

# اصول راهبری تصفیه‌خانه‌های آب

## «سلسله مقالات آموزشی»

(مقاصد برنامه‌های مدیریت مخازن آب)

قسمت دوازدهم

ترجمه: مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

### انعقاد و لخته‌سازی

روش‌های بهره‌برداری در شرایط غیر عادی

شاخص‌های شرایط غیر عادی

تغییرات ناگهانی در کدري، pH، قلیايت، دما یا نیاز به کلر آب منبع اصلی یا آب صاف شده نشانه‌هایی هستند که با مشاهده آنها متصدی باید فوراً عملکرد فرایند انعقاد-لخته‌سازی را بررسی کند.

### اقدامات مربوط به فرایند

تغییرات در میزان کدري آب منبع اصلی، خواه افزایش یا کاهش کدري، معمولاً متصدی را بر آن می‌دارد تا از اثربخشی مواد منعقدکننده و مقدار آنها در واحد اختلاط سریع اطمینان حاصل کند. بهترین شیوه اطمینان از این امر انجام آزمون‌های جار طبق روش پیش‌گفته است. به خاطر داشته باشید که کاهش مقدار کدري آب خام می‌تواند به اندازه افزایش آن در عملکرد فرایند اختلال ایجاد کند.

تغییرات قلیايت، pH و دما در آب منبع اصلی می‌تواند بر به هم چسبیدگی لخته‌ها در حین انجام فرایند انعقاد-لخته‌سازی اثر گذارد. علاوه بر آن، ممکن است تغییرات دما مستلزم تنظیم شدت اختلاط در اختلاط سریع یا لخته‌سازها باشد. معمولاً تغییرات دما در طول زمان

تدریجی است و از این رو تغییرات زیاد در تنظیم به ندرت ضروری می‌شود.

افزایش ناگهانی کدري آب صاف شده می‌تواند حاصل عملکرد نامناسب صافی باشد (که مستلزم بک واش یا تعویض بستر صافی است). در هر حال عملکرد ضعیف فرایند انعقاد-لخته‌سازی یک مسئله است و متصدی باید اقدامات فوری برای رفع مسئله انجام دهد، و این نکته را هم به یاد داشته باشد که اقدامات فوری اثر فوری ندارد و تغییر در عملکرد فرایند چند ساعت بعد از انجام اقدامات در پساب صافی دیده خواهد شد. یک اقدام اصلاحی فوری این است که یک ماده شیمیایی مثل پلیمر نانیونی را برای کمک به صافی به طور مستقیم وارد جریان ورودی به صافی کنیم. اما این عمل صرفاً یک راه حل کوتاه مدت است و تغییرات در فرایند انعقاد-لخته‌سازی است که می‌تواند اثر درازمدت بر عملکرد صافی بر جای گذارد، و باز در این مورد نیز، از نتایج آزمون‌های جار باید به عنوان پایه اصلی در ایجاد تغییرات در فرایند استفاده شود. بحث مفصل‌تر مواد شیمیایی کمکی برای صافی را در فصل ۶، زیر عنوان "صاف کردن" خواهیم آورد.

جدول ۱ خلاصه‌ای است از مسائل فرایند انعقاد-لخته‌سازی، چگونگی تشخیص علل این مسائل و نیز چگونگی رفع آنها.

جدول ۱ رفع عیب در فرایند انعقاد-لخته‌سازی.

