

# چرا فاضلاب باید تصفیه شود؟



«از سلسله آموزشهای بهره‌برداران تصفیه خانه فاضلاب»

قسمت چهارم

زیر نظر دکتر ایوب ترکیان  
عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت اصفهان

## شن گیری

مواد معدنی مخلوطی از مواد تجزیه ناپذیر مانند شن و ماسه می‌باشند که باعث سایش بیش از حد پمپها می‌شود. ترکیبی از شن، قیر، روغن جامد، گریس، و دیگر مواد چسبنده می‌تواند در لوله‌ها و هاضم‌ها لایه‌های جامد تشکیل دهد. این جرم جامد را بوسیله روشهای متداول نمی‌توان آنرا حذف کرد. به این دلیل شن و ترکیبات تجزیه ناپذیر و معدنی را بایستی هر چه سریعتر و قبل از ورود به فرآیندهای تصفیه برداشت کرد.

۱- کانالهای شن گیری: ساده‌ترین روش حذف شن از فاضلاب استفاده از کانال یا تانکهایی است که در آنها می‌توان سرعت جریان را به  $0/2$  تا  $0/4$  متر در ثانیه کاهش داد. هدف از این کار ته‌نشین کردن مواد شنی سنگین تر و تجزیه ناپذیر به ته کانال و عدم تداخل در حرکت جامدات آلی سبک تر می‌باشد. تجربه نشان داده است که سرعت جریان  $0/3$  متر در ثانیه بهترین سرعت است.

سرعت را به چند طریق می‌توان کنترل کرد: (۱)

روش استفاده از چند کانال موازی است (شکل ۱). اپراتور می‌تواند با تغییر تعداد کانالی که به طور همزمان در حال سرویس دهی هستند، سرعت را کنترل نماید. روش دیگر استفاده از سرریز برای تنظیم اتوماتیک جریان می‌باشد (شکل ۲). در این نوع سرریز اگر دبی افزایش پیدا کند سرعت تغییر نمی‌کند چون مساحت خروجی کاهش پیدا کرده و عمق جریان در کانال متناسب با دبی افزایش پیدا می‌کند. یک روش ساده برای تخمین سرعت استفاده از تکه چوب شناور و اندازه‌گیری زمانی که چوب یک فاصله خاص را طی می‌کند، می‌باشد.

$$\text{سرعت، } m / \text{sec} = \frac{\text{مسافت طی شده، متر}}{\text{زمان، ثانیه}}$$

روش دقیق‌تر دیگری وجود دارد که بر اساس سطح مقطع جریان در کانال و مقدار دبی استوار است. در مثالهای زیر نحوه تعیین سرعت جریان و طول مورد نیاز کانال شن‌گیری شرح داده می‌شود.

مثال ۱- تکه چوبی ۷ متر طول کانال را در ۲۰ ثانیه



طی می‌کند. برای تعیین سرعت جریان به طریق زیر عمل می‌شود.

$$\text{سرعت، m/sec} = \frac{\text{مسافت طی شده، متر}}{\text{زمان، sec}}$$

$$\text{متر در ثانیه } 0/35 \text{ m/sec} = \frac{7 \text{ متر}}{20 \text{ ثانیه}}$$

سرعت واقعی ممکن است مقداری بیشتر از این باشد ولی این روش سریعی برای تخمین سرعت می‌باشد.

مثال ۲- فرض کنید عرض کانال شن‌گیر ۰/۶ متر، عمق جریان ۰/۳ متر، و دبی سنج مقدار ۳۷۸۵ مترمکعب در روز را نشان می‌دهد. بنابراین سطح مقطع جریان برابر است با:

$$0/6 \text{ m} \times 0/3 \text{ m} = 0/18 \text{ m}^2$$

$$\text{سرعت میانگین، m/sec} = \frac{\text{دبی } \text{m}^3/\text{sec}}{\text{مساحت } \text{m}^2}$$

$$\text{متر در ثانیه } 0/22 \text{ m/sec} = \frac{0/4 \text{ مترمکعب در ثانیه}}{0/18 \text{ مترمربع}}$$

مثال ۳- پس از تعیین سرعت، تعیین طول مورد نیاز کانال برای شرایط دبی موجود ضروری می‌باشد. سرعت ته‌نشینی ذرات تابع اندازه و وزن آنهاست.

