اصول راهبری تصفیه‌خانه‌های آب

«سلسله مقالات آموزشی»

(مقاصد برنامه‌های مدیریت مخازن آب)

قسمت چهاردهم

ترجمه : مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

ته‌نشینی

تشریح فرآیند

هدف از فرایند ته‌نشینی حذف جامدات یا ذرات معلق سنگین‌تر از آب، و کاهش بار بر روی فیلترها می‌باشد (شکل ۱). جامدات معلق ممکن است به حالت طبیعی خود (نظیر باکتری‌ها، ذرات رس یا سیلت)، باشند؛ ممکن است از طریق فرآیند انعقاد- لخته‌سازی پیش تصفیه شده باشند و یا ممکن است ناخالصی‌های ته‌نشین شده (مانند رسوبات سختی و آهن ناشی از افزایش مواد شیمیایی)، باشند. ته‌نشینی از طریق کاهش سرعت آب تا حدی که در آن سرعت ته‌نشینی مواد معلق کاهش یابد امکان‌پذیر می‌گردد و در این حالت است که نیروهای ته‌نشینی قادر به حذف ذراتی هستند که به حالت معلق می‌باشند. زمانی که آب تقریباً در حوض‌های ته‌نشینی به حالت آرام در آمد، جامدات قابل ته‌نشینی به طرف کف حوض حرکت می‌کنند.

ته‌نشینی مقدماتی

آموختید که زمانی که آب‌های سطحی برای یک دوره زمانی مناسب در یک مخزن ذخیره و یا در دریاچه ذخیره می‌شوند، عمل ته‌نشینی ذرات بزرگتر به طور طبیعی اتفاق می‌افتد. نیروهای ثقلی که در دریاچه منجر به ته‌نشینی می‌شوند، همان نیروهای مورد نظر در عملیات تصفیه آب برای ته‌نشینی می‌باشند؛ ذرات بزرگ‌تر نظیر شن و سیلت‌های سنگین در کف ته‌نشین می‌گردند.

بندهای خاکی، حوض‌های دانه‌گیر یا شن‌گیرها می‌توانند جهت حذف مقداری از ذرات سنگین‌تر از آب، مورد استفاده قرار گیرند.

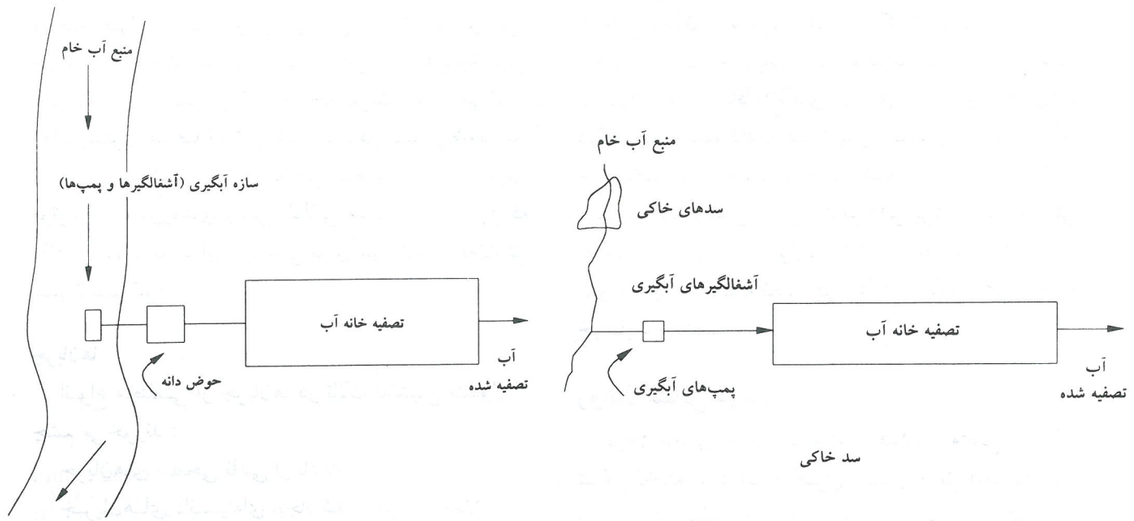
این تأسیسات می‌توانند در بالا دست مخزن آبگیر یا تصفیه‌خانه و یا تأسیسات انحراف آب قرار گیرند و از تشکیل لجن در خطوط لوله آب شهری جلوگیری به عمل آورند.