تغییرات کیفی در آب منبع اصلی	اقدامات متصدی	تغییرات احتمالی
* کدوری	۱. آزمایش‌های لازم را انجام دهید تا میزان تغییرات مشخص شود	۱. ماده یا مواد منعقد کننده را تغییر دهید
* دما	۲. عملکرد کلی فرایند را ارزیابی کنید	۲. مقدار ماده منعقد کننده را تنظیم کنید
* قلیابیت	۳. در صورت لزوم آزمون‌های جار را انجام دهید	۳. شدت اختلاط سریع / اختلاط لخته‌ساز را تنظیم کنید
* pH	۴. تغییرات لازم در فرایند را ایجاد کنید	۴. از ماده کمکی منعقد کننده یا کمکی صافی استفاده کنید
* رنگ	۵. دفعات مراقبت و پایش فرایند را زیاد کنید	۵. قلیابیت یا pH را تنظیم کنید
	۶. در زمان مناسب، واکنش فرایند را به تغییرات ایجاد شده کنترل کنید (حتماً باید به اندازه کافی صبر کنید تا اثر هر تغییر آشکار شود).	
تغییرات کیفی پساب فرایند انعقاد	اقدامات متصدی	تغییرات احتمالی در فرایند
* کدوری	۱. کیفیت آب منبع اصلی را ارزیابی کنید	۱. ماده یا مواد منعقد کننده را عوض کنید
* قلیابیت	۲. در صورت لزوم آزمون‌های جار را اجرا کنید	۲. مقدار ماده شیمیایی را تنظیم کنید
* pH	۳. عملکرد فرایند را کنترل کنید: الف) سرعت یا سرعت‌های تغذیه ماده منعقد کننده، ب) عملکرد واحد اختلاط سریع	۳. شدت اختلاط سریع را در صورت لزوم تنظیم کنید
	۴. تغییرات لازم را در فرایند ایجاد کنید	۴. قلیابیت یا pH را تنظیم کنید
	۵. واکنش فرایند را به تغییرات در زمان مناسب کنترل کنید	
تغییرات کیفی لخته‌ها در حوضچه لخته‌ساز	اقدامات متصدی	تغییرات احتمالی در فرایند
* تشکیل لخته	۱. شرایط لخته‌ها را در حوضچه مشاهده کنید	۱. ماده منعقد کننده را عوض کنید
	الف) پراکندگی	۲. مقدار ماده منعقد کننده را تنظیم کنید
	ب) اندازه، و	۳. شدت اختلاط سریع / اختلاط لخته‌ساز را تنظیم کنید
	ج) مقاومت لخته (شکست).	۴. از ماده کمکی منعقد کننده استفاده کنید
	۲. عملکرد کلی فرایند را ارزیابی کنید	۵. قلیابیت یا pH را تنظیم کنید
	۳. در صورت لزوم آزمون‌های جار را اجرا کنید	

### شرح سوابق

در شرایطی که تصفیه‌خانه عملکردی غیر عادی دارد، اهمیت ثبت رویدادها دو چندان می‌شود. این امر به دلیل ثبت و مستندسازی شرایط خاص و رویدادهای ویژه و اقداماتی است که متصدی در رفع آنها انجام می‌دهد. متصدی باید علاوه بر ثبت جریان عادی کار تصفیه‌خانه، شرایط غیر عادی و هرگونه اقدام برای رفع آنها را نیز ثبت کند. حتی ثبت اقدامات بی نتیجه به همان اندازه اهمیت دارد که اقدامات درست. اقدامات بی نتیجه به ما و دیگران کمک می‌کند تا از این تجربه‌ها چیزی بیاموزیم و در تجارب بعدی راه و شیوه دیگری را امتحان کنیم. خلاصه آن که همه اقدامات را باید به طور دقیق ثبت کرد. یادداشت‌های مشروح از جزئیات اقدامات و شرایط می‌تواند در طراحی تأسیسات بعدی تصفیه آب، یا در

اصلاح تأسیسات موجود سودمند افتد. از این گذشته، سوابقی از این نوع، شرح تاریخیچه‌ای از اقدامات متصدیان تصفیه‌خانه‌ها به دست می‌دهد و می‌تواند از دیدگاه سازمان‌های حقوقی یا قانونگذار مفید باشد. گاه لازم است گزارش‌های ویژه‌ای از رویدادها و اقدامات مربوط به آنها تهیه شود که یادداشت‌های متصدی مواد اصلی این گزارش‌ها را فراهم می‌آورد.

### ارتباطات

در هنگام عملکرد غیر عادی تصفیه‌خانه، گاه لازم می‌شود که توصیه‌هایی به کارکنان تصفیه‌خانه، مثل متصدی ارشد، سرپرست تصفیه‌خانه، مسئول آزمایشگاه شیمی، یا مکانیک تعمیرات و نگهداری، در باره شرایط موجود یا رویدادهای تصفیه‌خانه ارائه کنید.

در هر تصفیه‌خانه باید یک روش کار واکنش اضطراری تهیه شود تا در صورت لزوم کارکنان خاصی از تصفیه‌خانه از وضعیت اضطراری آگاهی یافته و وضعیت را بر طرف کنند. در روش کار واکنش اضطراری باید نام و شماره تلفن (ساعات بیکاری، شب‌های غیر شیفت و تعطیلات آخر هفته) افرادی که در شرایط خاص حضورشان ضروری است درج شده باشد، و حتی مسئولان بخش بهداری نیز باید در این لیست قرار گیرند. اصولی هم باید تدوین شود که متصدی بر اساس آنها بدانند در چه وضعیت‌هایی باید از این روش کار استفاده کند.

