

اصول راهبری تصفیه خانه های آب

« سلسه مقالات آموزشی »

(مقاصد برنامه های مدیریت مخازن آب)

قسمت سوم

ترجمه: مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

مراقبت

در منابعی که جلبک یک شکل بالقوه به حساب می آید، متصدی باید یک برنامه مراقبت تدوین کند که بتواند احتمال پرشکفتگی^۱ جلبکی را پیش بینی نماید. اگر داده ها نشان دهنده احتمال پرشکفتگی جلبکی در منبع آب باشند، در آن صورت متصدی اقدامات لازم برای جلوگیری از این امر را به عمل خواهد آورد. پس از وقوع پرشکفتگی، کنترل آن و رفع اثرات نامطلوب آن بر کیفیت آب اگر تقریباً غیر ممکن نباشد، دست کم بسیار دشوار خواهد بود.

هرگاه از مواد شیمیایی در برنامه کنترل جلبک استفاده می شود، مراقبت ها باید قبل از استفاده از مواد شیمیایی، در حین استفاده و بعد از آن انجام شود. برای ارزیابی میزان اثر بخشی تصفیه با مواد شیمیایی، باید داده های مربوط به نوع جلبک، مقدار جلبک و محل تجمع آنها را قبل و چند روز بعد از مصرف مواد شیمیایی جمع آوری نمود. این ارزیابی باید دقیق باشد تا معین شود که آیا نابودی جلبک ها واقعاً بر اثر مصرف مواد شیمیایی بوده یا آن که صرفاً بر اثر شرایط طبیعی از میان رفته اند. بهترین شیوه این ارزیابی آن است که چرخه های پرشکفتگی و مرگ جلبک ها را تحت شرایط طبیعی و بدون مصرف مواد

شیمیایی کنترل و بررسی کرد. در زمان مصرف مواد شیمیایی و بعد از آن باید غلظت ماده جلبک کش باقیمانده در آب به طور دقیق اندازه گیری شود تا معلوم شود که آیا مقدار ماده مصرف شده در حد مطلوب بوده است و نیز نحوه توزیع و پراکنش ماده در آب مشخص گردد. مثلاً، اگر قرار باشد آب مورد نظر تا عمق (۴/۵ متری) تصفیه شود، شاید مجبور باشیم روشهای مصرف مواد شیمیایی را چند بار آزمایش کنیم تا به میزان مطلوب ماده باقیمانده در این عمق دست یابیم. در مواردی که مسائل قانونی مربوط به علل کشتار ماهی یا خوردگی در تأسیسات مطرح باشند، باید داده های دقیق در مورد غلظت واقعی جلبک کش (مثلاً مس) در منبع آب مورد نظر گردآوری و ثبت شود.

فصل ۳- مدیریت منبع آب و سازه های ورودی

هوادهی مجدد و لایه شکنی مصنوعی

اصطلاح شناسی

برای کمک به فهم این بخش، ابتدا سه اصطلاح مهم را تعریف می کنیم.

۱- هوادهی: عبارت است از افزودن یا وارد کردن هوا در

1- Algal Bloom

آب. هوا را می‌توان یا با عبور هوا از آب یا با عبور آب از هوا وارد آب نمود.

۲- هوادهی مجدد: با ورود هوا از طریق افشانک‌های تحت فشار به درون لایه‌های پایینی منبع آب همزمان با تشکیل حباب‌های هوا و صعود آنها به سطح آب، اکسیژن هوا در آب حل می‌شود و اکسیژن محلول آب را تجدید می‌کند. علاوه بر آن حباب‌های در حال صعود، آب‌های لایه‌های پایین را به سطح می‌رسانند که در آنجا اکسیژن جو به داخل آب انتقال می‌یابد. این فرایند را هوادهی مجدد سطحی می‌نامند.

۳- لایه شکنی: اختلاط عمودی درون منبع آب برای برطرف شدن (کامل یا ناقص) لایه‌های مجزا (حرارتی، گیاهی و یا حیوانی) در دریاچه یا منبع آب. اختلاط عمودی را می‌توان با وسایل مکانیکی (پمپ) یا با استفاده از افشانک‌های هوای تحت فشار که هوا را در لایه‌های پایینی منبع آب می‌کند ایجاد نمود.

