

اصول راهبری تصفیه‌خانه‌های آب

«سلسله مقالات آموزشی»

(مقاصد برنامه‌های مدیریت مخازن آب)

قسمت نوزدهم

ترجمه : مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

حذف لجن

خصوصیات لجن

به منظور جلوگیری از سپتیک^۱ شدن لجن یا فراهم شدن محیطی برای رشد میکروارگانیسم‌های مولد مشکلات طعم؛ و غیره

به منظور جلوگیری از کم شدن (کاهش زیاد) سطح مقطع عرضی حوض (کاهش زمان ماند).

در تصفیه‌خانه‌های آب بزرگ، به طور معمول لجن به طور تناوبی و با استفاده از تجهیزات مکانیکی حذف لجن، دفع می‌شود. در حالی که در تصفیه‌خانه‌های کوچک‌تر با بارگذاری جامدات پایین، دفع دستی لجن ممکن است مقرون به صرفه‌تر باشد. در حوض‌هایی که به طور دستی تمیز می‌شوند، تا حدی به لجن اجازه تجمع داده می‌شود که کیفیت آب مورد ته‌نشینی واقع شده پایین نیاید. سطوح زیاد لجن، زمان ماند را کاهش داده و فلوک‌ها (لخته‌ها) بر روی فیلترها حمل می‌شوند. حوض در این زمان به صورت زهکشی تخلیه شده و بیشتر لجن توسط پمپ‌های ثابت یا قابل حمل انتقال داده می‌شوند و لجن باقی‌مانده توسط دستگاه مخصوص پاک کردن رسوبات و شیلنگ‌ها حذف می‌شود. کف حوض‌ها معمولاً به طرف یک زهکش

لجن‌های حاصل از تصفیه‌خانه زمانی که از حوض خارج می‌شوند، معمولاً لجن‌های آلود با غلظت‌های جامدات متغیر از ۰/۲۵ درصد تا ۱۰ درصد هستند. در سیستم‌های حذف لجن جریان ثقلی، غلظت جامدات بایستی به ۳ درصد محدود شود و در صورتی که لجن پمپ شود، لجن با غلظت جامدات ۱۰ درصد به راحتی می‌تواند انتقال داده شود. در حوض‌های ته‌نشینی با جریان افقی بعد از انعقاد و لخته‌سازی، بالغ بر ۵۰ درصد لخته‌ها در یک سوم ابتدای طول حوض، ته‌نشین و از جریان آب خارج می‌شوند. در هنگام بهره‌برداری متناوب، تغییرات حذف لجن بایستی در نظر گرفته شود. هم‌چنین بایستی حجم یا میزان لجنی که بایستی حذف شود و حجم ذخیره لجن قابل دسترس در تانک مورد توجه باشد.

سیستم‌های حذف لجن

لجنی که در ته حوض‌های ته‌نشینی جمع می‌شود، به دلایل زیر بایستی به صورت دوره‌ای حذف شود:
به منظور جلوگیری از تداخل لجن با فرایند ته‌نشینی (به طور مثال تعلیق مجدد جامدات).

^۱ سپتیک : شرایطی است که در زمان تمام شدن اکسیژن توسط باکتری‌ها ایجاد می‌شود. در شرایط سخت رسوبات کف ایجاد گاز سولفید هیدروژن می‌نمایند.

برای کمک به حذف لجن، شیب‌دار می‌باشد. تناوب از کار انداختن حوض برای نظافت از چند ماه تا یک‌سال یا بیشتر بسته به کیفیت آب (مقدار مواد معلق موجود در آب)، تغییر می‌کند. در تصفیه‌خانه‌های بزرگ آب، تجهیزات مکانیکی مختلفی (شکل ۱) می‌تواند برای حذف لجن مورد استفاده قرار گیرد که شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- چنگک‌های مکانیکی

۲- لجن‌روب زنجیری (لجن‌روب‌های شناور)

۳- پل‌های متحرک

حوض‌های دایره‌ای یا مربعی معمولاً مجهز به چنگک‌های لجن‌روب دوار هستند. کف حوض‌ها به طرف مرکز شیب‌دار است و چنگک‌های لجن‌روب با حرکت رو به جلو لجن را به سمت یک خروجی مرکزی هدایت می‌کنند. در حوض‌های مستطیلی ساده‌ترین مکانیسم حذف لجن، سیستم زنجیر و لجن‌روب شناور است.