تغییرات در فرایند انعقاد-لخته‌سازی یا شرایط احتمالی دیگری که در صورت بروز آنها حضور افرادی ضروری است عبارتند از:

۱. آلودگی منبع اصلی آب به یک ماده شیمیایی.
  ۲. تغییرات عمده در کیفیت آب منبع اصلی یا آب تصفیه شده (pH، کدوری، قلیابیت و کیفیت باکتریولوژیک).
  ۳. عدم مشاهده واکنش در برابر تغییر در مقدار ماده شیمیایی مصرف شده.
  ۴. عیب و از کار افتادن تجهیزات (کلرزن، دستگاه، تغذیه مواد شیمیایی، همزن و پمپ‌ها).
  ۵. قطع برق.
- در بیشتر تصفیه‌خانه‌ها راه‌اندازی و توقف فرایند انعقاد-لخته‌سازی یک روش کار عادی و معمول در بهره‌برداری نیست. این روش‌های کار فقط وقتی به کار می‌آیند که تصفیه‌خانه را برای انجام تعمیرات متوقف می‌کنید. در موارد بسیار نادر، ممکن است بر اثر خرابی یکی از تجهیزات مهم توقف فرایند لازم شود.

### اجرای روش‌های کار راه‌اندازی / توقف

آنچه در پی می‌آید خلاصه‌ای است از اقدامات نمونه‌واری که متصدی تصفیه‌خانه در راه‌اندازی و توقف فرایند انعقاد-لخته‌سازی انجام می‌دهد. این روش‌های کار متناسب با نوع دستگاه‌های هر تصفیه‌خانه یا توصیه‌های سازندگان تجهیزات قابل تغییر است.

### روش‌های راه‌اندازی

۱. وضعیت همه تجهیزات مکانیکی را بررسی کنید و ببینید که روغن کاری مناسب شده و آماده کار باشند.

۲. از آمادگی همه تغذیه‌کننده‌های شیمیایی اطمینان یابید. در مخازن و افشانک‌ها باید مواد شیمیایی زیادی موجود و آماده تغذیه به آب خام باشد.

۳. از آب خام نمونه‌برداری کنید و فوراً آزمون جار را با استفاده از مواد شیمیایی تازه رسیده انجام دهید.

۴. تنظیم‌های مربوط به تغذیه‌کننده‌های مواد شیمیایی را معین کنید و سرعت دستگاه‌ها را تنظیم کنید.

۵. شیر یا دریچه ورودی را باز کنید تا آب خام جریان یابد.

۶. فوراً دستگاه‌های تغذیه شیمیایی انتخاب شده را روشن کنید.

الف) شیرها را باز کنید تا مواد شیمیایی منعقد کننده و آب رقیق کننده به سیستم تغذیه شود.

ب) تغذیه‌کننده‌های مواد شیمیایی را روشن کنید.

ج) تغذیه‌کننده را به صورت تعیین شده تنظیم کنید.

۷. واحد اختلاط سریع را در زمان مناسب روشن کنید. ممکن است برای این کار لازم باشد صبر کنید تا مخزن یا کانال پر شود. دستورات سازنده را در این مورد رعایت کنید.

توجه: اجازه ندهید آب تصفیه نشده در تصفیه‌خانه به جریان درآید. تمام آب خام ورودی باید با آلوم یا منعقد کننده دیگری تصفیه شود. ممکن است آبی که با منعقد کننده تصفیه نشده باشد در صافی تصفیه‌خانه جریان یافته و درست تصفیه نشود (جداسازی رنگ و ذرات)، و به شبکه آب‌رسانی نیز وارد شود.

۸. پمپ‌های نمونه‌برداری را به محض این که آب در محل‌های نمونه‌برداری تجمع یافت روشن کنید. قبل از نمونه‌برداری صبر کنید تا کمی آب از محل عبور کرده و آن را بشوید.

۹. به محض این که حوضچه اول از آب پر شد لخته‌سازها را روشن کنید. یقین حاصل کنید که دستورات سازنده را رعایت کرده‌اید. در صورت امکان و اگر صلاح بود، در سرعت لخته‌ساز تغییرات لازم را بدهید.

۱۰. محفظه همزنی و حوضچه‌های لخته‌ساز را بازرسی کنید. تشکیل لخته‌ها را مشاهده کنید و تغییرات لازم را ایجاد کنید.

۱۱. هرگونه نخاله شناور روی سطح آب را خارج کنید.

۱۲. آزمون‌های کیفیت آب را انجام دهید و بر اساس آنها تغییرات لازم را در فرایند ایجاد کنید.
۱۳. تغذیه کننده‌های شیمیایی را واسنجی کنید.

