اصول راهبری تصفیه‌خانه‌های آب

« سلسله مقالات آموزشی»

(مقاصد برنامه‌های مدیریت مخازن آب)

قسمت نهم

ترجمه : مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

آزمون جار (ادامه)

۲- تعیین گستره میزان غلظت منعقد کننده

شرایط فعلی کیفیت آب خام را با سوابق قبلی و تجارب پیشین مقایسه کنید تا گستره میزان مناسب مقادیر مصرف مواد شیمیایی برای آزمونهای جار تعیین شود. تفاوتهای فصلی نکته مهمی است. سوابق آزمایشگاهی و عملیاتی اطلاعات پرباری برای متصدی تصفیه خانه به شمار می آیند.

فرض کنیم در تصفیه خانه نمونه ما سوابق نشان می دهند که گستره میزان مناسب مقادیر مصرف مواد شیمیایی برای شرایط فعلی آب خام به قرار زیرند :

آلوم ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم در لیتر

پلیمر کاتیونی ۰/۵ تا ۳ میلی گرم در لیتر

۳- توالی آزمونها را معین کنید.

شش آزمون را می توان به طور همزمان با دستگاه استاندارد آزمایشگاهی آزمون جار انجام داد. وقتی مجموعه چندگانه منظور باشد، باید به خاطر داشت که مقایسه بین جارهایی که فقط در یک متغیر فرق دارند (مثلاً مقدار آلوم) بهتر است. اگر فقط یک متغیر تغییر داده شود و بقیه عوامل ثابت بمانند، هرگونه تغییر در نتایج نهایی را می توان به تنها متغیری که تغییر داده اید نسبت داد.

فرض کنیم که در تصفیه خانه نمونه ما، در مرحله اول آزمون توالی شماره ۱ آزمونها تصمیم داریم که اثر افزایش مقدار پلیمر را ارزیابی کنیم و مقدار آلوم را در حد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر ثابت نگاه می داریم. مقدار پلیمر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر به ۳ میلی‌گرم در لیتر افزایش می‌یابد.

در مرحله دوم آزمون در توالی شماره ۲ آزمون، اثر تغییر مقدار پلیمر را با مقادیر بالاتر آلوم (۱۵ میلی‌گرم در لیتر) ارزیابی می کنیم.

مرحله اول آزمون

شماره جار	۱	۲	۳	٤	٥	٦
آلوم، میلی گرم در لیتر	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
پلیمر کاتیونی، میلی‌گرم در لیتر	۰/۵	۱/۰	۱/۵	۲	۲/۵	۳

مرحله دوم آزمون

شماره جار	۱	۲	۳	٤	٥	٦
آلوم، میلی گرم در لیتر	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
پلیمر کاتیونی، میلی‌گرم در لیتر	۰/۵	۲	۱/۵	۲	۲/۵	۳

با سعی و خطا و به روش تجربی می‌توان تلفیق‌های دیگر از مقادیر آلوم و پلیمر را ارزیابی کرد و مقادیر بهینه آنها را تعیین نمود. می توان ابتدا مقادیر مختلف آلوم و سپس تلفیق مقادیر آلوم با مقادیر مختلف پلیمر را امتحان کنید.

٤- انجام آزمونها

نمونه برداری از جریان ورودی تصفیه‌خانه باید هنگامی انجام شود که آمادگی برای انجام آزمایش جار وجود داشته باشد. دمای نمونه آب مورد آزمون باید تقریباً همان دمای آب تحت تصفیه باشد. به جای استفاده از بشر شیشه ای می توان از بشر پلاستیکی برای نمونه برداری استفاده نمود. چون دمای آب در طول مدت انجام آزمون در بشر پلاستیکی کمتر تغییر می کند، اما برای استفاده از بشر پلاستیکی باید اطمینان یابید که پیش از انجام آزمون تمیز باشد.

روش انجام آزمون جار به شرح زیر خواهد بود:

۱- مراحل توالی آزمون و داده های مربوط به کیفیت آب را ثبت کنید؛

۲- نمونه برداری کنید؛

شماره جار	۱	۲	۳	٤	٥	٦
مقدار آلوم، میلی‌گرم در لیتر	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
حجم ماده شمیایی ، میلی‌لیتر در لیتر (۱٪)	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مقدار پلیمر کاتیونی، میلی‌گرم در لیتر	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳
حجم ماده شیمیایی، میلی‌لیتر (۰/۱٪)	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳

۳- به اندازه یک لیتر از حجم بشر را با آب مورد آزمون پر کنید؛

٤- حجم‌های تعیین شده مواد شیمیایی را به هر یک از بشرها به سرعت اضافه کنید. در مرحله اول آزمون مواد شیمیایی به شرح ذیل صفحه خواهد بود:

۵- پاروهای همزنی را فوراً به داخل بشرها فرو برید و آنها را به کار اندازید. به مدت یک دقیقه و در سرعت ۸۰ دور در دقیقه همزنی کنید.