حوض‌های دانه‌گیری ممکن است بین سازه آبگیری و تأسیسات انعقاد- لخته‌سازی (شکل ۲) قرار گیرند. بنابراین، تأسیسات ته‌نشینی مقدماتی نظیر سدهای خاکی، بندها و حوض‌های دانه‌گیر بار واحد حذف جامدات را در تصفیه‌خانه کاهش می‌دهند و همزمان حوض تعادل‌سازی را ایجاد می‌کنند که نوسانات غلظت جامدات معلق منبع آب را از بین می‌برد.

تأسیسات تصفیه مقدماتی اغلب در محل‌هایی نصب می‌شوند که در آنجا تأمین آب به صورت انحراف مستقیم از رودخانه‌ها یا نهرها انجام شده و می‌تواند به وسیله رواناب سطحی و منبع نقطه‌ای تخلیه زائدات، آلوده گردد. به طور ایده‌آل، آب‌های سطحی بایستی در یک منبع ذخیره شده و توسط یک خط لوله به طور مستقیم به تصفیه‌خانه انتقال داده شود. در یک مخزن ذخیره، جامدات سنگین‌تر می‌توانند قبل از رسیدن به تصفیه‌خانه ته‌نشین گردند. با این وجود ملاحظات جغرافیایی، فیزیکی و اقتصادی (نظیر فقدان محل مناسب جهت احداث بند)، اغلب ممکن است این گزینه را غیر عملی سازد.

فرایند تصفیه	هدف
آب خام	
آشغالگیرها	حذف برگ‌ها، زائدات، ماهی و دیگر ذرات درشت
پیش‌کلرزنی (اختیاری)	کشتن بیشتر ارگانیسم‌های مولد بیماری، کمک به کنترل مواد مولد بو و مزه
مواد شیمیایی (منعقدکننده‌ها)	باعث می‌شود که ذرات بسیار ریز به هم دیگر ملحق شده و ذرات بزرگ‌تر را تشکیل دهند.
اختلاط لحظه‌ای	مخلوط شدن مواد شیمیایی با آب خام محتوی ذرات ریزی که به راحتی توسط ته‌نشینی با فیلتراسیون از آب جدا نمی‌شوند.
انعقاد / لخته‌سازی	تجمع ذرات ریز و سبک جهت تشکیل ذرات بزرگ‌تر (لخته) به منظور کمک به فرآیندهای ته‌نشینی و فیلتراسیون
ته‌نشینی	ته‌نشین نمودن ذرات معلق بزرگ‌تر
فیلتراسیون	صاف شدن ذرات معلق باقی مانده
پس کلرزنی	کشتن ارگانیزم‌های مولد بیماری فراهم نمودن کلر باقی مانده برای سیستم توزیع
مواد شیمیایی	کنترل خوردگی
مخزن ذخیره	تأمین زمان تماس کلر با آب جهت گندزدایی ذخیره آب برای مواقع پر مصرف
آب تصفیه شده	

شکل ۱- فلودیاگرام یک تصفیه‌خانه متداول.



شکل ۲- تأسیسات ته‌نشینی مقدماتی.

ملاحظات عملکرد فرآیند

فاکتورهای مؤثر بر ته‌نشینی

اندازه، شکل و وزن ذرات ته‌نشین شونده، به همان میزان شرایط فیزیکی و محیطی موجود در تانک ته‌نشینی، اثر معنی‌داری بر روی نوع پیش تصفیه مورد نیاز و راندمان فرآیند ته‌نشینی دارند.

فاکتورهای مؤثر بر ته‌نشینی ذرات شامل :

۱- اندازه و توزیع ذره؛
۲- شکل ذرات؛
۳- دانسیته (چگالی) ذرات؛
٤- درجه حرارت (ویسکوزیته و چگالی) آب؛
٥- بار الکتریکی بر روی ذرات؛
٦- مواد محلول در آب؛
۷- خصوصیات لخته‌سازی مواد معلق؛
۸- شرایط محیطی (نظیر اثرات باد)
۹- خصوصیات هیدرولیکی و طراحی تانک ته‌نشینی (نظیر شرایط ورودی و شکل حوضچه)

ماهیت ناخالصی‌های ذره‌ای

ذرات شن و سیلت دارای قطر بیش از ۱۰ میکرون (یک میکرون=۰/۰۰۱ میلی‌متر)، به خاطر اندازه و چگالی خود می‌توانند از طریق ته‌نشینی از آب جدا شوند (ته‌نشینی ثقلی ساده)

بر عکس ذرات ریزتر به راحتی ته‌نشین نمی‌شوند و تصفیه آنها نیازمند ایجاد ذرات سنگین‌تر درشت‌تری است که قابل ته‌نشین شدن هستند (جدول ۱).