در طراحی کانالهای شن‌گیری ذرات با قطر ۰/۲mm (میلی متر) و مواد سنگین تر از آن با راندمان ۱۰۰ درصد برداشت می‌شوند. تجربه و محاسبات مربوطه نشان داده که این اندازه ذرات با سرعت ۰/۲۲ m/sec ته‌نشینی می‌شوند. این امر بدین معنی است که اگر

فاضلاب در کانال با عمق جریان ۰/۳ متر در حال جریان بوده و ذره‌ای با قطر ۰/۲mm در اول کانال و در سطح جریان رها شود، ۱۳/۶ sec طول خواهد کشید تا ذره ته‌نشینی شود.

$$\text{زمان ته‌نشینی، sec} = \frac{\text{عمق، متر}}{\text{سرعت ته‌نشینی، m/sec}}$$

$$\text{ثانیه } 13/6 = \frac{0/3 \text{ متر}}{0/22 \text{ متر در ثانیه}}$$

اگر فاضلاب با سرعت ۰/۳ متر در ثانیه در حال حرکت باشد، ۱۳/۶ ثانیه (۴ مترمسافت) طول خواهد کشید تا ذره ته‌نشینی شود. اگر سرعت جریان فاضلاب در کانال ۱ متر در ثانیه باشد، زمان لازم برای ته‌نشینی ۴۵ ثانیه خواهد بود یا بعبارت دیگر ۱۳/۶ متر مسافت بوسیله ذره طی می‌شود. بنابراین طول کانال شن‌گیری را می‌توان با استفاده از فرمول زیر تعیین کرد:

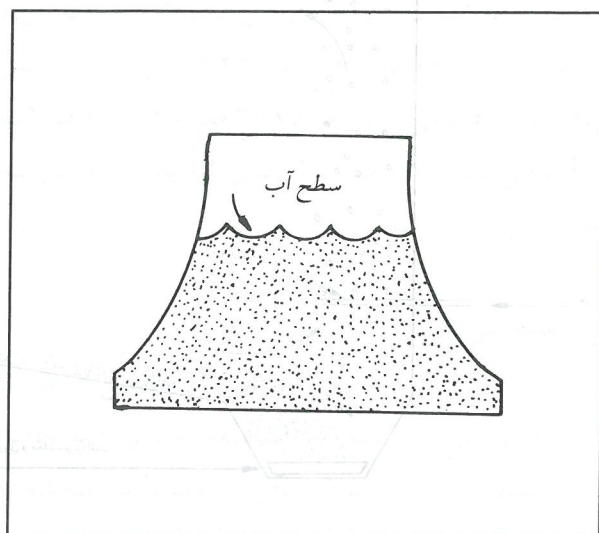
$$\text{طول، متر} = \frac{\text{عمق کانال، متر}}{\text{سرعت جریان، m/sec}}$$

و برای ذره با قطر ۰/۲mm و سرعت جریان m/sec:

$$\text{طول کانال، متر} = \frac{\text{عمق، متر}}{\text{سرعت ته‌نشینی، m/sec}}$$

$$13/3 \times (0/3 \text{ متر}) = 0/075 \text{ متر در ثانیه}$$

شکل (۲) - سرریز تنظیم کننده سرعت جریان



روشهای مختلفی برای برداشت شن وجود دارد که شامل بیلهای مکانیکی و تسمه‌های انتقال می‌شود. برای کانالهایی که به طور غیر اتوماتیک تمیز می‌شوند، دفعات تمیز کردن بوسیله تجربه تعیین می‌گردد. اگر میزان تجمع شن بیش از حد باشد، بر سرعت جریان تأثیر گذاشته، باعث پس زدن فاضلاب در فاضلابرو می‌شود و یا ممکن است باعث سرریز شدن فاضلاب شود. کانال را در حین تمیز کردن بایستی از سرویس خارج کرد. این عمل تمیز کردن را ساده‌تر کرده و از ورود مواد شنی به فرآیندهای موجود در پایاب شن‌گیر پیشگیری بعمل می‌آید. با توجه به اینکه مقدار کمی از مواد آلی در کانال شن‌گیری وجود دارد، ملاحظات دفع مواد شن‌گیر مشابه مواد آشغالگیر است. دفن بهداشتی مقبولترین روش است. عدم پوشش سریع مواد شنی با ۱۵ سانتی متر خاک باعث ایجاد بو و جذب مگس و موش می‌شود.

