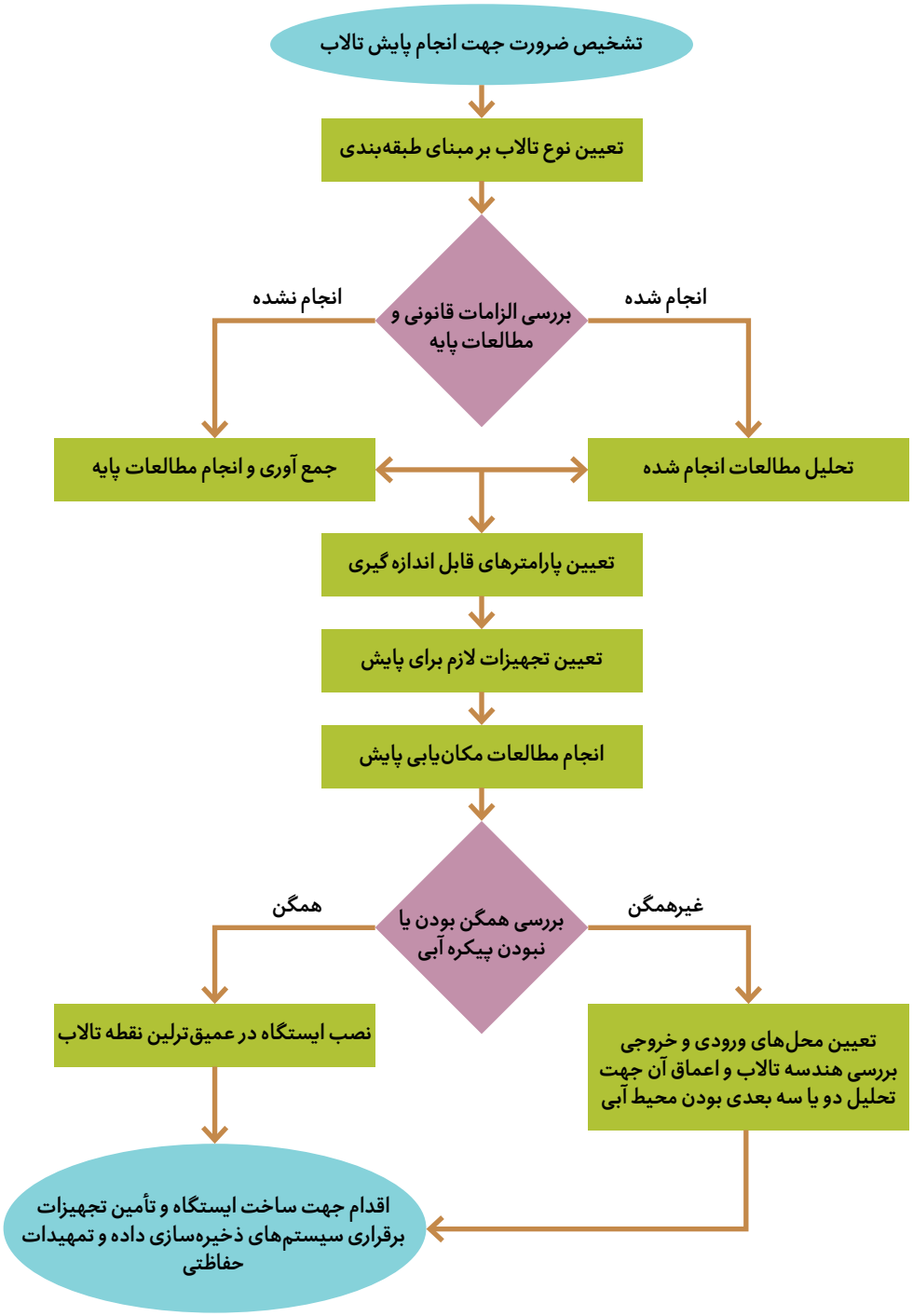
مسلماً مهم‌ترین کار در طراحی یك برنامه پایش، انتخاب محل مناسب جهت استقرار سیستم پایش است. انتخاب محل در یك برنامه پایش، بر اساس روش‌های مختلف میدانی و تحلیلی، صورت می‌گیرد. در این حالت انجام یک ارزیابی میدانی توسط سیستم‌های اندازه‌گیری پرتابل، درک کلی از شرایط پیکره آبی و تعیین مناطق بحرانی و مهم در استقرار سیستم‌های پایش را مشخص می‌نماید. حفاظت یا بهبود کیفیت سیستم آبی و اکوسیستمی یك تالاب، اغلب به توانایی برنامه پایش برای تعیین روابط دوز پاسخ بستگی دارد؛ برای مثال، رابطه غلظت مواد مغذی (دوز) با تکثیر پریفیتون‌ها (پاسخ) و یا انتشار مواد آلاینده (دوز) و کاهش میزان اکسیژن محلول (پاسخ) در پیکره آبی تالاب از جمله این موارد می‌باشد.

با استفاده از نمونه‌گیری‌های درست از محل‌هایی که احتمال غیریکنواختی و ناهمگنی پیکره آبی، ورود منابع آبی مختلف به تالاب، عوامل مداخله‌گر انسانی و یا تغییرات شکل و عمق تالاب وجود دارد، می‌توان روابط دوز پاسخ را تعیین کرد. سپس در امتداد شیب دوز، از سطح پایین دخالت‌های انسانی گرفته تا سطح بالای آن، باید در تمام سطوح پاسخ‌ها را مشاهده نمود. بنابراین یکی از مهمترین شاخص‌های نمونه‌برداری از تالاب‌ها به منظور مکانیابی محل مناسب استقرار سیستم پایش، باید بر اساس کاربری زمین در منطقه و شرایط هیدروژئولوژی انتخاب شود تا بتوان برمبنای آن انتخاب درستی از مکان مناسب سیستم استقرار پایش انجام داد. لازم به ذکر است این روش بصورت میدانی و تجربی بوده و چنانچه هدف از انجام مکانیابی جهت استقرار سیستم‌های پایش بدون نیاز به مراجعه و بازدید میدانی به‌صورت دقیق باشد، روابط و مدل‌های پیچیده‌ی عددی و ریاضی نیز وجود دارد که از آن‌جمله می‌توان به روش MCDM، روش Sanders و روش DPA اشاره کرد.