توجه : زمان یک دقیقه بر پایه زمانهای ماند در واحدهای اختلاط سریع و کانال‌های توزیع با جریانی برابر ۳ میلیون گالن در روز انتخاب شده است. اگر جریان کمتر از این مقدار باشد، زمان باید بیش از یک دقیقه باشد. همچنین اگر حساب کنیم که سرعت همزنی بالاتر (۱۰۰ دور در دقیقه) شرایط مشابه تری با شرایط هیدرولیکی تصفیه خانه ایجاد می کند، درآن صورت سرعت همزنی را بیشتر می کنیم. در جدول ٤-۳ زمانهای همزنی جار در یک آزمایشگاه و نحوه تنظیم آن با تغییرات جریان را می بینید.

در این آزمایشگاه، اختلاط سریع (۱۰۰ دور در

دقیقه) و همزنی تند (۸۵ دور در دقیقه) هر دو انجام می‌شود.برای اطلاع بیشتر در باره روشهای تهیه نمودار مشابه جدول ۱ برای تصفیه خانه خود، به ضمیمه الف " تهیه منحنی های زمان ماند " مراجعه کنید.

زمانهای ته نشینی را نمی توان در یک بشر یک یا دو لیتری به دقت شبیه سازی کرد، بنابراین زمانهای ماند در اینجا صرفاً برای اطلاع یابی است.

تنظیم سرعت همزنی سریع و لخته ساز در تصفیه خانه تا حدی با سعی و خطا بر اثر تجزیه انجام می‌شود.

۶- سرعت همزن را به مدت ۲۰ دقیقه به ۲۰ دور در دقیقه کاهش دهید تا شرایط حوضچه لخته سازی شبیه سازی شود. اگر سرعت دیگر شرایط واقعی حوضچه لخته سازی را شبیه سازی کند، در آن صورت از همان شرایط استفاده خواهیم کرد.

۷- زمان لازم برای تشکیل لخته قابل رویت را ثبت کنید و ویژگی های لخته (لخته سر سوزنی، لخته ورقه ای) را در طول مدت همزنی توصیف کنید.

۸- همزنها را خاموش کنید. اجازه دهید لخته‌ها به مدت ۳۰ دقیقه یا به اندازه کافی نظیر شرایط واقعی تصفیه‌خانه ته نشین شوند. ببینید لخته ها به چه سرعتی ته نشین می شوند و ظاهر لخته ها و کدری آب روی لخته ها را بررسی کنید. اگر آب ته نشین شده زلال نباشد معنی آن این است که انعقاد به خوبی انجام نشده است. آبی که به خوبی انعقاد در آن انجام گرفته باشد را ذرات لخته ای دارد که به خوبی قابل تشخیص و رویت هستند و آب بین این ذرات زلال است. نتایج را با کلمات ضعیف، نسبتاً خوب، خوب یا عالی توصیف کنید.

۹- کدری آب ته نشین شده را اندازه بگیرید.

آزمون مرحله اول

جار شماره	۱	۲	۳	٤	٥	٦
آلوم، میلی‌گرم در لیتر	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
پلیمر کاتیونی، میلی‌گرم در لیتر	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳
کدری آب ته نشین شده، TU	۰/۸	۰/٤	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۹

۱۰- نتایج آزمون جار را ارزیابی کنید.

منحنی کدری آب ته نشین شده، TU، را نسبت به غلظت پلیمر کاتیونی بر حسب میلی گرم در لیتر به گونه‌ای که در شکل ۱ می بینید رسم کنید. نتایج نشان می دهند که وقتی مصرف آلوم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و مصرف پلیمر کاتیونی ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده، آب کمترین کدری را داشته است. توجه کنید که وقتی مصرف آب بیش از حد باشد، کدری آنچنان که در جارهای شماره ٤، ٥ و ٦ دیده می شود بالاتر می رود.

۵- ارزیابی نتایج آزمون

در ارزیابی نتایج آزمون جار چند عامل مهم هستند که عبارتنداز :

۱- سرعت تشکیل لخته؛

۲- نوع ذرات لخته؛

۳- زلالی آب بین ذرات لخته،

٤- اندازه لخته ها،

۵- مقدار لخته های تشکیل شده،

٦- سرعت ته نشینی لخته ها

۷- زلالی آب (مایع بالاسری) بالای لخته های تشکیل شده.