مواد شنی را باید هر روز برداشت کرد و به میزان مواد آلی موجود در آن توجه کرد. اگر در صد مواد آلی زیاد باشد سرعت جریان می‌تواند بیش از حد پایین باشد. از طرف دیگر اگر میزان شن برداشتی کمتر از حد

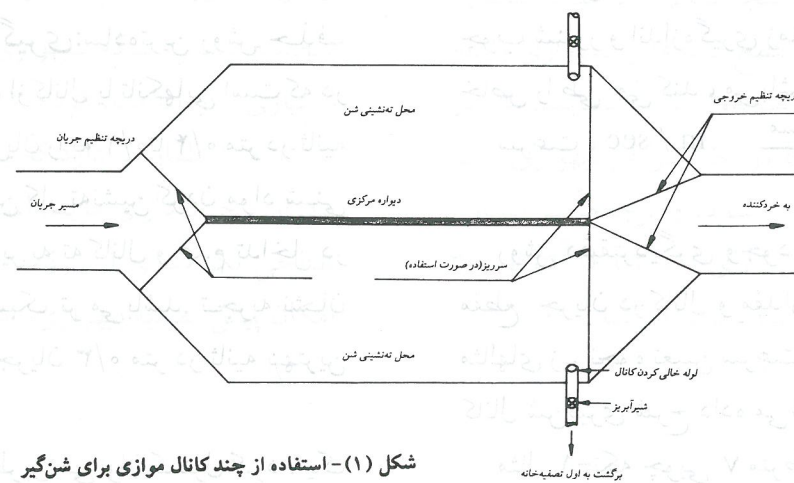
مورد انتظار بوده و ذرات عموماً سنگین یا بزرگ باشند سرعت جریان می‌تواند بیش از حد زیاد باشد.

مقدار کم مواد آلی معمولاً نشانگر سرعت مناسب جریان است. شرایط غیر عادی در حین بارشهای شدید باران فصل میوه و شوکهای فاضلاب صنعتی بوجود می‌آید. مشکلات بهره‌برداری در مواقعی که دبی زیاد و بارگذاری جامدات بیش از حد باشد بوجود می‌آید. در این شرایط بایستی سعی شود که سرعت جریان حتی المقدور نزدیک به ۰/۳ متر در ثانیه (۰/۳m/s) حفظ شود. فرکانس برداشت مواد شنی را در مواقع بار گذاری زیاد باید افزایش داد.

از سرویس خارج کردن کانال شن‌گیری باید در زمانی که دبی پایین است صورت گیرد. با مسدود کردن دریچه‌های ورودی و خروجی به یک کانال، شن‌گیر را می‌توان از سرویس خارج کرد. شیر لوله آبریز را باز کرده تا فاضلاب خارج شود. دقت کنید که آبریزها مسدود نشود. قبل از ورود به کانال با آب فشار بالا لایه‌های جلبک لغزنده کف کانال را از بین ببرید. با این وجود به خاطر لغزنده بودن کف کانال با احتیاط راه رفته و کار کنید. در حین تمیز کردن به خوردگی قطعات و ایجاد شکاف در دیواره و کف کانال توجه کنید. بلب‌رینگها و زنجیره‌ها و موتورها را هر شش ماه یکبار گریس کاری کنید.

۲- شن‌گیر هوا داده شده: در این نوع شن‌گیر کف تانک به طرف داخل و انتهای کانال شیب داده شده و محلی نیز در انتها برای جمع‌آوری مواد شنی تعبیه شده است. هوا از طریق دیفیوزرها (لوله یا صفحه متخلخل مورد استفاده جهت تبدیل جریان هوا به حبابهای ریز) که در طول دیواره تانک در بالای تجمع مواد شنی تعبیه شده به داخل کانال تزریق می‌شود (شکل ۳).