۹-۲-۲- طراحی ایستگاه پایش جهت استقرار تجهیزات

در طراحی یک ایستگاه پایش با توجه به مواردی که تا کنون به آن اشاره شد، پس از انجام مطالعات پایه (مطابق اصول اشاره شده در فصل پنجم شیوه‌نامه) می‌بایست پارامترهای قابل اندازه‌گیری بر اساس نوع تالاب برطبق آنچه در فصل ششم مورد بررسی قرارگرفت، مشخص شده و سپس انتخاب محل مناسب استقرار ایستگاه در دستورکار قرارگیرد. در مرحله بعد ماهیت ایستگاه از لحاظ شناور و یا ثابت بودن آن با توجه به نوسانات سطح تراز آب مشخص خواهد شد و تمهیدات مربوط به تجهیز آن به سیستم برق خورشیدی و تجهیزات پایش (مطابق آنچه در فصل هفتم به آن اشاره شد) اعمال خواهد گشت. نهایتاً سازوکار جمع‌آوری داده‌ها، ارسال داده‌ها به بانک اطلاعاتی و پردازش آن (مطابق موارد مطروحه در فصل هشتم) نیز طراحی و اجرا خواهد شد.

فلوچارت زیر مراحل سیستماتیک طراحی و اجرای یک پروژه پایش در تالاب را پس از درنظر داشتن جداول طبقه بندی در فصل ۲ (جدول ۲-۳) و فصل ۶ (جدول ۶-۵) نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱. مراحل سیستماتیک طراحی و اجرای یک پروژه پایش در تالاب

۹-۳- مثالی از فرآیند اجرای یک پروژه پایش آنلاین در تالاب

جهت آشنایی کارشناسان محترم و خوانندگان این شیوه‌نامه با مراحل اجرایی پیاده‌سازی سیستم پایش در تالاب مورد نظرشان، در این بخش سه مثال موردی از مراحل اولیه تا نهایی اجرای یک پروژه پایش در تالاب کانی برازان، نوروزلو و چغاخور ارائه می‌گردد.

ابتدا بر مبنای اولویت بالای این تالاب‌ها ازنظر تقسیم‌بندی و اولویت انجام پایش، اجرای پروژه در این تالاب‌ها در دستورکار قرار گرفت. سپس با توجه به مطالب گفته‌شده در خصوص تصمیم‌گیری برای انتخاب سطح پایش مورد نظر (فصل اول)، تعیین طبقه‌بندی تالاب(فصل دوم)، انجام مطالعات پایه (فصل پنجم)، پارامترهای مورد نیاز پایش(فصل ششم) و انتخاب مکان مناسب اجرای پروژه (فصل نهم)، از محل تالاب بازدید به عمل آمد.

تالاب کانی برازان: در بازدید از این تالاب موارد مختلف با تیم‌های کارشناسی محلی بررسی شد و محل‌های ورودی زه‌آب کشاورزی مشخص گردید. همچنین میان‌گذر تالاب کامل بررسی شد که در میانه‌های راه دو سمت تالاب تقریبا به هم متصل شده بود (شکل ۹-۲، ۹-۳ و ۹-۴).

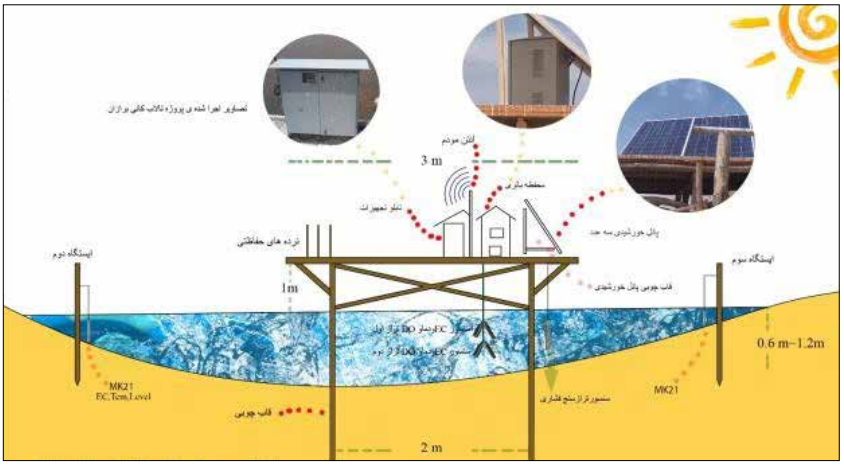
شکل ۹-۲. تالاب کانی برازان در زمستان ۱۳۹۵

شکل ۹-۳. تالاب کانی برازان در زمستان ۱۳۹۵

شکل ۹-۴. نمایی از وضعیت پوشش گیاهی تالاب در زمستان ۱۳۹۵

سپس پیرو مطالب ارائه شده در فصل ششم این شیوه‌نامه، جلسه تخصصی مشترکی شکل گرفت. در این جلسه در مورد پارامترهای موردنظر برای اندازه‌گیری بحث‌های مختلفی صورت پذیرفت که سعی شد نظرات تیم‌های محلی در طراحی سیستم مد نظر قرار بگیرد. سپس اقدامات قابل انجام به عنوان خروجی این جلسه به صورت زیر انجام شد:

۱. با پیمانکار محلی مذاکرات اولیه برای ساخت پلتفرم چوبی انجام گردید. با توجه به امکانات موجود در محل به نظر می‌رسید که ساخت پلتفرم چوبی با روش‌های سنتی آسان‌تر و سریع‌تر انجام گیرد که نقشه اولیه (شکل ۹-۵) با توجه به رعایت ملزومات گفته‌شده در فصل هفتم این شیوه‌نامه به پیمانکار محلی ارائه شد.



شکل ۹-۵. طرح اولیه پلتفرم چوبی پایش آنلاین تالاب کانی برازان

۲. در ادامه پس از بررسی‌های تکمیلی پیمانکار محلی، سفارش ساخت پلتفرم چوبی نهایی شد و پرداخت‌ها مطابق قرارداد انجام پذیرفت. تصاویر اسکله نصب شده بصورت شکل ۹-۶، ۹-۷ و ۹-۸ می‌باشد.

شکل ۹-۶. تیم اجرایی پیمانکار محلی در حال ساخت پلتفرم پایش در تالاب کانی برازان

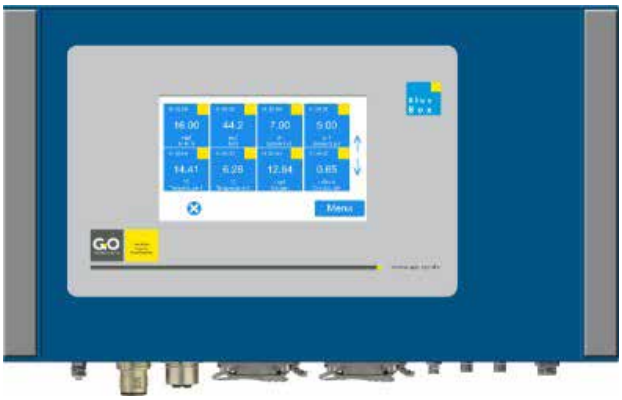
شکل ۹-۷. نمایی از پتلفرم تکمیل شده در تالاب کانی‌برازان

شکل ۹-۸. نمایی دیگر از پلتفرم چوبی پایش آنلاین تالاب کانی برازان

۳. همزمان با عملیات اجرایی پلتفرم، سفارش‌های خرید بر مبنای تجهیزات موردنیاز پایش (با عنایت به مطالب فصول ششم و هفتم این شیوه‌نامه) نهایی شد.