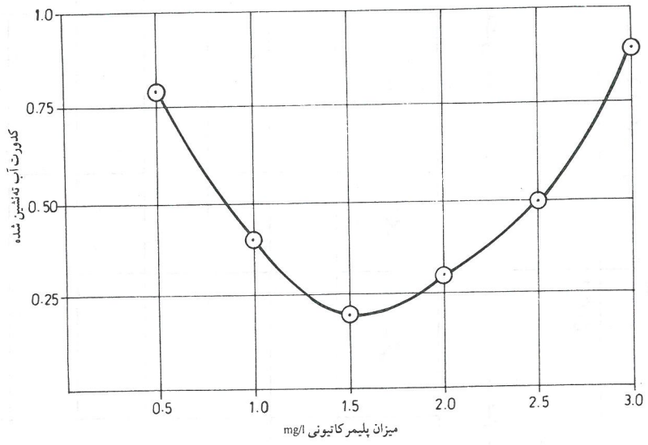
بعد از مدت کوتاهی پس از اختلاط سریع در آزمون باید لخته های مرئی تشکیل شود. در مدت همزنی لخته سازی تعدادی از ذرات کوچک به تدریج به هم می چسبند تا ذرات بزرگتری تشکیل شوند. لخته هایی که گسسته هستند و به ظاهر کمی متراکم اند معمولاً بهتر از ذراتی هستند که ظاهری سبک و توخالی دارند.

جدول ۱- زمانهای همزنی آزمایش جار در یک تصفیه خانه آب

جریان ورودی تصفیه خانه	اختلاط سریع حداکثر دور در دقیقه	اختلاط سریع ۸۵دور در دقیقه	اختلاط آرام ۲۰ دور در دقیقه	زمان ته نشینی
(میلیون گالن د ر روز)	(دقیقه)	(دقیقه)	(دقیقه)	(ساعت)
۱۰	۱	۲۳	٤٦/٥	٤/۸
۱۲	۱	۱۹/٤	۳۸/۸	٤
۱٤	۱	۱٦/٦	۳۳/۳	۳/٥
۱٥	۱	۱٥/٥	۳۱	۳/۲
۱٦	۱	۱٤/٥	۲۹	۳
۱۸	۱	۱۳	۲٦	۲/۷
۲۰	۰/٥	۱۱/٦	۲۳/۳	۲/٤
۲۲	۰/٥	۱۰/٦	۲۱	۲/۲
۲٤	۰/٥	۹/۷	۱۹/٤	۱/۹
۲٦	۰/٥	۹	۱۸	۱/۹
۲۸	۰/٥	۸/۳	۱٦/٦	۱/۷
۳۰	۰/٥	۷/۷٥	۱٥/٥	۱/٦
۳٥	۰/٥	٦/۷	۱۳/۳	۱/٤
حوضچه اختلاط سریع الف		–	۰/۱٦ میلیون گالن (کل)	
حوضچه اختلاط آرام الف		–	۰/۳۲ میلیون گالن (کل)	
حوضچه (های) ته‌نشینی		–	۲/۰۱ میلیون گالن (کل)	

الف – حوضچه های لخته سازی

توجه : برای محاسبه زمانهای اختلاط یا ماند از حجم برحسب میلیون گالن (MG) و میزان جریان آب مورد تصفیه (MGD) استفاده می شود.



شکل۱- نمودار کدورت ته‌نشین شده آب بر اساس میزان پلیمر کاتیونی

نتایج:

شماره جار		دقیقه		۱	۲	۳	٤	٥	٦
		دور در دقیقه							
اختلاط سریع	مواد شیمیایی مصرفی								
اختلاط کند	اولین مرحله								
	دومین مرحله	تولید لخته که مشاهده می‌شود (دقیقه)							
خواص لخته‌ها	شرح								
	حرارت °F								
	تیرگی JTU								
	میزان ته‌نشینی								

اطلاعات مربوط به آزمایش جار

خواص آب خام											
تاریخ:											
نام:		فلیایت کل ($mg/LCaCO_3$)		pH							
موضوع:											
آب فیلتر شده		ته‌نشین شده									
رنگ	تیرگی	رنگ	pH	فلیایت کل $mg/L\ CaCO_3$	حرارت °F	pH	رنگ	تیرگی JTU	میزان ته‌نشینی		

نمونه گزارش آزمایش جار یک تصفیه‌خانه

بهره‌بردار　　زمان　　تاریخ　/　/

شرایط اختلاط

مشخصات آب خام

زمان	دور در دقیقه			منبع
۱-		pH		درجه حرارت
۲-		رنگ	NTU	تیرگی
۳-	mg/l	سختی	mg/l	قلیائیت
٤-				

جار							مواد شیمیایی	
٦	٥	٤	۳	۲	۱	خشک / مایع		آلوم
							مشخصات لخته	
						بعد از اختلاط سریع		
						بعد از اختلاط تند		
						پنج دقیقه اختلاط کند		
						ده دقیقه اختلاط تند		
						پانزده دقیقه اختلاط کند		
						۵ دقیقه	ته نشینی لخته	
						۱۰ دقیقه		
						۲۰ دقیقه		
						۳۰ دقیقه		
						کدورت	کیفیت آب زلال شده	
						pH		
						رنگ		
						قابلیت فیلتر شدن		

ذرات بزرگ مناسب به نظر می آیند اما بزرگی ذرات نـه ضروری است و نه همیشه مطلوب، لخته های بزرگ و سبک به خوبی لخته های کوچک اما متراکم ته نشین نمـی شـوند، و بیشـتر احـتمال خـرد شدن آنها (در اثر حرکت پارو یا تلاطم آب جریان) وجود دارد.