در این بخش هرگاه اصطلاح "لایه شکنی با هوادهی مجدد" به کار رود، منظور استفاده از هوا برای لایه‌شکنی منبع آب است. مقدار نسبتاً کمی تجدید اکسیژن محلول در آب در حد پایین‌تر از نقطه اشباع انجام می‌شود. علاوه بر این، در نتیجه این روش ممکن است منبع تا حدی لایه شکنی شود. ممکن است در همه منبع آب لایه شکنی نشود، اما همزنی در بین لایه‌های بالایی و پایینی آب صورت می‌گیرد.

هدف از برنامه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد

هدف اولیه برنامه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد در منابع آب شهری معمولاً برطرف کردن، کنترل، یا کمینه کردن اثرات منفی بر کیفیت آب است که در هنگام لایه‌بندی حرارتی و کاهش اکسیژن محلول پدیدار می‌شوند. هدف دوم بالا بردن ارزش تفریحی منبع آب از رهگذر شیلات بهتر و بهبود شرایط زیباشناختی آب است. در منابعی که سطح آب در زمستان یخ می‌بندد، از تجهیزات لایه شکنی با هوادهی مجدد می‌توان برای کاهش مرگ و میر ماهی‌ها در آب‌هایی استفاده نمود که معمولاً دچار شرایط بی‌هوازی می‌شوند و نیز از آنها برای جلوگیری از یخبندان بخش‌هایی از دریاچه‌ها یا حوضچه‌ها استفاده می‌شود.

برای جلوگیری از یخبندان باید آب را در امتداد عمودی در دریاچه به گردش در آورد. این روش به ویژه در مناطق تفریحی دریا مفید است و به این ترتیب می‌توان آب اطراف لنگرگاه قایق‌ها و تأسیسات مربوط را حفظ نمود.

بهبود کیفیت آب با افزودن اکسیژن محلول در مناطقی در دریاچه ممکن می‌شود که معمولاً در دوره‌های لایه‌بندی حرارتی دچار شرایط بی‌هوازی می‌شوند. در منابعی که یک دریچه خروجی در عمقی دارند که در دوره‌هایی از سال شرایط بی‌هوازی در آن حاکم می‌شود، دستگاه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد روش مناسبی برای بهبود کیفیت آب برای تأمین آب در تأسیسات تصفیه آب است. در منابعی که خروجی‌های چند عمقی دارند و امکان انتخاب عمق برداشت آب در آنها وجود دارد، می‌توان عمقی را انتخاب نمود که در آن بهترین کیفیت آب وجود دارد.

در این موارد برنامه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد نمی‌تواند همه مسائل قابل انتظار را برطرف نماید. در دریاچه‌ها و منابع بزرگ، طراحی و بهره‌برداری از دستگاه‌ها قدری دشوار است به طوری که باید مقدار کافی اکسیژن با کمترین هزینه ممکن در آب افزوده شود. قبل از انجام برنامه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد و در حین اجرای آن باید یک برنامه مراقبتی وجود داشته باشد تا اثرات منفی و مثبت لایه شکنی را بر کیفیت آب مورد ارزیابی قرار دهد.

پژوهشگران و متصدیان منابع آب که از برنامه‌های لایه شکنی به کمک هوادهی مجدد استفاده کرده و آنها را مورد ارزیابی قرار داده‌اند همچنان در مورد اثر این برنامه‌ها بر پرشکفتگی‌های جلبکی تردید و بحث دارند. بعضی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که غلظت و شدت پرشکفتگی‌های جلبکی در نتیجه این روش تا حد چشمگیری کاهش یافته و نوع جلبک در پرشکفتگی‌ها تغییر یافته است. در بعضی موارد، جلبک‌های سبز - آبی مولد بو و مزه جای خود را به انواعی از جلبک‌های سبز داده‌اند که بو و مزه تولید نمی‌کنند. دیگر پژوهشگران افزایش در شدت پرشکفتگی‌های جلبکی مشاهده کرده‌اند و گزارش کرده‌اند که پس از آغاز کار دستگاه‌های لایه شکنی به کمک هوادهی مجدد بو و مزه تولید

شده است.