۴. تجهیزات مفاد قرارداد که می‌بایست توان اندازه‌گیری پارامترهای انتخابی، ذخیره‌سازی داده‌ها و انتقال آن بصورت آنلاین را داشته باشد شامل موارد زیر بودند:

i. بلوباکس به‌همراه نرم افزار و مودم داخلی (شکل ۹-۹)



شکل ۹-۹. تصویری از بلوباکس که به عنوان دیتالاگر، ترانسمیتر و مودم و پردازنده اصلی ایستگاه است

ii. سایت بلوگیت و تنظیمات آن (شکل ۹-۱۰)

شکل ۹-۱۰. نمایی از صفحه اولیه سایت بلوگیت

iii. سنسورهای اکسیژن محلول (دو سری) (شکل ۹-۱۱)

شکل ۹-۱۱. تصویر سنسورهای اکسیژن محلول

iv. سنسورهای هدایت الکتریکی (دو سری) (شکل ۹-۱۲)

شکل ۹-۱۲. تصویر سنسورهای EC و دما

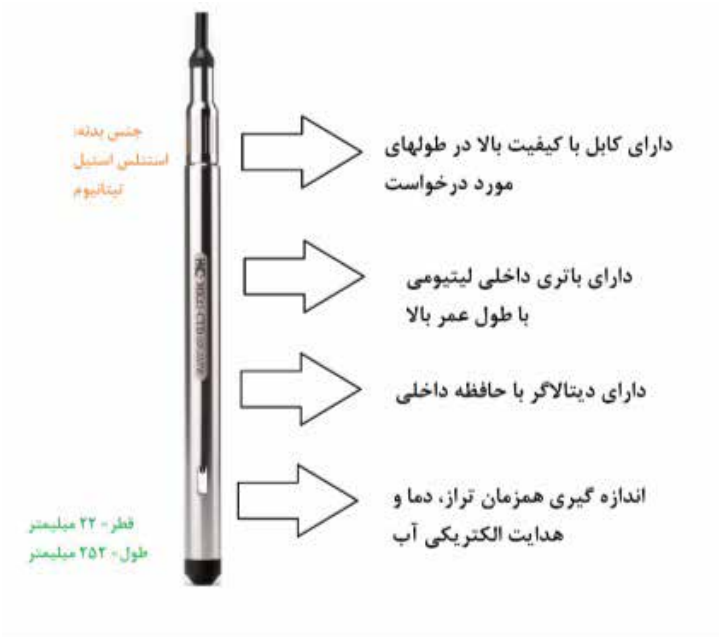
v. سنسور ترازسنج فشاری (یک عدد) (شکل ۹-۱۳)

شکل ۹- ۱۳. تصویر سنسور ترازسنج فشاری

vi. سنسور دما، رطوبت و فشارهوا (یک عدد)

۵. تجهیزاتی که برای سنجش سایر پارامترهای پیکره آبی بر مبنای جدول ۶-۵ باید خریداری می‌شد نیز به شرح زیر سفارش داده شد:

i. دیتالاگر مدل MK۲۱ که بصورت یکپارچه دارای سنسور دما، تراز آب فشاری، هدایت الکتریکی، باتری، حافظه در یک محفظه با درجه حفاظت IP۶۸ است. (دو ست) (شکل ۹-۱۴)



شکل ۹-۱۴. دیتالاگر مدل MK۲۱

در نهایت نیز با درنظرداشتن موقعیت منطقه و روش تأمین انرژی برای ایستگاه از سیستم برق خورشیدی استفاده شد که با ملاحظات زیر درنظر گرفته شد.

۶. پانل‌های خورشیدی و باتری‌های موردنیاز برای تأمین برق تجهیزات

۷. بخشی از پروژه اجرا شده نیز در شکل ۹-۱۵ نشان داده‌شده است:

شکل ۹-۱۵. نصب نهایی سنسورها و متعلقات آن برروی ایستگاه پایش

تالاب نوروزلو: اندازه‌گیری دبی در ورودی و خروجی اصلی تالاب، با استفاده از روش دبی-اشل و با مشارکت مدنی گروه های محیط زیست در منطقه انجام شده است. شکل ۹-۱۶ نمای از اشلهای نصب شده در محل ورودی و خروجی این تالاب را نشان می‌دهند.

شکل ۹-۱۶. تصاویر نصب اشل فلزی ۲ متر در ورودی و خروجی تالاب نوروزلو

در تالاب نوروزلو، برای اندازه گیری پرتابل کیفیت آب علاوه بر استفاده از تسترهای قلمی برای پارامترهایی نظیر هدایت الکتریکی، pH و دما، از مولتی پارامتر نسل جدید مدل اکواپلاس کمپانی Aquaread که مجهز به سیستم GPS روی نمایشگر می‌باشد، نیز استفاده شده است. این مولتی پارامتر، دارای پراب اندازه گیری اکسیژن محلول با روش اپتیکال و نیز سنسور هدایت الکتریکی می‌باشد که در نهایت می‌توان با استفاده از آن پارامترهای هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، شوری، TDS، درصد اشباع اکسیژن محلول، دما، فشار هوا را اندازه‌گیری نمود شکل ۹-۱۷ نمایی از این دستگاه را نمایش می‌دهد.