مقـدار لختـه‌هـای تشـکیل شـده بـه انـدازه کیفیـت لختـه ها یا زلالی آب پس از ته‌نشینی اهمیت ندارد. آب بیـن لختـه هـا بـاید زلال باشد و ظاهر آن تیره و شیری نباشـد. بهتریـن مقـدار مصرف ماده شیمیایی آن مقداری اسـت کـه آبـی بـه وجـود آورد کـه با کمترین هزینه با اسـتانداردهای آب آشـامیدنی مطابقـت داشته باشد. نکته مهـم دیگـر مقـدار لجـن تولید شده است. هر چه مقدار لجـن تولـید شـده کمـتر باشد به لحاظ کاهش شرایط و هزینه‌های حمل و دفع لجن مطلوب تر است.

سـرعت ته‌نشینی لخته‌ها پس از همزنی هم یک نکته مهـم اسـت. تـه‌نشـینی لختـه هـا بـاید بلافاصله پس از خـاموش کـردن همـزن شـروع شـود، و باید پس از ۱۵ دقـیقه تقریـباً کـامل (۸۰ تـا ۹۰ درصـد) شـده باشـد. لختـه‌هایـی کـه بـیش از ۱۵ تـا ۲۰ دقیقه در آب در این آزمون باقی بمانند در استخر ته‌نشینی ته‌نشین نمی‌شوند، و بار صافی را بالا خواهند برد.

اگـر تـه نشـینی لختـه ها پیش از تکمیل همزنی آغاز شـود، یا اگر بیش از ۸۰ درصد لخته‌ها در یکی دو دقیقه بعد از خاموش کردن همزن ته نشین شوند، به این معنی اسـت کـه لختـه هـا بسـیار سنگین اند، در چنین حالتی، لختـه هـا به جای آن که استخر ته نشینی جدا شوند، در حوضـچه هـای لختـه سـازی تـه نشـین مـی شـوند. (خوشـبختانه ایـن حالت به ندرت پیش می آید و نشان دهـنده ایـن اسـت که مصرف مواد شیمیایی بیش از حد کفایت بوده است).

٦- تناوب انجام آزمون

در ارزیابی نتایج آزمون جار هیچ چیز جای تجربه را نخواهـد گرفت. به این لحاظ، توصیه می کنیم که آزمون جـار بـه طـور ادواری در زمانهایـی کـه کدری آب زیاد است، و حتی اگر کیفیت آب خروجی تصفیه‌خانه خوب باشـد، انجـام دهید. انجام مکرر این آزمون امکان مقایسه اثـر بخشـی فراینـد انعقـاد – لختـه سـازی را در شرایط مختـلف فراهم کرده و امکان تنظیم دقیق تصفیه شیمیایی را به منظور دست یابی به کارآیی بالاتر به دست می‌دهد. آزمـون جار بر روی نمونه های آب مخزن اختلاط سریع بـاید بـه طـور دوره ای و در آغاز هر شیفت کاری و در مواقعـی کـه کـدری آب ورودی بیشـتر است به دفعات بیشـتر انجـام شـود. نـتایج ایـن آزمونهـا مـی توانـد از مشـکلات فـرا رو که در فرآیند تصفیه پیش آید به موقع خبر بدهد.

همیشـه بـاید اثر بخشی هر تغییر در فرآیند تصفیه را بـر پایـه نـتایج آزمـون جار سنجیده از اعتبار آن اطمینان یابـید. بـرای اعتبار بخشی به عملکرد تصفیه خانه بر پایه نـتایج آزمـون، بـاید از آبـی درست در نقطه پایین دست اخـتلاط سـریع نمونـه بـرداری کنـید. نمونـه را پـس از گذشـت مدتـی از ایجـاد تغییرات بردارید تا تغییرات در تصـفیه عمـل کـرده باشـد. آنگـاه ایـن نمونـه را باید با دستگاههای آزمون جار همزنی کنید و تحت شرایطی آن را قـرار دهـید تـا مشابه شرایط آب خام در تصفیه خانه باشد.

آزمـون جـار ابـزار مؤثـری بـرای پیش‌بینی نتایج در تصـفیه شـیمیایی است. اما، اگر این نتایج در تصفیه‌خانه در عمـل محقق و تایید نشوند، فایده‌ای نخواهند داشت.