به نظر می‌رسد که اثرات لایه شکنی به کمک هوادهی مجدد به تغییری مربوط باشد که در شرایط مواد مغذی درون منبع آب در نتیجه لایه شکنی به کمک هوادهی مجدد صورت می‌گیرد. در دریاچه‌هایی که کف آنها بی‌هوازی و لایه‌بندی شده باشد، ممکن است مقادیر زیادی مواد مغذی (به ویژه ترکیبات فسفات و نیترات) از رسوبات کف به درون هیپولیمنیون آزاد شود. پس از گردش آب، این مواد مغذی در لایه‌های بالاتر آب مخلوط شده و در شرایط خاص زیست‌محیطی سبب رشد جلبک می‌شوند. دستگاه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد با برطرف کردن و حذف حوزه‌های بی‌هوازی می‌توانند آزادسازی مواد مغذی از رسوبات کف منبع آب را کنترل یا متوقف کنند و از این رهگذر از پرشکفتگی‌های جلبکی می‌کاهند. ولی، در بعضی موارد، دستگاه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد خود سبب می‌شوند تا مواد مغذی رسوبات کف یا بخش‌های عمیق‌تر منبع آب با آب‌های سطحی مخلوط شوند و سپس مواد مغذی در دسترس جلبک‌ها قرار گیرد که سبب می‌شود در دوره‌هایی از سال پرشکفتگی‌های جلبکی بیشتر شود. تعداد منابعی که در آنها دستگاه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد سبب شده تا تعداد و دفعات پرشکفتگی‌های جلبکی کاهش یابد ظاهراً بسیار بیش از منابعی بوده که در آنها دفعات افزایش یافته است.

متصدیان منابع آب باید خود داده‌های کافی در باره کیفیت آب (مثل دما، اکسیژن محلول، pH، مواد مغذی، قلیائیت، مواد معلق، کدری، شفافیت دیسک سکی^۱) گردآوری کنند تا بتوانند اثرات برنامه‌های لایه شکنی با هوادهی مجدد بر روی شرایط جلبکی و دیگر شرایط زیست محیطی را تجزیه و تحلیل کنند.

روش‌های هوادهی مجدد

دوروش اصلی برای حفظ یا حتی افزایش غلظت اکسیژن محلول در ناحیه‌هایی از منبع آب وجود دارد که در هنگام لایه‌بندی حرارتی معمولاً به طور کامل یا ناقص دچار نقصان اکسیژن می‌شوند. برای استفاده از این دو روش، شیوه‌های

فراوانی (که بعضی اقتصادی‌تر از شیوه‌های دیگرند) وجود دارد. در روش اول هوادهی مجدد از جو و به وسیله تغییر یا حذف کامل لایه‌بندی حرارتی انجام می‌شود و آن را لایه شکنی می‌نامند. در روش دوم اکسیژن محلول بدون برهم خوردن زیاد در الگوی لایه‌بندی حرارتی وارد آب می‌شود و به آن هوادهی مجدد هیپولیمنتیک می‌گویند.

لایه شکنی

لایه شکنی (کامل یا ناقص) توسط ایجاد همزنی عمودی در داخل منبع آب صورت می‌گیرد. این کار را می‌توان با وسایل مکانیکی (پمپ) یا با استفاده از هوای پخشیده که سبب انتشار حباب هوا در لایه هیپولیمنیون منبع می‌شود، و معمولاً در عمیق‌ترین بخش آب قرار دارد، انجام داد. دستگاه‌های مکانیکی توسط پمپ‌ها آب‌های هیپولیمنتیک به سطح یا با پمپ‌ها آب‌های سطحی به طرف عمق، لایه شکنی و همزنی را انجام می‌دهند.

روش متعارف و معمول در دستگاه‌های پخش هوا به کمک کمپرسور، استقرار کمپرسور در ساحل یا بر روی یک سکوی شناور در نزدیکی ترین موقعیت نسبت به محل ورود هوا به منبع آب است. هوا از کمپرسور به یک خط لوله فرستاده می‌شود که این خط لوله به افشانک‌هایی متصل است. افشانک‌ها هوا را در نزدیک کف دریاچه یا منبع آب آزاد می‌کنند. حباب‌های هوا در صعود به سطح آب مانند یک پمپ عمل می‌کنند و سبب گردش عمودی آب می‌شوند. پس از لایه شکنی کامل، آب‌های سطحی سرد می‌شوند و آب‌های عمقی نیز گرم می‌شوند تا نقطه تعادلی برقرار شود و دماهای بالا و پایین آب تقریباً برابر شوند. یکی از معایب اصلی لایه شکنی این است که ممکن است آب‌های عمیق‌تر در منبع گرم‌تر از حد مطلوب یا آب آشامیدنی شوند و یا گرم‌تر از حدی شوند که برای بعضی از انواع ماهی مناسب است. با این وجود، دماهای پایین آب سطحی اتلاف آب از طریق تبخیر را کمتر می‌کند.