شکل ذرات همچنین بر روی ته‌نشینی ذره تأثیر می‌گذارد. ذرات صاف مدور سریع‌تر از ذرات با اشکال بدون قاعده و لبه‌های ناهموار، ته‌نشین می‌شوند. بیشتر ذرات دارای بار الکتریکی بسیار جزیی هستند. اگر همه ذرات یک بار منفی داشته باشند، همدیگر را دفع کرده و ته‌نشین نمی‌شوند. از آنجا که آلوم شامل آلومینیوم با بار مثبت است، ذرات بار دار منفی به یون‌های آلومینیوم با بار مثبت می‌چسبند. این مسئله باعث تجمع آنها با همدیگر می‌شود، که به ته‌نشین شدن ذرات کمک می‌کند.

درجه حرارت آب

نکته دیگر در ته‌نشینی، اثر تغییرات درجه حرارت آب است. آهنگ ته‌نشینی (سرعت ته‌نشینی) ذره، همان‌طور که درجه حرارت افت می‌کند، بسیار کندتر می‌شود. هر چه درجه حرارت آب سردتر می‌شود، مدت بیشتری طول می‌کشد تا ذرات ته‌نشین شوند. در این مورد آب به شکل شربت (شیره) عمل می‌کند. هر چه شربت سردتر می‌شود، زمان بیشتری صرف ته‌نشین شدن ذره در کف می‌شود. این بدین معناست که در درجه حرارت‌های سردتر، ته‌نشینی مؤثر نیازمند دوره‌های زمانی طولانی مدت است، یا این که مقادیر مواد شیمیایی بایستی برای سرعت‌های ته‌نشینی کمتر تنظیم شود.

جریان‌ها

انواع مختلفی از جریان‌ها در تانک ته‌نشینی متداول به چشم می‌خورند :

جریان‌های سطحی ناشی از بادها،

جریان‌های دانسیته‌ای ایجاد شده ناشی از اختلاف در غلظت جامدات معلق، اختلافات درجه حرارت و ...

نوع جریان تولید شده توسط جریان آب ورودی به تانک و خروجی از آن.

جریانات در تانک ته‌نشینی برای بهبود انعقاد سودمند هستند.

مجموعاً، این جریانات ذرات معلق را در سرتاسر تانک ته‌نشینی به طور غیر یکنواخت توزیع می‌کنند و منجر به کاهش عملکرد مورد انتظار تانک ته‌نشینی می‌گردند. بعضی از این جریانات می‌توانند اساساً در طراحی تصفیه‌خانه با ایجاد مانع‌های ورودی (تیغه‌های ورودی) یا دیگر طرح‌های کنترل هیدرولیکی، کاهش پیدا کنند. دیگر جریانات نظیر جریانات ایجاد شده توسط باد را می‌توان تنها با تعبیه پوشش‌ها یا باد شکن‌هایی برای تانک ته‌نشینی حذف نمود. در بیشتر موارد پوشش از نظر عملی اقتصادی نبوده و یا از نقطه نظر بهره‌برداری و نگهداری ضرورتاً خوشایند نیستند.

روابط متقابل ذرات

ذرات معلق به طور پیوسته به همدیگر متصل شده (به شکل لخته) و ذرات دیگری هم از طریق لخته‌سازی و رسوب شیمیایی، در تانک ته‌نشینی ترسیب می‌شوند. به عنوان یک نتیجه، در فرآیند ته‌نشینی سرعت ته‌نشینی ذرات فلوک سنگین‌تر که از ذرات کلوئیدی با دانسیته و اندازه مختلف تشکیل شده‌اند، تغییر پیدا می‌کند.

جدول ۱- اندازه متداول ذرات در آب‌های سطحی.

منبع	قطر ذره (میکرون)[a]
کدورت درشت	۱۰۰۰-۱
جلبک	۱۰۰۰-۳
سیلت (لای)	۱۰
باکتری	۱۰-۰/۳
کدورت ریز	۱-۰/۱
ویروس‌ها	۰/۲۶-۰/۰۲
کلوئیدها	۱-۰/۰۰۱

a : یک میکرون = ۰/۰۰۰۰٤ اینچ

سؤالات

۱- مقاصد فرآیند ته‌نشینی کدامند؟

۲- ته‌نشینی چگونه حاصل می‌شود؟

۳- تأسیسات ته‌نشینی مقدماتی در چه محل‌هایی نصب می‌گردند؟

٤- عواملی که می‌توانند در ته‌نشینی ذرات در تانک ته‌نشینی مؤثر باشند را فهرست وار بنویسید.

۵- چرا تصفیه قبل از ته‌نشینی ترجیح داده می‌شود؟

٦- انواع جریان‌هایی که ممکن است در یک تانک ته‌نشینی متداول وجود داشته باشند چیست؟