سیستم زنجیر، مجهز به پاروهای شناوری است که لجن را به سمت یک چاهک هدایت می‌کند. عیب این سیستم و سیستم چنگک‌های دوار که قبلاً بیان شد، هزینه‌های بالای مربوط به بهره‌برداری و نگهداری آن‌ها است. بیشتر قسمت‌های متحرک مستغرق هستند. بنابراین برای انجام مراقبت‌های اصلی و بزرگ نیاز به تخلیه آب از این حوض‌ها می‌باشد. به عنوان یک تلاش برای کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری (به میزان هزینه‌های تجهیزات اصلی) و برای بهبود قابلیت نگهداری تجهیزات حذف لجن، پل‌های متحرک مورد استفاده قرار می‌گیرند. پل متحرک بر روی عرض حوض قرار گرفته و در طول حوض بر روی دیوارها حرکت می‌کند. جاروبک‌های متحرک لجن که از سازه پل آویزان هستند، توسط پمپ‌های مکشی و یا از طریق عملکرد سیفونی، لجن را از ته حوض بر می‌دارند. در این سیستم بخش‌های کمی مستغرق هستند، لذا به طور عادی می‌توان لجن را بدون تخلیه حوض، دفع نمود. سیستم‌های دفع لجن با پل متحرک به طور مؤثر بر روی ساده‌ترین طرح‌های حوض بهره‌برداری می‌شوند. لجن به منظور جداسازی بخش‌های جامد و مایع، ممکن است در حوض‌های لجن یا برکه‌ها تخلیه شود. نهایتاً این لجن ممکن است در یک لندفیل دفع گردد.