شکل ۹-۱۷. تصویر اکواپلاس استفاده شده در تالاب نوروزلو

تالاب چغاخور: در تالاب چغاخور باتوجه به تغییرات تراز آب، در ایام مختلف سال، سیستم پایش جامع آنلاین روی یک بویه و شناور نصب شده است که در شکل‌های ۹-۱۸، ۹-۱۹ و ۹-۲۰ نمایش داده می‌شود:

شکل ۹-۱۸. اسکله نصب شده روی تالاب چغاخور

شکل ۹-۱۹. پانل‌های خورشیدی نصب شده روی اسکله شناور تالاب چغاخور

شکل ۹-۲۰. زنجیره سنسورهای نصب شده DO, EC و دما در سه عمق مختلف تالاب چغاخور۹-۵- نحوه بازنگری برنامه پایش و اصلاح شبکه پایش

بدیهی است هر برنامه پایش عاری از نواقص و اشتباهات نبوده و حداکثر کارایی و کیفیت را نخواهد داشت به عبارتی برنامه پایش یک برنامه ثابت نیست. برنامه پایش باید بصورت پویا باشد و در طول زمان بهبود یابد، در این راستا بازنگری برنامه پایش الزامی است. بازنگری برنامه پایش مانند بازنگری‌های برنامه‌های مدیریت انجام می‌شود. بازنگری برنامه‌های پایش می-تواند به دو حالت دوره‌ای (عادی) و اضطراری انجام شود. بازنگری برنامه پایش عادی و اضطراری را می‌توان از طریق تشکیل جلسه با حضور کلیه واحدهای ذیربط از قبیل نماینده اداره کل حفاظت محیط زیست، اجرا کننده (پیمانکار) برنامه پایش، شرکت‌های آب منطقه‌ای استانی، کارشناسان و مسئولین سازمان مدیریت منابع آب، نماینده اداره کل بهداشت منطقه، نماینده اداره صنایع و معادن، نماینده جهاد کشاورزی و سایر افراد ضروری تشکیل داد.

بازنگری دوره‌ای برنامه پایش (عادی) می‌تواند در دوره‌های سالیانه یا بیشتر انجام شود و پس از بازنگری روش‌های موجود برای اینکه چگونه برنامه‌های پایش بهبود یابد، ذکر شود. بازنگری برنامه پایش باید به دلایل قانع کننده‌ای انجام شود برخی از این دلایل در ادامه بیان شده است لیکن به‌هر دلیلی، بازنگری برنامه پایش منوط به دسترسی به نتایج و مشاهدات ناشی از برنامه اولیه و اطمینان از نتایج حاصل یا گزارشات ارائه شده توسط مجریان برنامه پایش می‌باشد:

- عدم دسترسی به اهداف از پیش تعیین شده
- عدم ایجاد اطلاعات مفید و مناسب بدلیل نامناسب بودن عوامل برنامه پایش از قبیل نامناسب بودن ایستگاهها، پارامترها، دوره‌های پایش و یا دستورالعمل‌های نمونه‌برداری
- ایجاد تغییرات در سطح حوضه از نظر انسان ساز یا طبیعی (احداث یا تغییرات یک منبع آلاینده، بهره‌برداری از یک سازه آبی، تغییر برداشت آب، تغییر قابل توجه کاربری اراضی، اجرای پروژه‌های عمرانی تاثیر گذار برکیفیت آب)
- دسترسی به اطلاعات ارزشمند در حوضه یا برنامه‌های توسعه حوضه که ناشی از مشاهدات مجریان برنامه پایش و یا دریافت اطلاعات از سازمان‌های مختلف باشد.

بهر حال انجام بازنگری برنامه پایش می‌تواند در هریک از این شرایط و با هدف اصلاح و کارآیی حداکثری آن صورت پذیرد. در اینجا باید توجه شود که بازنگری برنامه یا پروتکل پایش یک تالاب هماهنگ با بازنگری برنامه مدیریت جامع آن تالاب خواهد بود. بر اساس داده‌های به دست آمده از اجرای برنامه پایش و ضرورت بازنگری آن که توسط دبیرخانه صورت می‌گیرد و با توجه به تصمیم گیری که در کمیته اجرای برنامه مدیریت انجام می‌شود این پروتکل به همراه برنامه مدیریت جامع مورد بازنگری قرار خواهد گرفت.

۹-۶- پایش و ارزشیابی شبکه‌های پایش در سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی

ارزشیابی شبکه‌های پایش جهت کنترل فرآیند برنامه پایش از الزامات یک برنامه پایش می‌باشند. جهت انجام این امر می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

- بازرسی دوره‌ای (تصادفی) در استان‌های مختلف جهت بازدید و تهیه گزارش تطابق‌ها، نواقص و مغایرت‌ها

موضوعات زیر توسط دفتر مربوط به امور تالاب‌ها در سازمان انجام می‌گیرد:

- تکمیل فرم‌های ثبت نتایج ، کنترل مدارك QA و QC
- وارد کردن اطلاعات به شبکه‌ها بر اساس برنامه زمانبندی
- وضعیت اندازه‌گیری ایستگاه‌ها ، پارامترها و زمانبندی
- انجام دستورالعمل‌های نمونه‌برداری و آنالیز
- کنترل رعایت مسائل ایمنی در نمونه‌برداری
- کنترل تجهیزات و وسایل نمونه برداری و آزمایشگاهی (مناسب و کافی بودن تجهیزات، کالیبراسیون)
- کنترل وضعیت تخصص و آگاهی افراد ذیربط
- تعیین وضعیت کیفی موجود و تغییرات زمانی کیفیت آب (با مقایسه شاخص‌های کیفیت منابع آب با استانداردها، کیفیت آب برای کاربری‌های مختلف سنجیده می‌شود. با تداوم پایش و ارزیابی کیفی، روند تغییرات زمانی در کیفیت آب، غلظت و بار آلاینده‌های بالقوه منابع آب مشخص می‌گردد.)
- تشخیص عوامل و منابع آلاینده

در منابعی 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 هر یک از آلاینده‌ها، انجام می‌شود.

۹-۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف از ارائه این شیوه‌نامه در فصول مختلف، بیان اهمیت نگاه سیستماتیک به اجرای پروژه پایش در تالاب‌های کشور است. در تدوین این شیوه‌نامه نیز سعی شد تا با بهره‌گیری از منابع خارجی و داخلی، تجربیات موجود، شرایط منحصر به فرد تالاب‌های کشور و رویکرد پایش اکوسیستمی، مطالب به صورت کاملاً کاربردی و عملیاتی مطرح گردد تا درک صحیحی از اجرای این پروژه‌ها حاصل شود.

