

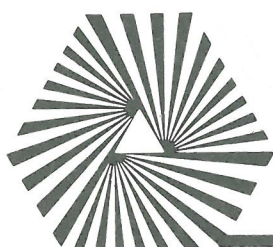
# چگونه فاضلاب تصفیه می شود؟

## لجن فعال (۱)

از سلسله آموزش های راهبری تصفیه خانه های فاضلاب

قسمت یازدهم

ترجمه مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب



### فرایند لجن فعال

در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال، ابتدا تصفیه اولیه جهت حذف ذرات درشت و قابل ته نشین بر روی فاضلاب ورودی، انجام می گیرد. همان گونه که قبلاً بحث شد در حوضچه های ته نشینی اولیه ذرات شناور و قابل ته نشین فاضلاب به مقدار زیاد حذف می گردد. به طور معمول فرایند لجن فعال جهت تصفیه فاضلاب پس از عمل ته نشینی اولیه مورد استفاده قرار می گیرد اما در بعضی از تصفیه خانه ها، فاضلاب خام بعد از یک پیش تصفیه مقدماتی مستقیماً وارد سیستم لجن فعال می گردد.

### ۱- تعاریف

- لجن فعال از ذرات لجن تولید شده در فاضلاب خام و یا ته نشین شده ( خروجی از تصفیه اولیه ) توسط میکروارگانیسم ها ( زوگلئوآ )، در استخرهای هوادهی و در

حضور مقادیر کافی اکسیژن محلول تشکیل می شود. واژه لجن فعال به این جهت به این روش اطلاق می گردد که ذرات متشکل از باکتریها، قارچها و پروتوزئرها می باشند.

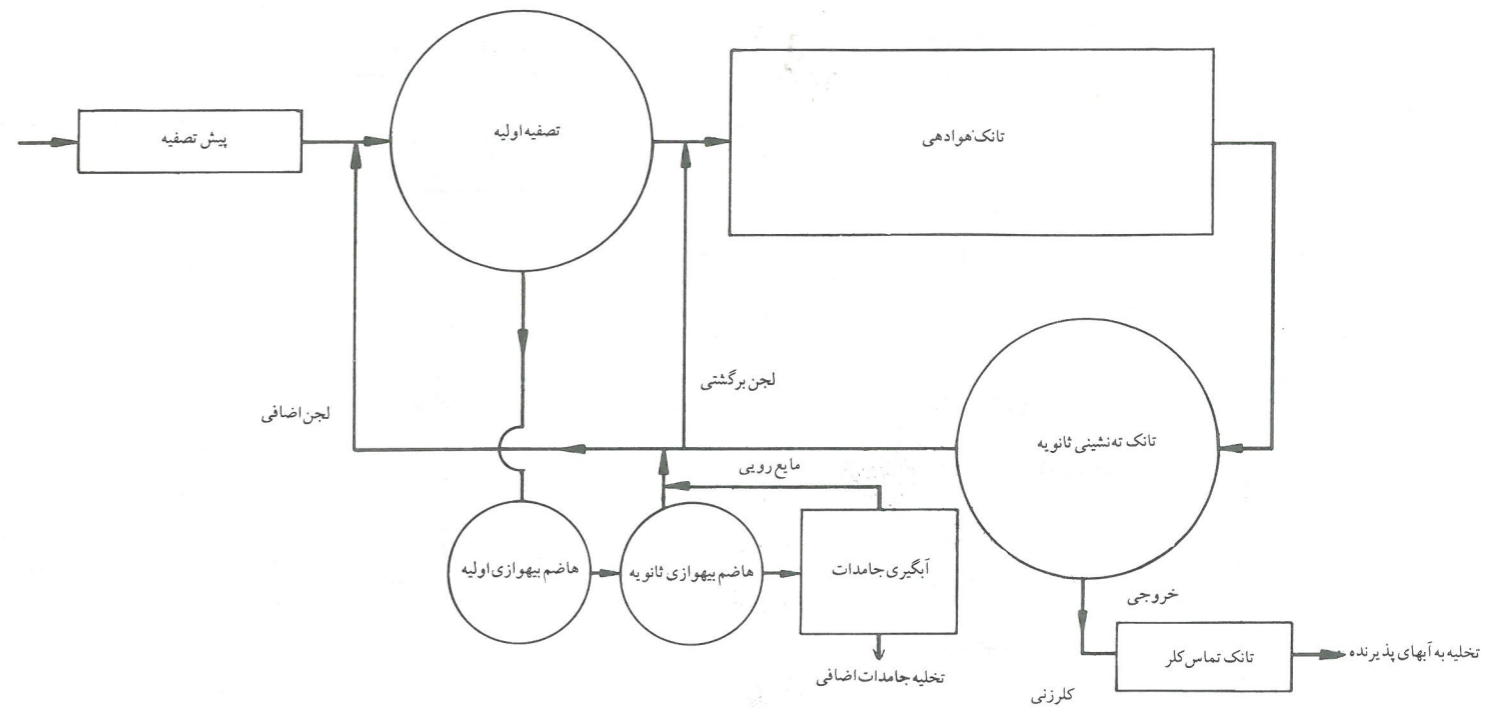
- فرایند لجن فعال ( شکل ۱ ) یک روش تصفیه بیولوژیکی است که در آن از فعالیت میکروارگانیسم ها در افزایش سرعت تجزیه مواد آلی موجود در فاضلاب استفاده می شود. در حقیقت زمانی که فاضلاب ورودی در معرض تماس با لجن فعال قرار می گیرد، رشد و تکثیر ارگانیسم ها، بر روی ذرات زائد فاضلاب آغاز می گردد. با شروع رشد و تکثیر میکروارگانیسم ها مقادیر بیشتری از زائدات فاضلاب حذف شده و به این ترتیب فاضلاب به طور نسبی تصفیه می گردد.