۱- دیسک سکی یک صفحه صاف و سفید رنگ که به وسیله یک طناب در آب فرو برده می‌شود تا آن که صفحه تقریباً محو شود. در این عمق، عمق صفحه از سطح آب را به عنوان شفافیت صفحه سکی ثبت می‌کنند.

با مخلوط شدن آب‌های لایه‌های بالاتر با آب‌های لایه‌های پایین‌تر، اکسیژن محلول به آب‌های عمقی وارد می‌شود و این آب‌ها را در تماس با جو در سطح قرار می‌دهد. مقداری اکسیژن بر اثر انتقال حباب‌های هوا در حین صعود به سطح وارد آب می‌شود. با طراحی و بهره‌برداری صحیح، از دستگاه‌های لایه‌شکنی می‌توان برای تنظیم دمای آب و میزان اکسیژن محلول در آن استفاده نمود.

بسته به پرشکفتگی‌های جلبکی، نابودی جلبک‌ها و دیگر عوامل زیستی، ممکن است مقدار کاهش اکسیژن در لایه‌های متالیمینون و هیپولیمینون در هر منبع آب در سال‌های مختلف متفاوت باشد. در سال‌های پر بارش که رواناب زیاد است، ورود مواد مغذی بیشتر می‌تواند فعالیت و تولید زیستی را افزایش دهد و اکسیژن کمتری در آب باقی بماند. در چنین سال‌هایی، ممکن است گردش دادن آب از لایه‌های عمیق‌تر توسط همزنی بیشتر ضروری شود.

همزنی مکانیکی یا هیدرولیکی

استفاده از روش همزنی مکانیکی یا هیدرولیکی در لایه‌شکنی دریاچه‌ها و منابع آب و ارزیابی آن بسیار کمتر از روش همزنی با هوای پخشیده انجام شده است. در روش هیدرولیکی آب از سطح منبع پمپ شده و بر ناحیه‌ای دیگر در آب با دانسیته^۱ متفاوت با فشار تزریق می‌شود. جریان آب پمپ شده سبب گردش و همزنی آب می‌شود. چندین نوع از دستگاه‌های مکانیکی طراحی و استفاده شده اما بهره‌برداری از تعداد کمی از آنها برای کنترل کیفیت آب همچنان ادامه یافته است. برق مصرفی در بسیاری از این دستگاه‌ها در مقایسه با دستگاه‌های مشابه همزنی با هوای پخشیده بسیار زیاد است و بنابراین بهره‌برداری از آنها کارایی کمتر و هزینه بیشتری در بر دارد. درج^۲ اشاره کرده است که لایه‌شکنی هیدرولیکی روش مؤثر همزنی است و می‌تواند در همزنی دریاچه‌ها یا منابع بزرگ کارآمدتر از روش هوا باشد.

همه دستگاه‌های هوادهی مجدد یک وجه مشترک دارند: این دستگاه‌ها در عین آن که لایه‌بندی حرارتی را حفظ می‌کنند، مقدار اکسیژن محلول آب‌های لایه هیپولیمنتیک را افزایش

می‌دهند. هوادهی هیپولیمنتیک با تزریق حباب‌های کوچک هوا یا اکسیژن خالص به درون لایه هیپولیمینون دریاچه یا مخزن آب انجام می‌شود و یا آب‌های هیپولیمنتیک در هوا پخش شده و سپس به هیپولیمینون بازگردانده می‌شود. در دریاچه‌های پوشیده از یخ که کنترل کاهش اکسیژن محلول و کیفیت آب در عین ممانعت از وقوع شرایط آب روباز ضروری است، هوادهی هیپولیمنتیک کاربردهای فراوانی دارد.

در بعضی از دریاچه‌های منجمد که مورد استفاده مردم‌اند، دستگاه‌های هوای پخشیده می‌توانند با ایجاد شرایط آب روباز خطرانی ایجاد کنند. در دریاچه‌هایی که ننگه‌دارنده ماهیان آب‌های سردند، شاید روش هوادهی هیپولیمنتیک ضروری باشد تا دمای مناسب آب حفظ شود. هوادهی هیپولیمنتیکی که برای هوادهی مجدد اکسیژن خالص مصرف می‌کنند معمولاً برای منابع بزرگ آب شهری مقرون به صرفه نیستند.