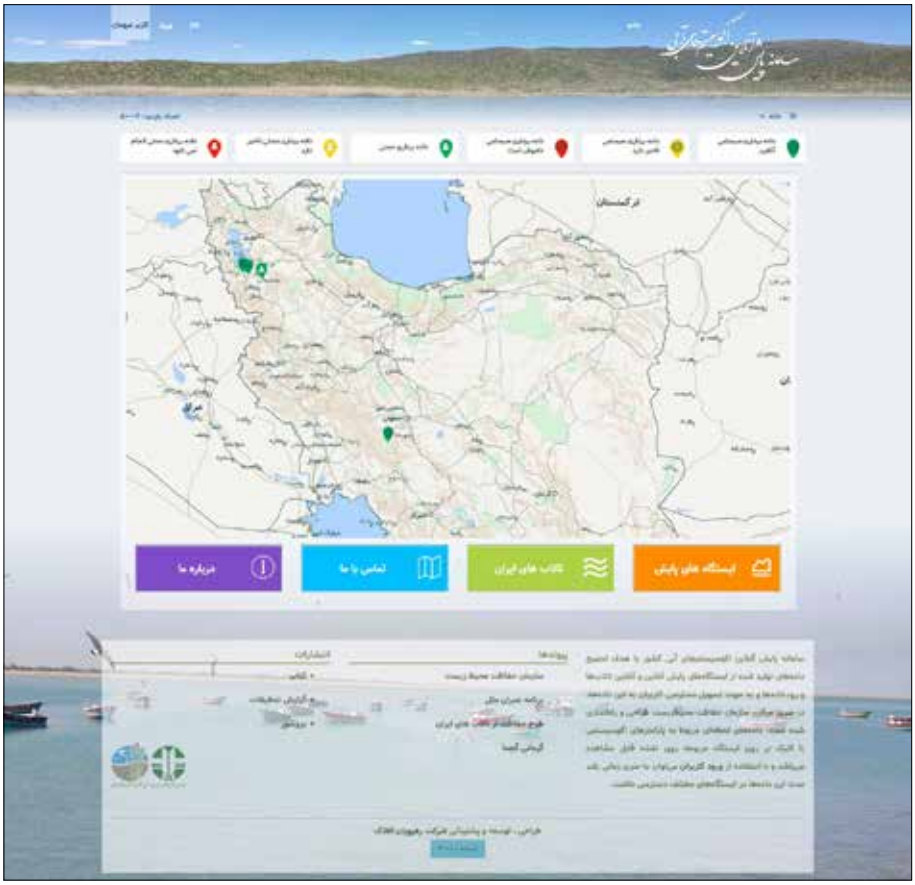
امید است خوانندگان، صاحب‌نظران، ذینفعان و کارشناسان مربوطه در راستای هرچه بهتر شدن این سازوکار، این مجموعه را در رفع ایرادات و تعالی این شیوه‌نامه یاری دهند.

فصل دهم

سامانه پایش آنلاین اکوسیستم‌های آبی

با گذشت زمان و راه‌اندازی ایستگاه‌های بیشتری از پایش اکوسیستم تالاب‌ها و برنامه‌های موجود برای توسعه تعداد ایستگاه‌های پایش در آینده، وجود سامانه‌ای متمرکز در سرور مرکزی سازمان حفاظت محیط‌زیست برای گردآوری داده‌ها، نگهداری، دسترسی در لحظه و قابلیت نمایش داده‌های بلند مدت در اشکال مختلف بیش از گذشته ضروری می‌نمود. به همین دلیل سامانه پایش آنلاین اکوسیستم‌های آبی کشور با قابلیت‌های زیر در سرور مرکزی سازمان حفاظت محیط‌زیست به آدرس woms.doe.ir طراحی و راه‌اندازی گردید:

- امکان اتصال به ایستگاه‌های پایش در اقصی‌نقاط کشور با استفاده از شبکه‌های ارتباطی سیار مخابراتی،
- قابلیت اتصال به ایستگاه‌های مختلف با نرم‌افزار و سخت‌افزارهای متفاوت و جمع‌آری داده‌های آنها،
- قابلیت تعریف ایستگاه‌های آفلاین که توسط اپراتور اندازه‌گیری و در سامانه بارگذاری می‌شود،
- امکان اتصال و تعریف بی‌نهایت ایستگاه از نوع آنلاین و آفلاین،
- قابلیت تعریف کاربران مختلف برای بارگذاری و استفاده از داده‌ها
- امکان نمایش داده‌های جمع‌آوری شده در سه شکل جدول، نمودار و روی نقشه
- و سایر قابلیت‌های مختلف



شکل ۱۰-۱. نمای کلی از سامانه پایش آنلاین اکوسیستم‌های آبی در آدرس woms.doe.ir

۱۰-۱- راهنمای سامانه پایش آنلاین اکو سیستم‌های آبی

سامانه مذکور جهت آنلاین‌سازی، تجمیع و یکپارچه‌سازی داده‌های مربوط به اکوسیستم‌های آبی کشور پیاده‌سازی شده است تا امکان ثبت داده‌های دستی و سیستمی به صورت همزمان با نظارت مدیر بر صحت آن فراهم گردد و گزارشات مفید و جامعی در اختیار کاربران قرار گیرد.

خانه

در صفحه خانه ایستگاه‌ها بر روی نقشه با آیکون‌ها و توضیحات مربوط به هر آیکون در بالای نقشه نشان داده می‌شود. با کلیک بر روی هر ایستگاه نام ایستگاه و آخرین داده‌های ثبت شده برای پارامترهای اصلی ایستگاه که در تمامی ایستگاه‌ها مشترکند (میزان رطوبت، فشار هوا، سطح آب، EC، DO و Temp) به همراه آخرین داده دریافتی قابل مشاهده است. همچنین دکمه اتصال به اطلاعات ایستگاه متناسب با وضعیت داده‌برداری تغییر می‌کند.

شکل ۱۰-۲. نمایی از صفحه خانه

رنگ و شکل آیکون مربوط به هر ایستگاه بر اساس چگونگی ثبت آخرین داده مربوط به ایستگاه تعیین می‌شود. در جدول زیر مشخصات هر آیکون به تفصیل بیان می شود.