برای اینکه سیستم به راندمان مناسبی برسد لازم است که نسبت مناسبی بین تعداد میکروارگانیسم ها و غذا محلول در سیستم وجود داشته باشد.

$$\frac{\text{BOD, Kg/day}}{\text{MLVSS, Kg}} = \frac{\text{غذا}}{\text{میکروارگانیسم}}$$

و نیز غلظت کافی اکسیژن محلول در سیستم وجود داشته باشد.





شکل ۳- نمودار تیپیک سیستم لجن فعال

عنوان غذا نیستند.

بعضی از ارگانسیم‌ها (کارگران) نیاز به زمان طولانی جهت استفاده از غذای موجود در فاضلاب دارند، همچنین بسیاری از آنها با یکدیگر در استفاده از غذای موجود (زائد) در فاضلاب رقابت می‌کنند. ارگانسمی که قادر باشد در کوتاهترین زمان بیشترین عمل تثبیت را انجام دهد در محیط غالب خواهد شد. نسبت غذا به تعداد ارگانسیم‌ها، کنترل‌کننده اصلی و اولیه در فرایند لجن فعال می‌باشد.

ارگانسیم‌ها با افزایش بار زائد (غذا) و گذشت زمان در استخر هوادهی افزایش می‌یابند. تحت شرایط مناسب، اپراتور مقداری از ارگانسیم‌های اضافی را حذف خواهد کرد تا تعداد کارگران در حد مناسب باقی مانده و عمل تصفیه به بهترین نحو انجام گیرد. بنابراین حذف ارگانسیم‌های اضافی از سیستم از فاکتورهای مهم در کنترل و نگهداری یک فرایند خوب می‌باشد.

ارگانسیم‌ها برای اکسیداسیون مواد زائد که به منظور تأمین انرژی ضروری آنها جهت رشد و نمو صورت می‌گیرد، به اکسیژن نیاز دارند که معمولاً از طریق هوا تأمین می‌شود. غلظت کم اکسیژن باعث کاهش فعالیت ارگانسیم‌های هوازی و با کتریهای دوزیستی شده و محیط را برای ایجاد موادی که همراه با تولید بوی ناخوشایند می‌باشند، فراهم می‌کند.

افزایش در تعداد ارگانسیم‌ها در استخر هوادهی مستلزم افزایش غلظت بیشتر اکسیژن محلول در محیط می‌باشد. غذای بیشتر در فاضلاب ورودی فعالیت بیشتر ارگانسیم‌ها را به دنبال داشته و نیز اکسیداسیون بیشتر مواد آلی را موجب می‌گردد. در نتیجه در استخر هوادهی و همچنین برای تثبیت کامل مواد زائد مقادیر بیشتری اکسیژن مورد نیاز است. لذا کنترل غلظت اکسیژن محلول (DO) در استخر هوادهی از آزمایشات مهم در عملکرد مناسب این فرایند می‌باشد.