مخلوط هوا و آب دارای جاذبه ویژه (وزن ذره، ماده، یا محلول شیمیایی در مقایسه با وزن حجم برابری از آب یا وزن یک گاز خاص در مقایسه با حجم برابری از هوا در دما و فشار مشابه) کمتری از آب



شکل (۱) - استفاده از چند کانال موازی برای شن‌گیر

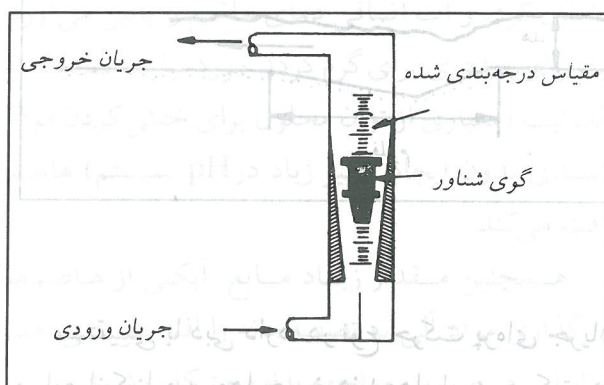


نگهداری کرد تا اطلاعات حاصله درست و قابل اعتماد باشد.

انتخاب نوع وسیله اندازه گیری و محل تعبیه دبی سنج بوسیله طراح تصفیه خانه تعیین می شود. ممکن هم هست که لازم شود تصفیه خانه ای که در حال سرویس دهی است، مجهز به دبی سنج شود. در هر دو مورد انواع مختلف دبی سنجهای موجود، محدودیت هر یک، و ملاکها و الزامات نصب آنها بایستی مشخص گردد. بعضی از انواع دبی سنجهای متداول در زیر شرح داده شده است.

۱- روتامتر: گوی شناوری که در داخل لوله ای تعبیه شده در مسیر جریان قرار داده می شود (شکل ۵).

شکل (۵) - روتامتر



تفاوت فشار در بالا و زیر جسم شناور باعث حرکت آن متناسب با نوسانات دبی می شود. میزان دبی مستقیماً از درجه بندی روی لوله خوانده می شود.

۲- سطح هد: مانعی مکانیکی در مسیر جریان قرار داده شده (شکل ۶ و ۷) تا سطح مایع در سراب افزایش پیدا کند. این افزایش ارتفاع یا "هد" (H) از لحاظ ریاضی با سرعت جریان رابطه دارد. هد حاصله را می توان در فرمول قرار داد و دبی را محاسبه کرد.

۳- سرعت سنج: سرعت جریان عبوری از یک نقطه اندازه گیری و از مساحتی خاص رابطه

مکعب فاضلاب تولید می شود. این مقدار در شرایط بارانی می تواند زیادتر شود. در تصفیه خانه هایی که به شبکه فاضلاب ترکیبی (مجاری فاضلاب و آب باران مشترک است) وصل هستند ۰/۴۲۴ - ۰/۱۱۳ متر مکعب مواد شنی برای هر ۳۷۸۵ متر مکعب فاضلاب تولید می گردد. در حین بارشهای شدید این مقدار به مراتب زیادتر است.

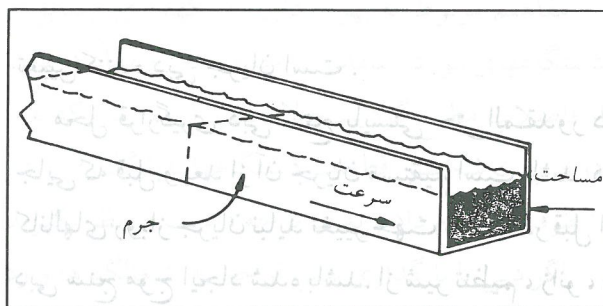
### سنجش دبی

اندازه گیری دبی تعیین کمیت جرم خاصی از جریان جامد، مایع، یا گاز در فاصله زمانی مشخص می باشد (شکل ۴). جرم مذکور معمولاً در محدوده فیزیکی خاصی چون لوله، تانک، کانال روباز و یا فلوم قرار دارد. این محدوده مساحت جریان عبوری را تعیین می کند. فرمول اساسی دبی به قرار زیر است:

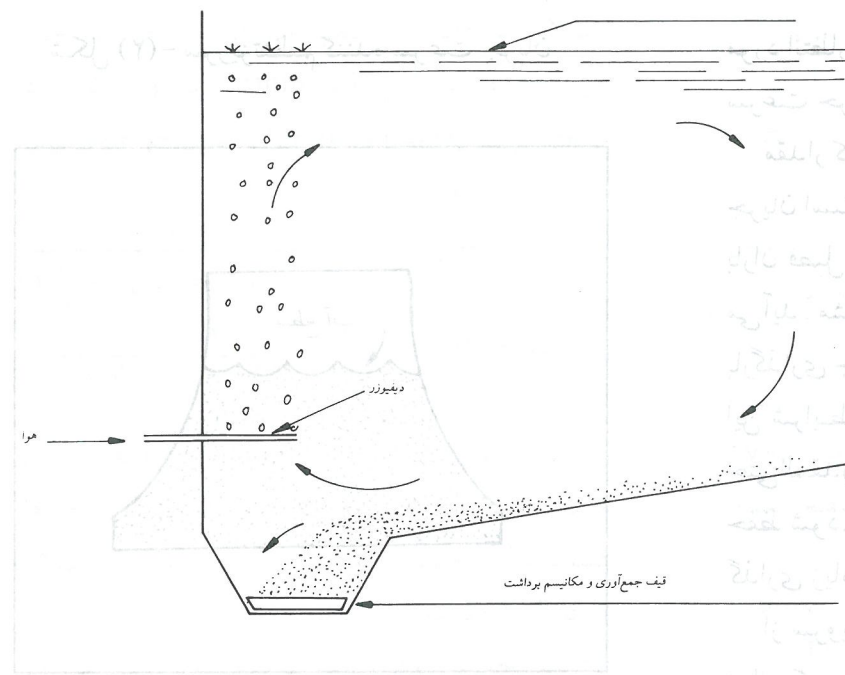
$$\text{کمیت} = \text{مساحت} \times \text{سرعت}$$

$$Q \text{ (m}^3/\text{sec)} = A \text{ (m}^2) \times v \text{ (m/sec)}$$

شکل (۴) - جرم در حال جریان



عملکرد تصفیه خانه را نمی توان بدون سنجش دبی ارزیابی یا با تصفیه خانه دیگری مقایسه کرد. کلیه واحدهای عملیاتی یا فرآیندی بایستی مکانیسمی برای سنجش دبی داشته باشند تا بتوان کارایی و میزان بارگذاری آنها را تعیین کرد. وسیله مورد استفاده برای سنجش دبی را بایستی شناخت، از آن استفاده صحیح بعمل آورد و مهمتر از همه در وضعیت مناسبی حفظ و



شکل (۳) - شن گیر هواداده شده

یادداشت: برای پیشگیری از فشردن شدن مواد، این کانالها به سیستم هوای مخصوص برای حرکت دادن مواد شنی مجهز می باشند.

شنی برداشت شده و شستشوی مورد نیاز نیز همزمان انجام می شود.

بهره برداری عادی شامل حفظ ظرفیت هیدرولیکی (دبی طرح) از داخل هر کانال و حرکت دورانی می باشد. مواد شنی باید در فواصل زمانی مشخص یا بطور پیوسته (بسته به دستگاهها و میزان بارگذاری) برداشت شود. اگر لایه جامدات یا پسماندهای شناور در سطح ایجاد شود، هر روز دو بار یا بیشتر این مواد را بایستی برداشت کرد. در شرایط غیر عادی ناشی از دبی یا بارگذاری جامدات، دبی هوا به کانال را بایستی افزایش داد تا میزان برداشت مواد شنی مناسب حاصل گردد. در صورت عدم برداشت مواد شنی، ته نشین های اولیه متأثر شده و میزان پمپ کردن لجن اولیه افزایش پیدا می کند.