سازه‌های ورودی

هدف سازه‌های ورودی

سازه‌های ورودی و تأسیسات مربوط به آن در منابع تأمین آب را بهتر است تأسیسات "ورودی - خروجی" بنامیم، چون این تأسیسات در واقع آب را از منبع گرفته و به خروجی پایین دست می‌فرستند. اصطلاحات "سازه ورودی" و "سازه خروجی" را معمولاً به جای یکدیگر و در اشاره به یک نوع تأسیسات هم به کار می‌برند. در دریاچه‌ها و منابع تأمین آب شهری، از این تأسیسات می‌توان برای انتقال آب به تصفیه‌خانه، یا مستقیماً به شبکه آبرسانی، یا برای بازگرداندن آب به داخل رودخانه یا جریان پایین دست منبع آب استفاده نمود. در برخی موارد، از یک مجموعه منفرد خروجی - ورودی برای خروج آب در پایین دست به درون رودخانه و برای انتقال آب به تصفیه‌خانه یا شبکه آبرسانی استفاده می‌شود.

۱- دانسیته: مقیاس سنگینی ماده (جامد، مایع یا گاز) نسبت به اندازه آن. دانسیته بر حسب وزن در واحد حجم، یعنی گرم بر سانتی‌متر مکعب یا پوند بر فوت مکعب بیان می‌شود. دانسیته آب (۴°C یا ۳۹°F) ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب یا در حدود ۶۲/۴ پوند بر فوت مکعب است.

2- Dortch

چند پرسش

- ۱- سه روش استفاده از ترکیبات سولفات مس در منبع آب را نام ببرید.
- ۲- اثربخشی برنامه کنترل جلبک به وسیله مواد شیمیایی را چگونه ارزیابی می‌کنند؟
- ۳- فردی که با سولفات مس خشک سروکار دارد چه اقدامات احتیاطی را باید رعایت کند؟
- ۴- یک منبع آب به غیر از مصرف آب آشامیدنی چه مصارف دیگری می‌تواند داشته باشد؟
- ۵- چه مصارف و استفاده‌های عمومی از منابع آب مجازند؟
- ۶- پرشکفتگی‌های جلبکی سبب چه نوع اشکالاتی در منابع آب آشامیدنی می‌شوند؟
- ۷- در چه شرایطی مزه و بوی منبع آب آشامیدنی بیش از مواقع دیگر قابل توجه است؟
- ۸- سازمان آب چگونه می‌تواند سطوح مجاز و مورد قبول تری هالومتان را رعایت کند؟
- ۹- آهن و منگنز چه نوع اشکالاتی در کیفیت آب آشامیدنی ایجاد می‌کنند؟
- ۱۰- چرا دست‌یابی به بهترین عمق آب که از آن بتوان آب آشامیدنی قابل قبول از یک دریاچه مونومیکتیک و حاص‌لخیز و هرارگانیزم در فصل تابستان و در هنگام وجود لایه بندی حرارتی برداشت با دشواری روبروست؟
- ۱۱- برنامه‌های مدیریت کیفیت منابع آب چه نوع مشکلات کیفی آب را می‌توانند کنترل یا برطرف کنند؟
- ۱۲- ارزش تفریحی منابع آب را چگونه می‌توان با مدیریت صحیح منابع آب بهبود بخشید؟
- ۱۳- چگونه می‌توان اشکالات کیفی آب را که ناشی از سیستم‌های نشت مخزن عفونی باشد برطرف نمود؟
- ۱۴- مزایا و محدودیتهای اجرای دام در حوضه آبریز منابع تأمین آب کدامند؟
- ۱۵- چرا از سولفات مس برای کنترل پرشکفتگی‌های جلبکی استفاده می‌شود؟
- ۱۶- قلیائیت در آب چگونه کارایی استفاده از سولفات مس به منزله جلبک‌کش را کاهش می‌دهد؟
- ۱۷- چگونه می‌توان به مقدار مطلوب مصرف سولفات مس در منبع آب دست یافت؟
- ۱۸- هدف اولیه برنامه‌های لایه‌شکنی با هوادهی مجدد در منابع آب شهری چیست؟
- ۱۹- چگونه می‌توان کیفیت آب را با برنامه لایه‌شکنی با هوادهی مجدد بهبود داد؟
- ۲۰- دور روش اصلی حفظ و افزایش غلظت اکسیژن محلول در منابع آب را در هنگام لایه بندی حرارتی نام ببرید.
- ۲۱- لایه‌شکنی چگونه انجام می‌شود؟
- ۲۲- چه عواملی می‌توانند سبب تغییر در میزان کاهش اکسیژن محلول در سال‌های مختلف شوند؟