جدول ۱۰-۱. معرفی نمادهای استفاده شده برای هرایستگاه پایش

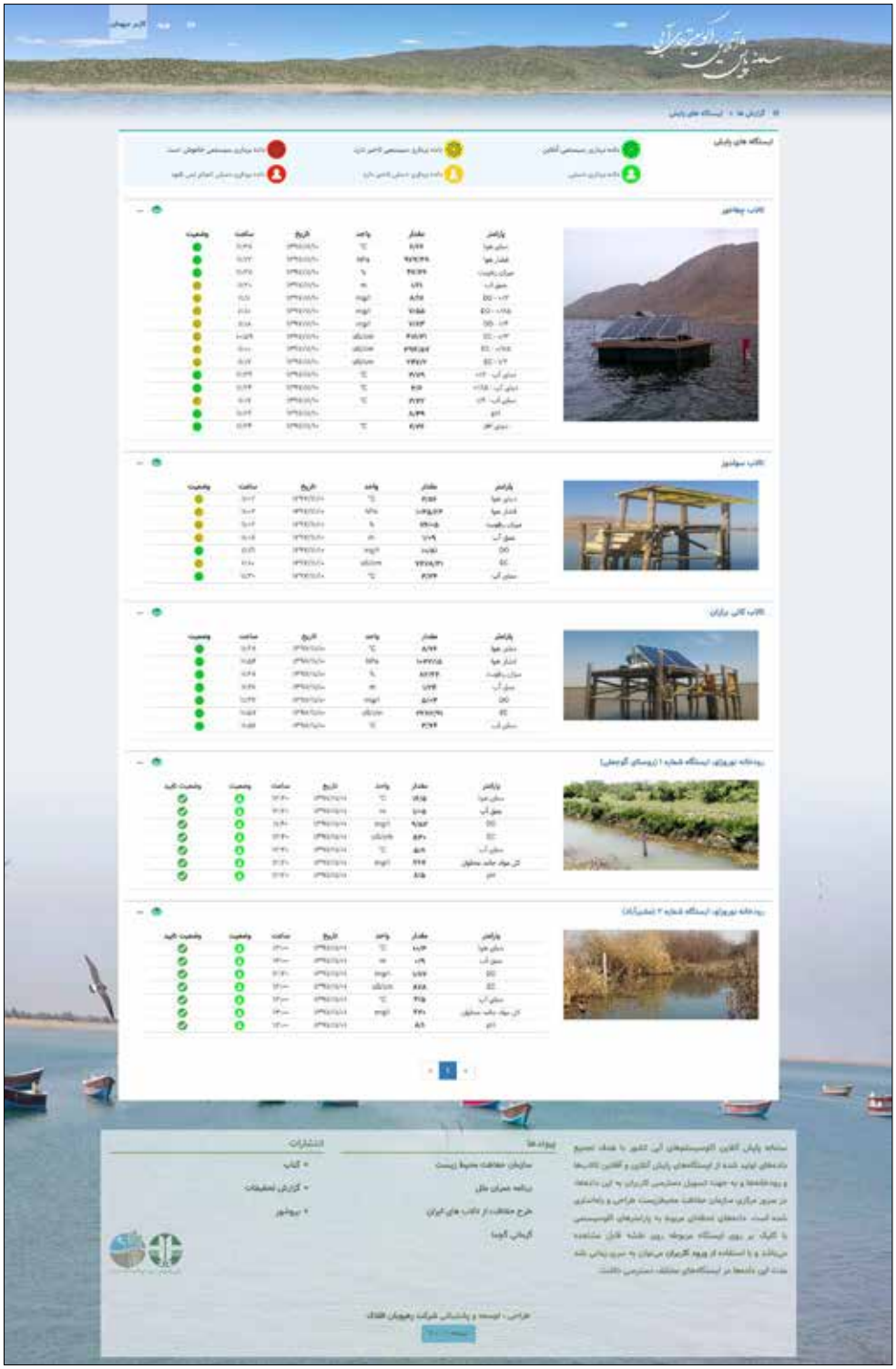
آیکون	توضیحات
	آخرین داده دریافتی به صورت اتوماتیک دریافت شده و به روز است (کمتر از یک ساعت از دریافت آن می‌گذرد)
	آخرین داده دریافتی به صورت اتوماتیک دریافت شده و تاخیر دارد (بین ۱ تا ۲ ساعت گذشته دریافت شده)
	آخرین داده دریافتی به صورت اتوماتیک دریافت شده و داده برداری متوقف شده است (بیش از ۲ ساعت از دریافت آن گذشته)
	آخرین داده دریافتی توسط کاربر ثبت شده و به روز می باشد (کمتر از ۴۵ روز از دریافت آن می گذرد)
	آخرین داده دریافتی توسط کاربر ثبت شده و تاخیر دارد (بین ۴۵ روز تا ۳ ماه گذشته دریافت شده)
	آخرین داده دریافتی توسط کاربر ثبت شده و داده‌برداری متوقف شده (بیش از ۳ ماه از دریافت آن گذشته)

با کلیک بر روی نام ایستگاه صفحه وضعیت ایستگاه باز می‌شود که در آن آخرین داده ثبت شده برای تمامی پارامترهای ایستگاه با تمامی جزئیات، به همراه شمای ایستگاه و توضیحاتی درباره ایستگاه (در صورتی که توضیحات ثبت شده باشد) نشان داده می‌شود. همچنین وضعیت دریافت داده (مشابه موارد اعلامی در جدول ۱۰-۱) به ازای هر پارامتر نمایش داده می‌شود.

شکل ۱۰-۳. نمایی از صفحه وضعیت ایستگاه

ایستگاه‌های پایش

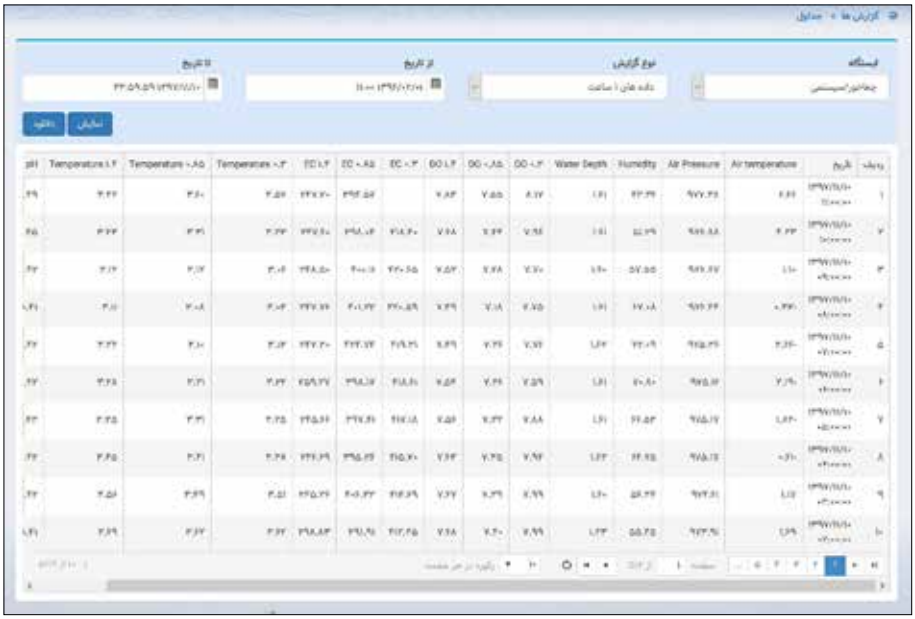
این صفحه از طریق بخش خانه دکمه ایستگاه‌های پایش در پایین نقشه و یا از منو، بخش گزارش‌ها، ایستگاه‌های پایش در دسترس است. آخرین داده ثبت شده برای تمامی پارامترهای هر ایستگاه مشابه جدول وضعیت ایستگاه به همراه تصویری از ایستگاه نمایش داده می‌شود، اگر تعداد ایستگاه‌ها بیشتر از ۵ ایستگاه باشد با کلیک بر روی صفحه مورد نظر می توان اطلاعات سایر ایستگاه‌ها را مشاهده کرد.