### میزان مواد شنی

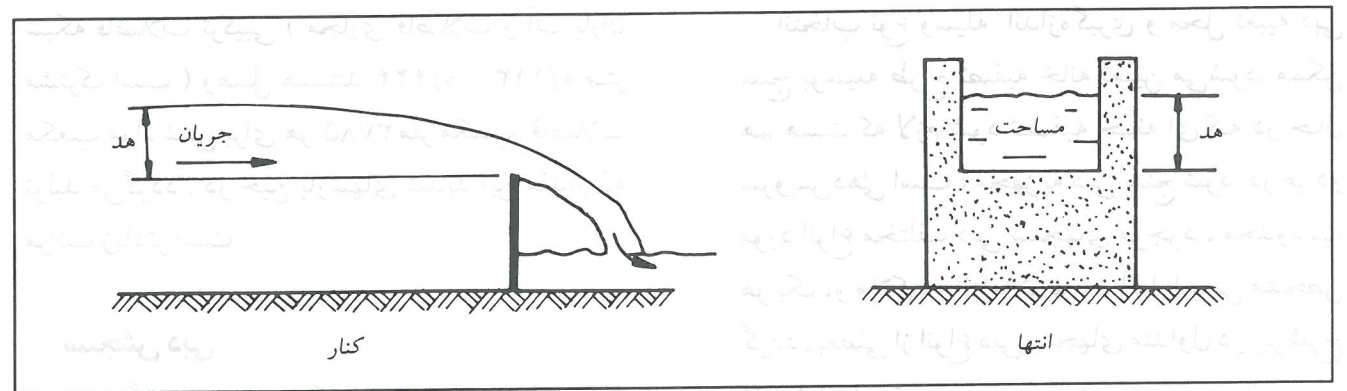
در تصفیه خانه هایی که از فاضلابروهای مجزا (مجاری فاضلاب و آب باران از یکدیگر مستقل هستند) فاضلاب دریافت می کنند معمولاً بین ۰/۲۸ - ۰/۱۱۳ متر مکعب مواد شنی برای هر ۳۷۸۵ متر

است و بنابراین مواد شنی بهتر ته نشین می شوند. حالت چرخندگی آب در تانک شن را به ته کانال و محل تجمع مواد شنی حرکت می دهد. مواد شنی بوسیله پمپ یا تسمه انتقال از انتهای کانال برداشت می شوند. از کانالهای شن گیر هوا داده شده معمولاً در تصفیه خانه های از نوع لجن فعال بیشتر استفاده می شود چون منبع تأمین هوا موجود بوده و پیش هوادهی معمولاً در "تازه" کردن فاضلاب مؤثر است. هر چه عمر فاضلاب زیادتر باشد تصفیه آن بوسیله میکروارگانیسمهای هوازی مشکلتر می شود. فرآیند تازه کردن فاضلاب باعث افزایش کارایی فرآیندهای بیولوژیکی موجود در پایاب شن گیر می شود.

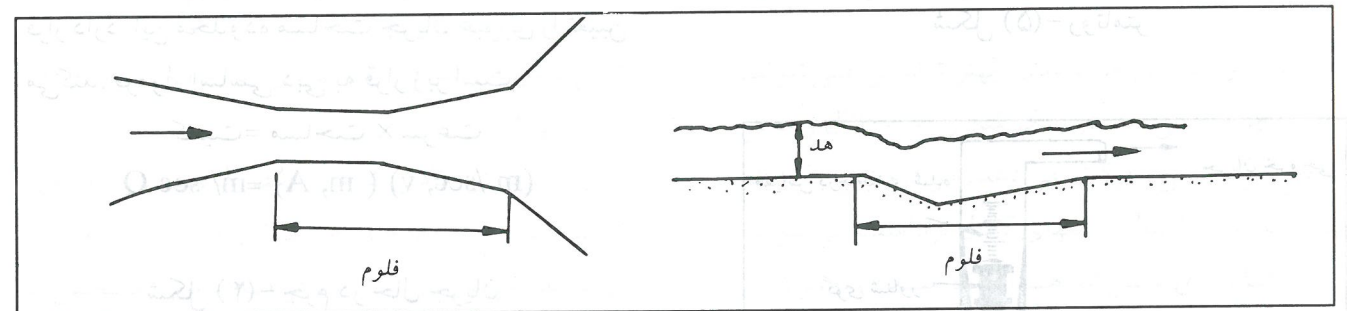
زمان ماند فاضلاب در کانالهای شن گیر هوا داده شده در دبی پیک تقریباً سه دقیقه است و دامنه آن از سه تا پنج دقیقه در نوسان است. سرعت چرخش، اندازه ذرات با جاذبه ویژه خاص حذف شونده در کانال را تعیین می کند. اگر سرعت چرخش زیاد باشد، ذره به بیرون کانال رانده شده و در صورت پایین بودن سرعت چرخش، مواد آلی همراه با مواد شنی ته نشین می شوند. با تنظیم مقدار هوا، تقریباً ۱۰۰ در صد مواد



شکل (۶) - سرریز مستطیلی



شکل (۷) - فلوم پارشال



تعیین کننده دبی جریان است.