## روش‌های کار توقف

۱. شیر یا دریچه ورودی آب به محفظه اختلاط سریع یا کانال همزنی را ببندید.
۲. دستگاه‌های تغذیه ماده شیمیایی را خاموش کنید.
- الف) تغذیه کننده‌ها را خاموش کنید.
- ب) شیرهای مربوط را ببندید.
- ج) در صورت لزوم، خطوط تغذیه مواد شیمیایی را تمیز کنید یا آنها را شست و شو دهید.
۳. بعد از آن که آب همزن آبی و لخته‌سازها تخلیه شد، هر یک را خاموش کنید. در این مورد، دستورات سازنده را رعایت کنید.
۴. قبل از آن که آب محل‌های نمونه‌برداری تخلیه شود، پمپ‌های نمونه‌برداری را خاموش کنید.
۵. آبی را که کامل تصفیه نشده دور بریزید.
۶. کلیدهای برق را قفل کنید و روی آنها برچسب بزنید.
۷. در صورت لزوم آب حوضچه‌ها را خالی کنید. آب تصفیه نشده درون آنها را دور بریزید.
- حوضچه‌های پایین تر از سطح زمین را بدون بازرسی سطح آب زیرزمینی تخلیه نکنید.
- الف) دریچه‌های مسدود کننده حوضچه‌ها را ببندید یا در آنها دریچه‌های توقف آب نصب کنید.
- ب) شیرهای تخلیه حوضچه را باز کنید.
- ج) مراقب باشید، ممکن است حوضچه شناور شود یا بشکند، که این بستگی به آب زیرزمینی، خاک و شرایط دیگر خواهد داشت.

## پرسش :

۱. کدام تغییرات ناگهانی در کیفیت آب خام یا صاف شده علائمی هستند که نشان می‌دهند باید فوراً عملکرد فرایند انعقاد-لخته‌سازی بررسی شود؟
۲. اگر تغییر معنی‌داری در میزان کدوری آب منبع اصلی مشاهده کنید، چه می‌کنید؟
۳. چگونه می‌توانید اثربخشی، نوع و مقدار مواد شیمیایی منعقد کننده مورد استفاده در اختلاط سریع را تعیین کنید؟
۴. اگر دمای آب منبع اصلی ناگهان تغییر کند، متصدی باید چه تغییراتی را مورد بررسی قرار دهد؟
۵. چرا ثبت رویدادها در شرایط غیر عادی کار تصفیه‌خانه اهمیت ویژه دارد؟
۶. در دوره‌های کار غیر عادی تصفیه‌خانه، کدام آزمون‌های آزمایشگاهی را باید به دفعات بیشتر انجام داد؟
۷. چرا باید برای هر تصفیه‌خانه یک روش کار واکنش اضطراری تدوین کرد؟
۸. در چه شرایطی معمولاً تصفیه‌خانه را متوقف می‌کنند؟
۹. چرا ثبت درست رویدادها در عملیات راه‌اندازی و توقف مهم است؟
۱۰. چه خطراتی در هنگام راه‌اندازی یا توقف فرایند انعقاد-لخته‌سازی ممکن است پیش آید؟

## ثبت رویدادها

ثبت رویدادها و عملیات در حین راه‌اندازی و توقف به متصدی و دیگر کارکنان تصفیه‌خانه در انجام عملیات توقف بعدی کمک خواهد کرد. نتایج همه بازرسی‌ها، تنظیم تجهیزات، و هرگونه رویداد ویژه و غیر عادی باید به دقت ثبت شود.

## ملاحظات ایمنی

روش‌های کار ایمنی در عملیات راه‌اندازی و توقف اهمیت زیادی دارند. در فرایند انعقاد-لخته‌سازی، وضعیت‌های بالقوه خطرناکی پیش می‌آید که باید در آنها احتیاط بی حد به خرج داد. ممکن است متصدی در معرض برق گرفتگی، تجهیزات مکانیکی و چرخشی، سطوح باز، حوضچه‌های پر آب (غرق شدگی) قرار گیرد. کف حوضچه‌های خالی هم می‌تواند خیلی لغزنده باشد، و زمین خوردگی در آنها خیلی دردناک است و سبب آسیب و شکستگی می‌شود. همیشه از ابزار ایمنی مثل نرده استفاده کنید. مثلاً نرده‌های دسترسی را بر ندارید تا کار خود را آسان‌تر انجام دهید.

در بعضی موارد، ممکن است لازم باشد که تعمیراتی را در سازه‌های زیرزمینی مثل شیرخانه یا پمپ‌خانه انجام دهید، که در آنجا در معرض گازهای سمی و انفجاری، یا در معرض کمبود اکسیژن قرار خواهید داشت. همیشه اول اطمینان یابید که این محل‌ها دارای تهویه مناسب هستند. از ابزار ایمنی مثل کلاه، عینک، چکمه لاستیکی، ابزار تشخیص گاز و جلیقه نجات استفاده کنید. هرگز به تنهایی وارد فضای سربسته نشوید. حتماً مراقب باشید که فرد دیگری که ناظر شماست لوازم و ابزار کمکی در دسترس داشته باشد و قدرت ارزیابی خطر را در هنگام آسیب دیدگی یا بیهوشی شما داشته باشد.