باید حداقل میزان اکسیژن محلول برای فعالیت ارگانسیم‌ها

در استخر هوادهی وجود داشته باشد تا راندمان تصفیه مورد نظر حاصل گردد. در صورتی که مقدار DO در استخر هوادهی خیلی کم باشد، با کتریهای رشته‌ای<sup>۱</sup> در فلوک غالب خواهد شد و در این حالت فلوک، در استخرهای ته‌نشینی ثانویه ته‌نشین نخواهد شد. همچنین اگر مقدار DO خیلی زیاد باشد، فلوکهای نوک سوزنی تولید می‌شود و این فلوکها نیز در ته‌نشینی ثانویه دارای خاصیت ته‌نشینی مناسبی نیستند. بنابراین می‌بایست همواره غلظت مناسب DO در استخر هوادهی وجود داشته باشد تا مواد جامد به طور مناسب ته‌نشین شده و پساب خروجی نیز استانداردهای مورد نظر را حفظ نماید.

جریان ورودی می‌بایست به طور منظم به دو واحد تصفیه مشابه و یا بیشتر تقسیم گردد. اگر تصفیه‌خانه شما مجهز به حوضچه تقسیم‌کننده است، لازم است به طور دوره‌ای نسبت به تخمین و کنترل آن اقدام شود تا از تقسیم یکنواخت و منظم جریان ورودی اطمینان حاصل گردد.

جهت کنترل فرایند و راندمان مناسب سیستم، اپراتور باید غلظت جامدات لجن فعال در استخر هوادهی و ته‌نشینی ثانویه را اندازه‌گیری کند. جامدات تا زمانی که در استخر ته‌نشینی ثانویه می‌باشند در شرایط وخیمی قرار دارند. عمق بستر لجن در استخر ته‌نشینی ثانویه و نیز غلظت جامدات در استخر هوادهی از فاکتورهای مهم در تصفیه فاضلاب می‌باشند. آزمایش توسط سانتریفوژ تخمین سریعی از غلظت جامدات در واحدهای هوادهی به ما می‌دهد. آزمایش تعیین غلظت جامدات می‌باید بطور دوره‌ای انجام شود و با نتایج حاصل از آزمایش سانتریفوژ مقایسه گردد.

قبل از اتخاذ هرگونه تصمیمی مبنی بر تغییر می‌بایست نسبت به اندازه‌گیری غلظت جامدات اقدام کرد. اگرچه مشاهده مستقیم به ما نشان می‌دهد که چه اتفاقاتی در عمل رخ می‌دهد. آزمایش قابلیت ته‌نشینی، درجه و حجم جامداتی که در استخر ثانویه ته‌نشین می‌شوند را نشان می‌دهد.

ته‌نشینی اولیه جهت ته‌نشینی ذرات در کف و یا شناور در سطح استخر در نظر گرفته می‌شود. لجن فعال کمک می‌کند که عمل ته‌نشینی به وسیله تجمع و چسبندگی ذرات ریز که از تصفیه اولیه و یا فاضلاب خام وارد شده عملی و تسریع گردد. به هر دلیل که فعالیت ارگانسیم‌ها با مشکل مواجه شود و قادر به تبدیل مواد جامد محلول نباشد کیفیت پساب حاصل از استخر ته‌نشینی ثانویه رضایت بخش نخواهد بود. برای رسیدن به عملکرد مناسب فرایند لجن فعال، بهره‌برداران باید تعداد ارگانسیم‌ها، غلظت اکسیژن محلول در استخر هوادهی و زمان تصفیه را کنترل نمایند. هنگامی که این فاکتورها تحت کنترل مناسب در آیند، ارگانسیم‌ها قادر می‌شوند جامدات محلول را تبدیل نموده و با عمل تجمع ذرات ریز آنها را به صورت توده فلوک در آورند.

فلوک لجن فعال از میلیون‌ها ارگانسیم تشکیل شده‌اند (  $10^{12}$  تا  $10^{18}$  عدد در هر صد میلی‌لیتر لجن فعال خوب ) و شامل باکتریها، قارچها، پروتوزورها و کرمها می‌باشند. وقتی که فلوکهای لجن فعال از استخرهای ته‌نشینی ثانویه به تانک هوادهی برگشت داده می‌شوند، رشد ارگانسیم‌ها در نتیجه دسترسی به غذا که از جریان ورودی فاضلاب حاصل می‌شود آغاز می‌گردد. سطح فلوکهای لجن فعال بی شکل بوده و این امر انتقال آلودگیهای فاضلاب به سطح فلوکها به وسیله پدیده‌های مکانیکی مثل جذب سطحی، جذب به وسیله نفوذ مولکولی و یا چسبندگی را تشدید می‌کند. بسیاری از موادی که به عنوان غذا قابل استفاده نیستند به روشهای فیزیکی به سطح فلوک چسبیده و به این شکل کیفیت پساب خروجی از تصفیه بهبود می‌یابد.