محل قرارگیری دبی سنج بایستی حتی المقدور در جایی که قبل و بعد از آن جریان مستقیم است باشد. در کانالهای روباز جریان نباید تغییر جهت داده یا در قبل از دبی سنج موج ایجاد شده باشد. از شیر تنظیم، زانو، و دیگر وسایلی که می توانند بر قابلیت اعتماد و صحت دبی سنج تأثیر بگذارد نباید در سراب محل اندازه گیری دبی استفاده بعمل آورد. اگر چه کالیبراسیون دبی سنج در کارخانه تولید کننده انجام می شود، ولی کالیبراسیون در محل بایستی به طور منظم انجام شده و سابقه آن نگهداری شود. تعبیه دبی سنج نیز باید طوری باشد که به سادگی بتوان آنرا جهت تعمیر از سرویس خارج کرد. (شکلهای ۴ تا ۹)

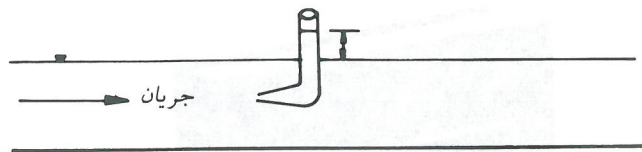
مستقیمی با دبی دارد. در نوع حرکت پره ای جریان مایع از کناره پره ها چرخ دنده را به حرکت در می آورد. میزان این حرکت نشانگر سرعت مایع یا دبی می باشد. در نوع مغناطیسی بین جریان مایع و جریان الکتریکی بین الکترودها رابطه برقرار می شود. در نوع پیتو (شکل ۸)، هد سرعت (H) جریان نشانگر سرعت جریان است. معادله مربوطه به قرار زیر است:

$$V = \sqrt{2gH}$$

۴- تفاوت فشار: مانعی مکانیکی (شکل ۹) در لوله قرار داده می شود تا سرعت جریان در محل مانع افزایش پیدا کند. با افزایش سرعت، در محل مانع افت فشار ایجاد می شود. تفاوت بین فشار قبل و بعد از مانع

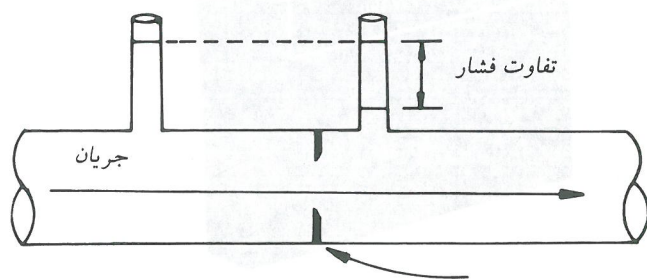
### استراتژی بهره برداری

در دو قسمت مربوط به تصفیه مقدماتی فاضلاب



شکل (۸) - لوله پیتو

شکل (۹) - فشار دیفرانسیل



صفحه کم کردن عرض

مفاهیم مربوط به بهره برداری و نگهداری وسایل و دستگاههای مورد استفاده در حذف شن و مواد درشت از فاضلاب مطرح گردید. حالا بعضی از مواردی که باید در صورت شکستن قطعات دستگاهها یا بارگذاری بیش از ظرفیت انجام داد و به آن توجه داشت در نظر بگیرید. اگر دبی یا بارگذاری بیش از حد به آشغالگیرها وارد شد یا مجبور شدید که آشغالگیر را بای پس کنید، مشکلات زیر را می توان انتظار داشت:

- ۱- تکه چوب و الیاف باعث صدمه دیدن پمپهای لجن کلاریفایر اولیه خواهد شد.
- ۲- منافذ لوله های توزیع صافیهای چکننده می تواند مسدود شود.
- ۳- منافذ دیفیوزرهای هوا در استخر هوادهی لجن

فعال می تواند مسدود شود.

۴- پسماندهای شناور در حوضچه کلرزنی ظاهر شده و همراه با پساب می تواند به آبهای پذیرنده وارد شوند.

۵- مواد جامد می توانند باعث انسداد پمپهای لجن برگشتی و دبی سنجها در سیستم لجن فعال شوند.