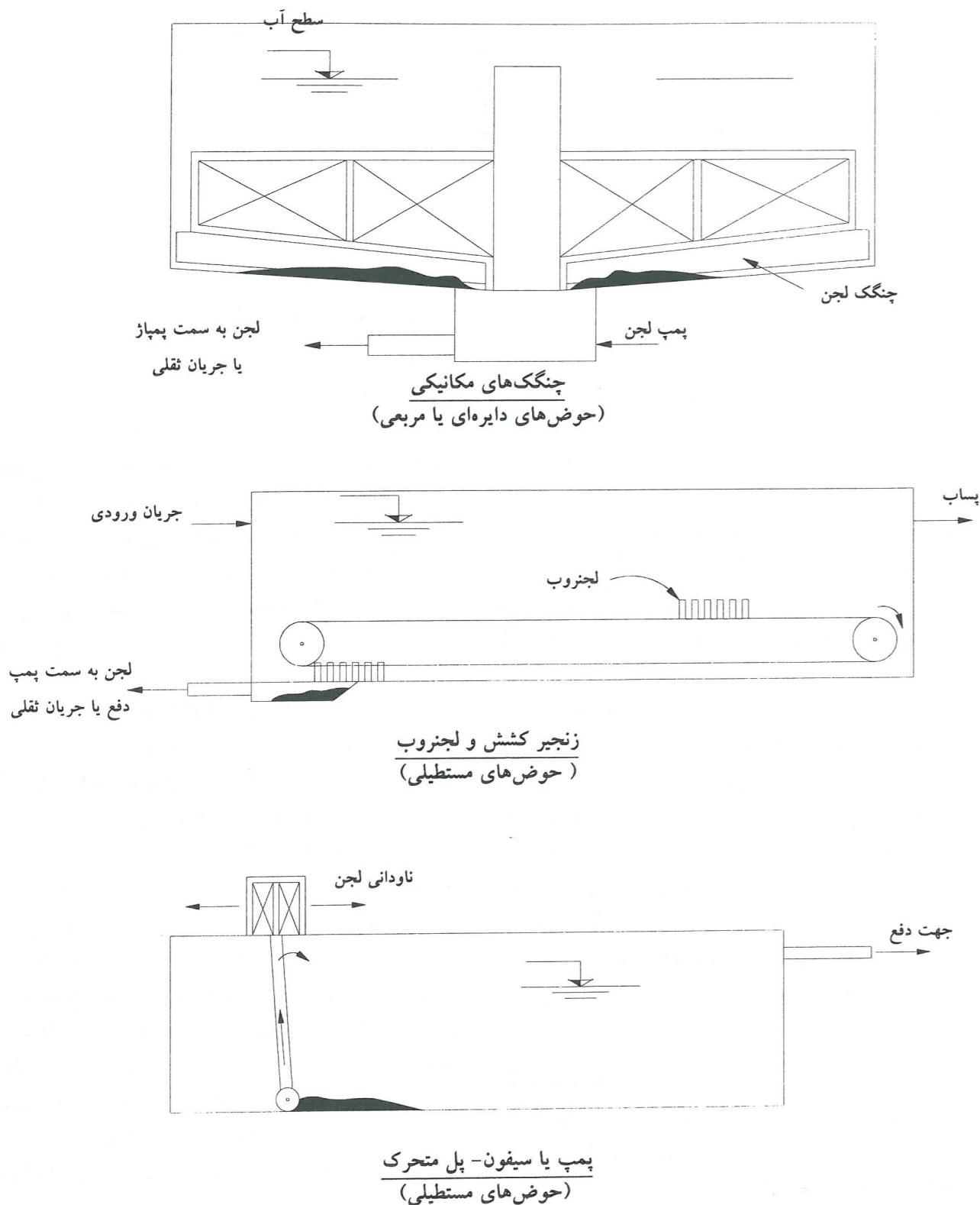
بهره‌برداری از تجهیزات دفع لجن

لجنی که در ته حوض جمع شده است یا لجنی که در چاهک جمع‌آوری شده، برای انجام فرآیندهای بعدی بر روی آن نظیر آبیگری و دفع نهایی، به طور دوره‌ای حذف می‌گردد. تناوب حذف یا انتقال لجن به نرخ تشکیل لجن بستگی دارد و این خود به طور مستقیم وابسته به میزان مواد معلق و لخته‌های حذف شده در فرآیند ته‌نشینی می‌باشد. عوامل مؤثر دیگر بر روی تناوب حذف لجن اندازه چاهک لجن و ظرفیت پمپ لجن‌کش است. در عملیات انعقاد توسط آلوم معمولاً تجهیزات حذف لجن نیاز به بهره‌برداری با تناوب یک‌بار در یک شیفت و یا تناوب کمتر به صورت روزانه دارند. اگر پلی‌مرها به عنوان منعقدکننده‌های اولیه، مورد استفاده قرار می‌گیرند و غلظت جامدات معلق پایین است (کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر)، نیاز به راه‌اندازی تجهیزات حذف لجن فقط برای یک‌بار یا دوبار در هفته می‌باشد. در بعضی از تصفیه‌خانه‌ها بهره‌بردار عمق لجن جمع شده را اندازه‌گیری نموده و از اطلاعات آن برای تعیین تناوب راه‌اندازی تجهیزات حذف لجن استفاده می‌کند.

این اندازه‌گیری می‌تواند توسط یک عمق‌سنج توده لجن، یک لوله‌چاب‌دار، یک دم‌نده یا یک نمایشگر سطح مافوق صوت انجام گیرد. شاید ساده‌ترین وسیله اندازه‌گیری ضخامت لجن، عمق‌سنج توده لجن صوتی^۱ باشد. این وسیله شامل یک صفحه پارچه‌ای محکم با ضخامت یک چهارم اینچ (۶ میلی‌متر) و قطر ۱۸ اینچ (۴۵۰ میلی‌متر) می‌باشد. این صفحه توسط یک زنجیر سبک و وزن از سه نقطه آویزان است (شکل ۲).

هنگام استفاده از این وسیله، صفحه به آهستگی در حوض ته‌نشینی پایین می‌رود. موقعی که صفحه به بالای پتوی لجن رسید، عمل فرو رفتن متوقف می‌گردد. با علامت گذاشتن بر روی زنجیر، عمق لجن قرائت می‌شود. پس از این که یک فاصله زمانی برای عملکرد تجهیزات لجن تعیین شد، لجن تخلیه شده بایستی به طور دوره‌ای برای تعیین غلظت جامدات کنترل شود. این کار معمولاً از طریق مشاهده انجام می‌شود. در صورتی که لجن دارای ضخامت و حجم بسیار زیادی باشد، تناوب حذف لجن

^۱ Sludge Blanket Sounder



شکل ۱- سیستم‌های مکانیکی حذف لجن.