شکل ۱۰-۴. نمایی از صفحه ایستگاه‌های پایش

گزارش‌ها/ نمایش اطلاعات

در این بخش امکان دریافت گزارش از تمامی داده‌های ثبت شده برای همه پارامترهای تعریف‌شده به ازای ایستگاه در بازه زمانی مورد نظر با میانگین زمانی انتخاب شده (نوع گزارش) ارائه می‌گردد. همچنین امکان دریافت خروجی اکسل با کلیک بر روی گزینه دانلود فراهم می‌شود. این گزارش به صورت هوشمند و بر اساس پارامترهای تعریف‌شده برای ایستگاه ستون‌های خروجی را ایجاد می‌نماید.



شکل ۱۰-۵. نمایی از صفحه نمایش اطلاعات به صورت جدول

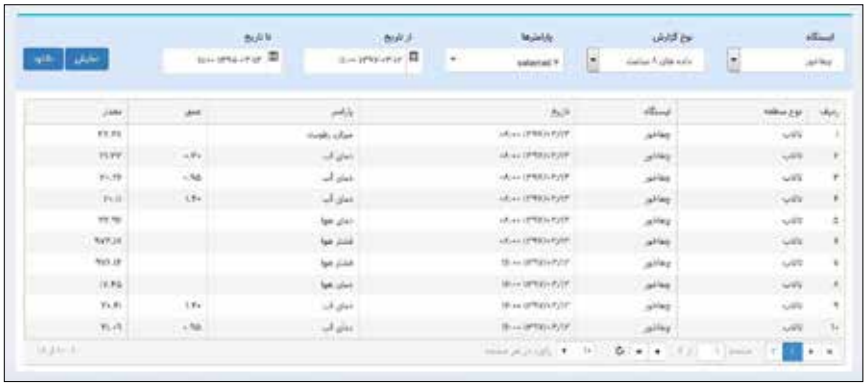
گزارش‌ها/ نمایش نمودار

در این بخش امکان دریافت نمودار از تمامی داده‌های ثبت شده برای پارامترهای مورد نظر به ازای ایستگاه در بازه زمانی مورد نظر با میانگین زمانی انتخاب شده (نوع گزارش) ارائه می‌گردد. همچنین امکان دریافت نمودار با کلیک بر روی گزینه نشان داده شده در تصویر امکان‌پذیر است. همچنین چگونگی امکان حذف منحنی‌های ایجاد شده از نمودار و مشاهده جزئیات در تصویر ارائه شده است.

شکل ۱۰-۶. نمایی از صفحه نمایش اطلاعات به صورت نمودار

گزارش‌ها/ نمایش تفکیکی اطلاعات

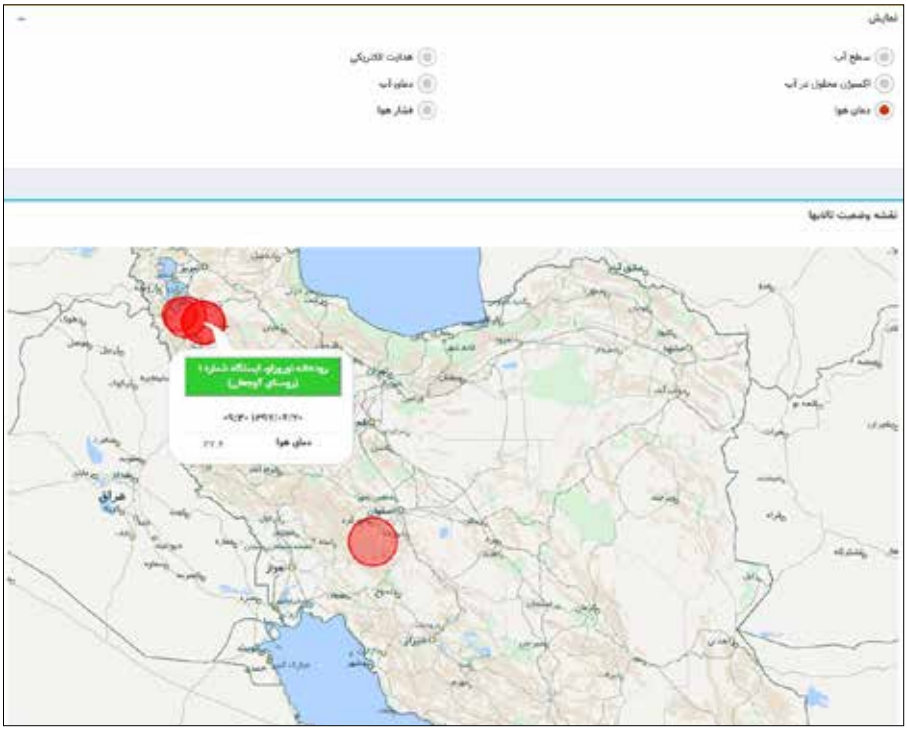
در این بخش امکان دریافت گزارش از تمامی داده‌های ثبت شده برای پارامترهای مورد نظر به ازای ایستگاه در بازه زمانی مورد نظر با میانگین زمانی انتخاب شده (نوع گزارش) ارائه می‌گردد. تفاوت این گزارش با گزارش نمایش اطلاعات در نمایش اطلاعات مربوط به هر پارامتر در سطری جداگانه و با جزئیات بیشتر می‌باشد.



شکل ۱۰-۷. نمایی از صفحه نمایش اطلاعات به صورت تفکیکی

نقشه‌ها

با انتخاب هر یک از پارامترها مقدار آن به ازای هر ایستگاه به صورت مقایسه‌ای با رسم دایره بر روی نقشه نمایش داده می‌شود. همچنین با کلیک بر روی هر دایره اطلاعات بیشتری درباره ایستگاه و داده مربوطه قابل مشاهده است.