اگر شن گیرها ظرفیت بیش از حد دریافت کرده یا بای پس شوند، مواد شنی به حوضچه ته نشینی اولیه می رود. برای کاهش مشکلات حاصله، میزان پمپ کردن لجن را افزایش دهید تا از گرفتگی قیف جمع آوری لجن، لوله ها، و پمپها جلوگیری بعمل آید. با افزایش میزان پمپ کردن لجن مشکلات دیگری می تواند ایجاد شود مگر اینکه سیستم تصفیه به تغلیظ کننده های لجن مجهز باشد. پمپ بیش از حد لجن اولیه بر هاضمها تأثیر می گذارد. مواد شنی فضای هاضم را اشغال کرده و آب اضافی دمای هاضم را پایین می آورد یا انرژی بیشتری برای گرم کردن مورد نیاز است و با فرقیائیت (معیاری از توان محلول برای خنثی کردن مواد اسیدی بدون ایجاد تغییر زیاد در pH سیستم) هاضم افت می کند.

همچنین مقدار زیاد مایع آبکی از هاضمها بارگذاری مواد آلی به تصفیه خانه را افزایش می دهد. بنابراین در صورت مواجهه با این مشکل، شما بایستی روشهایی برای پیشگیری از وقوع این حالت در آینده بیابانید. برای مثال لجن اولیه یا مایع آبکی هاضم را می توان در هنگامی که کانال شن گیری بیش از حد ظرفیت بارگذاری یا بای پس شده به تانک زاپاس یا به برکه ای هدایت کرد.

برداشت جامدات شناور از حوضچه کلرزنی و پساب نهایی، سعی کنید از توربهای دستی استفاده کنید. این توربها را می توان در ناودان خروجی کلاریفایر و کانال پساب نهایی نیز نصب کرد.

این مشکلات و اقدامات ترمیمی ذکر شده در فوق اهمیت توجه اپراتور به جوانب مختلف حفظ و



در اختیار داشته و منبع ذخیره اضطراری برای ارسال سرریزها و بای پس ها تعبیه کرده باشید. آمادگی قبلی مشکلات را تا حد زیادی کاهش داده و احتمال عملکرد بهینه تصفیه خانه را افزایش می دهد.



نگهداری وسایل و دستگاههای تصفیه مقدماتی را نمایان می سازد. شما بایستی قبل از وقوع مشکل ، آمادگی لازم و نحوه مقابله با آنرا برای خود مشخص کرده باشید. برای مثال شما می توانید آشغالگیر اضافی

برای جلوگیری از ورود آشغالها به تصفیه خانه - ۵

نمایان می سازد. شما بایستی قبل از وقوع مشکل ، آمادگی لازم و نحوه مقابله با آنرا برای خود مشخص کرده باشید.

برای جلوگیری از ورود آشغالها به تصفیه خانه - ۵

### سوالات:

جوابهای خویش را در دفترچه یادداشت نوشته و با جوابهای صفحه ۲۶ مقایسه نمایید.

۱- مواد شنی عمدتاً از کدامیک از مواد زیر تشکیل شده است؟

الف - گریس ب - شن ج - مواد پلاستیکی د - پوسته تخم مرغ ه - چوب

۲- چرا حذف مواد شنی ضروری است؟

۳- چگونه می توان سرعت را در کانال شن گیر در محدوده  $0.21 \text{ m/sec} - 0.42 \text{ m/sec}$  حفظ کرد؟

۴- تکه چوبی ۶ متر از کانال شن گیر را در طول ۴۰ ثانیه طی می کند

الف - سرعت جریان در کانال چقدر است؟

ب - چه اقداماتی برای تصحیح حالت موجود ضروری است؟

۵- خطرات ایمنی در هنگام تمیز کردن کانال شن گیر را لیست نمایید.

۶- فرض کنید که شما می خواهید سرعت جریان را در هنگام دبی پیک در کانال شن گیر محاسبه کنید. اطلاعات تصفیه خانه نشان می دهد که دبی پیک حدود  $10408/75$  متر مکعب می باشد. عرض کانال در هنگام دبی پیک  $0.9$  متر و عمق جریان  $40$  سانتیمتر است. در این شرایط سرعت جریان فاضلاب در کانال شن گیر چقدر است؟

۷- دبی میانگین تصفیه خانه فاضلاب  $7570$  متر مکعب است. به طور میانگین  $1/2$  متر مواد شنی هر روز برداشت می شود. چند متر مکعب شن برای هر  $3785$  متر مکعب فاضلاب تولید می شود.

۸- فرمول محاسبه دبی را بنویسید.

۹- چرا دبی اندازه گیری می شود؟

۱۰- اگر دبی سنج خوب کار نکند علل احتمالی چگونه تعیین می شود؟