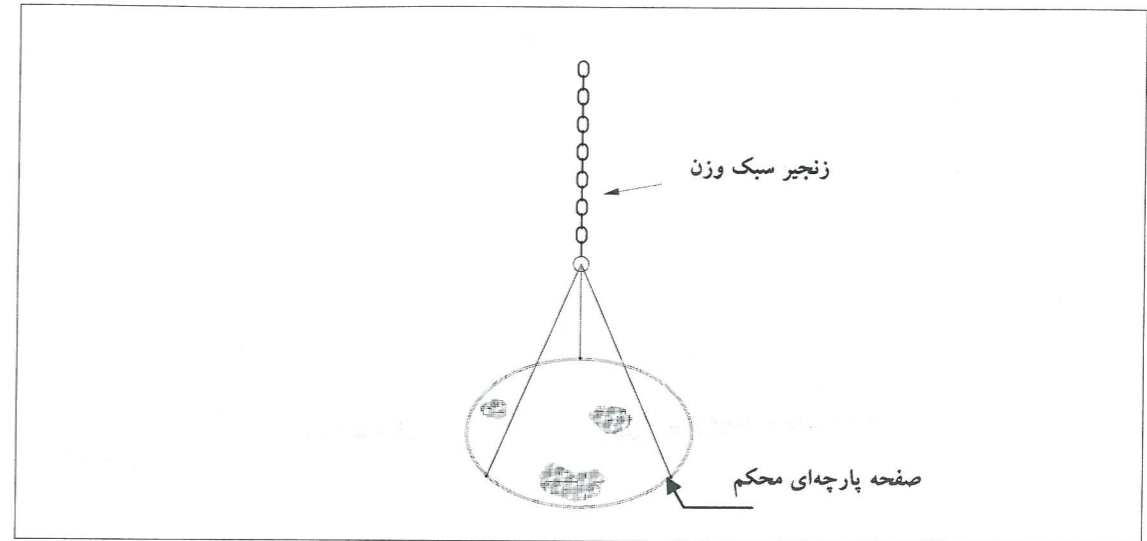
حالت نیاز به شست و شوی معکوس اضافی صافی می باشد. مطالعه خصوصیات ته نشینی ذرات با استفاده از آزمایش های جار در آزمایشگاه انجام می گیرد. سپس نتایج آزمایش شما تغییر می کند و براساس عملکرد واقعی تصفیه خانه آب تنظیم می گردد. در طول دوره هایی که جریان آب پایین است، نیازی به استفاده از همه حوض ها نیست. بنابراین هزینه بهره برداری یک حوض بسیار پایین است. مرسوم است که همه حوض ها به جز در طول دوره های زهکشی و تخلیه حوض برای انجام تعمیرات، در مدار قرار می گیرند.

کنترل می کند. دبی بیشتر باعث کاهش راندمان (حذف کمتر ذرات معلق) خواهد بود.

موقعی که دبی جریان بیش از دبی طراحی گردد، می توان افزایش جامدات معلق عبوری از سرریزهای مثلثی شکل را انتظار داشت. از نقطه نظر عملی، بهره برداری از حوض های ته نشینی با دبی نزدیک به دبی طراحی مد نظر است. بنابراین برای رسیدن به میزان حذف مورد نظر ذرات معلق، اگر دبی جریان از دبی طراحی بیشتر شد، ذرات معلق، حوض ته نشینی را ترک نموده و ممکن است باعث بارگذاری بیش از حد بر روی صافی ها شوند و در این