بخشی از موادی که به سطح فلوکها می‌چسبند در نتیجه اکسیداسیون بیولوژیکی به توده سلولی و مواد ساده‌تر تبدیل می‌شوند. خاکستر و یا مواد معدنی (گل و لای و ماسه) به فلوکها می‌چسبند و باعث افزایش چگالی فلوکها می‌شوند. اختلاط در استخر هوادهی باعث برخورد فلوکها به یکدیگر شده و در نتیجه

1- Filamentous Bacteria

باعث افزایش اندازه فلوکها می‌گردد. این فلوکها در نهایت به اندازه کافی سنگین شده و قادرند در استخر ته‌نشینی ثانویه، ته‌نشین و حذف گردند. در این حالت لجن حاوی ارگانیسم‌های زیاد و نیز زائادات می‌باشد.

مرحله بعدی در فرایند لجن فعال حذف لجن از استخر ته‌نشینی ثانویه است. بعضی از مواد تبدیل شده به صورت گاز به آتمسفر رها می‌شوند (دی اکسید کربن و گازهای فرار)، مقداری از جامدات به استخر هوادهی برگشت داده شده تا با فاضلاب ورودی تماس پیدا کند و فاضلاب ورودی را تصفیه نماید. باقیمانده زائادات لجن فعال می‌بایست حذف شده و از سیستم خارج شود. بعد از اینکه جامدات لجن از استخر ته‌نشینی خارج شدند، فاضلاب تصفیه شده به مرحله پیشرفته فاضلاب یا به قسمت کلرزنی هدایت می‌گردد.

بهره‌برداری موفقیت‌آمیز یک تصفیه‌خانه به روش لجن‌فعال مستلزم آگاهی و کنترل دائم بهره‌برداران از فاکتورهایی است که بر فرایند اثر می‌گذارند. برای فعال نگاه داشتن دائم ارگانیسم‌ها در سیستم لجن‌فعال، بهره‌بردار

### سوالات:

- ۱- هدف تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال چیست؟
- ۲- منظور از زائادات تثبیت شده چیست؟
- ۳- چرا در فرایند لجن فعال می‌بایست در استخر هوادهی هوا اضافه گردد؟
- ۴- چه تغییری در هوای مورد نیاز در استخر هوادهی با افزایش BOD فاضلاب ورودی ایجاد می‌گردد؟
- ۵- در فرایند لجن فعال چه عواملی سبب ایجاد شرایط نامناسب محیطی در استخر هوادهی می‌گردد؟

پاسخ سوالات فوق را در صفحه ۱۲ مطالعه فرمایید.

می‌بایست شرایط محیطی مناسب را فراهم کند. غلظت بالای اسید، مواد قلیایی و ترکیبات سمی باعث به وجود آمدن شرایط نامناسب و در نهایت مرگ ارگانیسم‌ها می‌شود. جریان نامنظم فاضلاب ورودی سبب بار بیش از حد، گرسنگی و سایر مشکلات می‌شود و که این امر موجب اختلال در فرایند لجن فعال می‌گردد. عدم تأمین اکسیژن کافی منجر به شرایط محیطی نامناسب شده و در نهایت باعث کاهش فعالیت‌های ارگانیسم‌ها می‌گردد.

هر چند داشتن بهره‌برداری موفق از یک سیستم لجن فعال یک به روش لجن فعال مستلزم داشتن آگاهی و رعایت نکات زیادی می‌باشد ولی کمتر از دقیق فرایند همان گونه که شرح داده شد راحت ر ساده است. مواردی که می‌بایست در نظر داشت عبارتند از: داشتن غلظت مناسب جامدات (فلوکها) در استخر هوادهی و تناسب آن با غلظت فاضلاب ورودی (غذا)، میزان پمپاژ لجن و تنظیم اکسیژن جهت داشتن میزان مناسب اکسیژن محلول در فرایند.