شکل ۱۰-۸. نمایی از صفحه نمایش اطلاعات به صورت نقشه

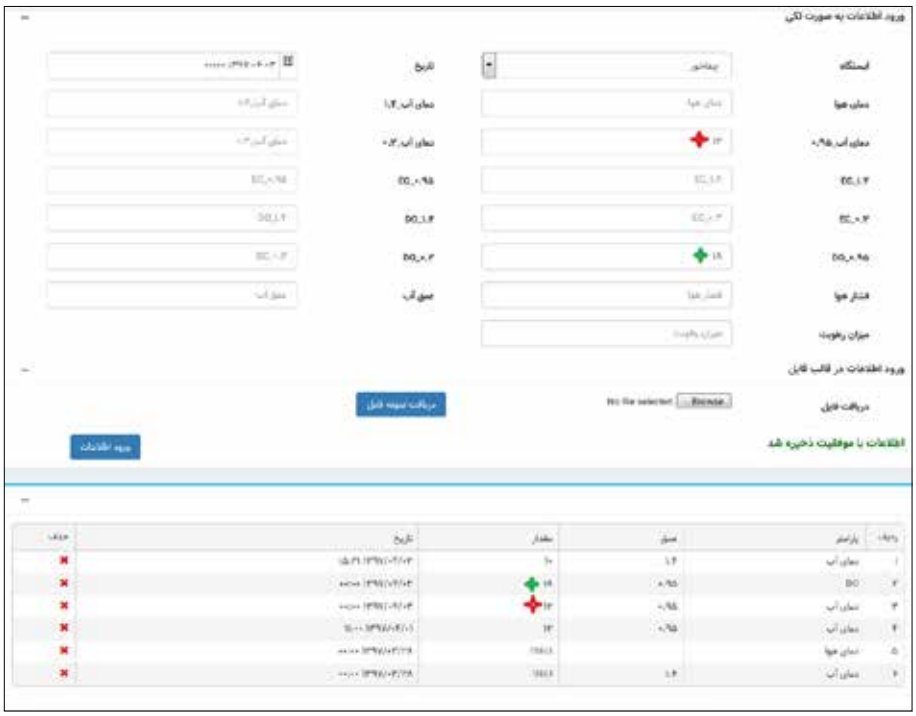
ورود اطلاعات

امکان ورود اطلاعات به صورت دستی یا در قالب فایل حجیم برای هر ایستگاه به ازای پارامترهای تعریف شده برای آن فراهم شده است. همچنین کاربری که داده را وارد کرده یا مدیر تالاب می‌توانند تا یک هفته در صورت عدم صحت داده آن را حذف نمایند. برای ایستگاه‌هایی که داده برداری آنها به صورت اتوماتیک صورت می‌گیرد تنها امکان دریافت داده در قالب فایل امکان پذیر است.

ورود اطلاعات به صورت تکی

با انتخاب ایستگاه تمامی پارامترهای تعریف شده برای ایستگاه نمایش داده می‌شوند و

امکان ثبت اطلاعات برای آن وجود دارد. نیازی به ورود تمام پارامترها نیست و می‌توان تنها داده های مربوط به پارامتر های مورد نظر را ثبت نمود. در صورت عدم ورود تاریخ داده‌ها برای تاریخ اکنون ثبت می‌شوند.



شکل ۱۰-۹. نمایی از صفحه ورود اطلاعات

ثبت در قالب فایل

با انتخاب ایستگاه می‌توان فرمت فایل مربوط به ایستگاه که متناسب با پارامترهای تعریف شده طراحی شده است را با کلیک بر روی دکمه دریافت نمونه فایل دریافت نمود و اطلاعات را بر اساس آن وارد نمود، این نکته ضروریست که ترتیب ستون‌ها و تعداد آن تغییر نکند در غیر این صورت ثبت اطلاعات با خطا روبرو می‌شود، در فیلد تاریخ مشابه فرمت تاریخی که در ورود دستی اطلاعات مشاهده می‌شود لازم است تاریخ شمسی به همراه ساعت وارد شود در غیر این صورت اطلاعات برای ساعت ۱۲ شب ثبت می‌شوند. ورود فیلد تاریخ ضروریست اما لزومی به وارد نمودن اطلاعات مربوط به تمامی پارامتر ها نیست.

شکل ۱۰-۱۰. نمایی از صفحه ورود اطلاعات به صورت اکسل پس از ثبت

This monitoring procedure guide, follows an instruction form as to suggest the standards mechanism for, and a novel approach to the selection and setting up a workable monitoring system, regarding the importance of wetlands as one of the most valuable natural resource. Thus, chapter (1) discusses why monitoring is necessary, what are the types, and what is the wetlands monitoring cycle, chapter (2) presents more about wetlands environment, the different types, and the classifications into setting up the monitoring systems by using some examples. Therefore, the experts and the users may follow the instruction on how to identify a wetland properly and classify them based on the monitoring approach, chapters (3) and (4) describe the special instructions for monitoring wetlands both in Iran or around the globe, appearing to indicate strongly why this issue receives the considerations on the fundamental studies for a wetland, chapters (6) and (7) discuss the monitoring measurable parameters and the equipment associated with them. Chapter (8) introduces storing the monitoring obtained data in the data bank and then analyzing them. Along with the conclusion, finally, a decision making model is proposed in chapter (9) for prioritizing wetlands monitoring based on three example.

Authors sincerely encourage the readers to take note of this instruction form and offer any specific suggestions and comments as well.

Summary

Waterbodies include rivers, wetlands, and lakes in which water structures play an important role in both animal and herbal environment, are very important for ecosystem persistent. It is obvious that existence of biodiversity and resources on earth depend on such water ecosystems. Also the applications, benefits, and enormous values making them ideal places and as a result, monitoring and protecting water ecosystems, today is important higher than ever.

Human activities have lately threated water ecosystems, due to over exploitations, industries establishment, and abnormal developments which may shortly result in an ecological collapse.

Iran country has 89 significant wetlands which is nearly 7% of the country's total marshland. Almost 65% of these areas are protected by Ramsar Conversion, (currently including 24 wetlands), Biosphere Reverse, and department of environment. In addition, a comprehensive wetlands management investigation is being carried out. currently, based on Integrated Water Resources Management and an ecological approach, Implementing a monitoring system plays the significant role in understanding the current state of a water body indicating required decisions and plans for a comprehensive management of that water body based on the gathered data; results in assessing the outcomes. On the other hand, an effective system entails the current circumstances knowledge and standard mechanisms based on an optimized and dynamic pattern which can be established as an instruction form.

Inevitably, building an advanced society expects criteria, standards, instruction forms, and regulations, along with the economic development found on the enforcement. Introducing regulations, criteria, and standards in any subjects depend on the own specialized and technical knowledge, with regard to the vast of today science for that reason, the key step toward water quality management would be the identification and monitoring wetlands water quality to recognize the quality standards for wide applications. Note 2 of article 106 of Iran third's development plan also requires full attention for providing and upgrading the monitoring equipment on the country’s water sources, forming the group to measure contamination of water resources, and improving the quality management principles. it should be verified that the planning and operating involve the systematization procedure with respect to the standards and the related regulations, in order to cover up the necessary information of the different water management sections, in addition to the minimal costs to water quality monitoring programs.