سوالات

- ۱- غلظت جامدات لجن آلود به طور متداول از تا درصد زمانی که از یک حوض ته نشینی دفع می گردد، تغییر می کند.
- ۲- در زمان تعیین تناوب کارکرد مورد نیاز تجهیزات حذف لجن، چه عواملی را بایستی در نظر گرفت؟
- ۳- چرا لجن جمع شده در ته حوض های ته نشینی بایستی به طور دوره ای دفع شود؟
- ۴- چگونه می توان عمق لجن را در یک حوض ته نشینی اندازه گیری نمود؟
- ۵- در صورتی که لجنی که از یک حوض ته نشینی پمپ می شود تا حد زیادی از نظر جامدات کم است (سویی شکل)، بهره بردار چه عملی باید انجام دهد؟
- ۶- تحت چه شرایطی حوض های ته نشینی برای تصفیه آب نیاز می باشد؟
- ۷- دو عامل اصلی که عملکرد حوض های ته نشینی به آن ها وابسته است کدامند؟



شکل ۲- ضخامت سنج توده لجن

اگر فیلترها با جامدات معلق بیش از حد بارگذاری شوند، به سرعت گرفتگی در آن ها ایجاد شده و نیاز به شست و شوی معکوس متناوب دارند. این مسئله می تواند منجر به تولید آبی با میزان کم و کیفیت پایین گردد. بنابراین در بهره برداری از فرایند ته نشینی بایستی راندمان کلی تصفیه خانه مورد نظر قرار گیرد. در صورتی که کدورت آب منبع مورد تصفیه فقط ۳ واحد کدورت بوده و آزمایش جار نشان می دهد که ۰/۵ میلی گرم در لیتر پلیمر کاتیونی موثرترین دوز ماده منعقد کننده است، نمی توان انتظار داشت که فرایند ته نشینی بخش قابل ملاحظه ای از جامدات معلق را حذف نماید. به عبارت دیگر، آب هایی که کدورت آن ها بالغ بر ۵۰ واحد کدورت است، نیاز به مقادیر بالایی از آلوم (یا دیگر منعقدکننده های اولیه) برای رسیدن به یک راندمان حذف مناسب جامدات دارند. در این مورد، قسمت اعظم ذرات معلق و لخته های آلوم، بایستی در حوض ته نشینی از آب جدا شوند.

کنترل فرایند

عملکرد واقعی حوض های ته نشینی، به خصوصیات ته نشینی ذرات معلق و دبی عبوری جریان از حوض ته نشینی بستگی دارد. برای کنترل خصوصیات ته نشینی ذرات معلق، دوز مواد منعقد کننده شیمیایی و فرایند انعقاد-لخته سازی بایستی تنظیم شود. دبی عبور از حوض ته نشینی، بازده راندمان فرایند را در حذف ذرات معلق

بایستی افزایش پیدا کند. در صورتی که اگر غلظت لجن بسیار کم باشد (سویی شکل) فرکانس حذف لجن کاهش پیدا می کند. بعضی از تصفیه خانه های آب مجهز به تجهیزات حذف لجن نیمه اتوماتیکی هستند که در آن ها می توان تنها با تنظیم یک ساعت، تجهیزات حذف لجن را تنظیم نمود.

برهمکنش با دیگر فرایندهای تصفیه

هدف فرایند ته نشینی حذف جامدات معلق آب مورد تصفیه و کاهش بارگذاری بر روی فیلترهاست. در صورتی که زمان ماند مناسب و سطح مناسب حوض فراهم گردد، می توان به راندمان های بالاتر از ۹۵٪ برای حذف جامدات دست پیدا کرد. با این وجود راندمان های بالای حذف در حوض ته نشینی ممکن است همواره اقتصادی ترین روش برای حذف جامدات معلق نباشد.

در منابع آب دارای کدورت پایین (کمتر از حدود ۱۰ واحد کدورت NTU)، انعقاد، لخته سازی و فیلتراسیون، ممکن است بدون نیاز به ته نشینی، آب صاف شده با کیفیت رضایت بخشی را تولید نماید.

در این مورد، فرایند انعقاد-لخته سازی به منظور ایجاد یک لخته سوزنی با قابلیت صاف شدن زیاد، که به خاطر اندازه کوچکش به سادگی ته نشین نمی شود، مورد استفاده قرار می گیرد. به این ترتیب لخته های سوزنی به وسیله صافی ها حذف می شوند. با این وجود در عمل، کاربرد این روش برای شرایط کدورت بالا با محدودیت روبروست.