

تهیه کننده : رسول هادیزاده ، مکانیک 48 ، کمیته صمت (صنعت، معدن و تجارت)

## تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران

مقدمه

تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران در زمینی به وسعت 110 هکتار قرار دارد. فاضلاب شهری از دو نقطه و از ضلع شمالی وارد تصفیه خانه می‌گردد. تونل شرق تهران در انتهای مسیر با تبدیل به دو خط لوله بتنی هر یک به قطر 2.4 متر از قسمت شرقی ضلع شمالی و خط لوله بتنی به قطر 1.4 متر از میانه‌های ضلع شمالی تصفیه‌خانه در عمق 6 متری فاضلاب را به تصفیه‌خانه منتقل می‌کنند.

فاضلاب خروجی از خط مسیر لوله بتنی به قطر 1.4 متری توسط پمپهای حلزونی و فاضلاب خام از تونل شرقی به طور ثقلی و در سطح زمین به یک حوضچه مشترک وارد شده که این حوضچه مجهز به دریچه‌های خروجی توزیع فاضلاب به کانالهای مدولهای 1 تا 4 و کانال مدولهای 5 و 6 و کانال مدولهای 7 و 8 می‌باشد.

در این حوضچه سرریزهای هیدرولیکی بتونی تعبیه شده است که می‌تواند فاضلاب مازاد و حتی کل فاضلاب ورودی را (در صورت مسدود کردن دریچه‌های خروجی به مدولها) به کانال زیرین (کانال سرریز اضطراری تصفیه‌خانه) هدایت نماید. کانال اضطراری فاضلاب را به کانال انحرافی شهر فیروزآباد ( غرب تصفیه خانه) تخلیه می‌نماید.

تصفیه خانه جنوب تهران دارای سه فاز اجرائی میباشد. در فاز اول مدولهای یک تا چهار و در فاز دوم مدولهای پنج و شش اجرا شده است. مدولهای هفت و هشت (فاز سوم) هنوز اجرا نشده است.

اگرچه پروسه کاری این مدولها در کلیات مشابه هستند ولی در جزئیات فرآیندی تفاوتی دارند. مطالب زیر در مورد پروسه کاری مدول های 5 و 6 تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران میباشد.

به طور کلی پروسه تصفیه فاضلاب شامل دو بخش مایع و لجن می‌باشد. کلیات مراحل تصفیه بخش مایع به شرح زیر می‌باشد :

### • تصفیه مقدماتی :

تصفیه مقدماتی شامل دو واحد آشغالگیر و دانه گیر میباشد. در ابتدای تصفیه خانه آشغالگیر دهانه درشت و پس از آن آشغالگیر دهانه ریز به منظور حذف مواد شناور درشت و حوض دانه‌گیر به منظور حذف دانه و ماسه و بخشی از مواد روغنی در نظر گرفته شده است. آشغالگیر معمولاً اولین واحدی است که در تصفیه خانه‌های فاضلاب بکار گرفته می‌شود و هدف آن جداسازی مواد جامد شناور و غوطه ور

(مانند بطری های یکبار مصرف و شیشه ای، قطعات پلاستیکی و چوبی و فلزی) از فاضلاب و جلوگیری از صدمه زدن به تلمبه ها و یا ورود به واحدهای بعدی و اختلال در کار آنهاست.

### دانه گیر و چربی گیر

فاضلابهای شهری محتوی جامدات غیر آلی متفاوتی چون ماسه، دانه، پوسته تخم مرغ، خرده های شیشه و هسته های میوه می باشد. در مجموع این مواد موسوم به مواد دانه ای را در سیستم های تصفیه فاضلاب تشکیل می دهند که مقدار آن معمولا 15 مترمکعب برای هر میلیون متر مکعب فاضلاب ورودی بیان شده است. حذف این مواد از فاضلاب به دلایلی از جمله حفظ تأسیسات از سایش و گرفتگی، استفاده از حجم مفید واحدهای بعدی و بازیافت مواد غیر قابل تجزیه توصیه لازم است. ضمنا مقداری از ذرات معلق چربی به ذرات ریز چسبیده، و همراه آنها از فاضلاب جدا میشوند.

### • ته نشینی اولیه

در این مرحله فاضلاب وارد حوض هائی بزرگی میگردد و جریان آن آرام میشود تا ذرات و مواد معلق فرصت ته نشینی پیدا کند. با استفاده از ته نشینی اولیه جامدات آلی معلق قابل ته نشینی و بخشی از مواد روغنی جدا می شوند. در این واحد لجن تشکیل شده از فرایندهای بیولوژیک امکان ته نشینی می یابد. قابل ذکر است که لجن تشکیل شده در واقع مجموعه ای مواد معدنی، مواد آلی و میکروبی است.

### • حوض های هوا دهی (بیولوژیک)

فرآیند تصفیه بیولوژیکی از نوع لجن فعال با بار کم بوده و تعداد حوضهای هوادهی هشت واحد می باشد. جهت تأمین اکسیژن مورد نیاز در کف حوض ها یک سیستم هوادهی حباب ریز که حاوی دیفیوزرهای غشایی است نصب شده است. دیفیوزرها در داخل حوض هوادهی باید به گونه ای نصب شوند که اختلاط فاضلاب با لجن به خوبی انجام شود و مضافا یک سری جریان ساز (flow maker) جریان مایع در حوض های بیولوژیک برقرار میکنند تا باعث حداقل اتصال کوتاه ورودی و خروجی - شود. به عبارت دیگر جریان ورودی بجای اینکه سریعا از تانک خارج شود کاملا در آن می چرخد و زمان کافی برای انجام فرآیند داده میشود و سپس از حوض خارج می شود.

در هر حوض سه منطقه فرآیندی وجود دارد که این فرایندها عبارتند از:

فرآیند هوازی (Aerobic): فرایندهای تصفیه بیولوژیکی که در حضور اکسیژن اتفاق می افتد.

فرآیند بی هوازی (Anaerobic): فرایندهای تصفیه بیولوژیکی که در غیاب اکسیژن رخ می دهد.

فرآیند آنوکسیک (Anoxic): فرآیندی که در آن نیترات در غیاب اکسیژن به طور بیولوژیکی به گاز نیتروژن تبدیل می شود. این فرآیند به عنوان دنیتریفیکاسیون نیز شناخته می شود. در این فرآیند اکسیژن به صورت ترکیبی وجود دارد ولی در غیاب اکسیژن ملکولی.

- ته نشینی ثانویه:

در این مرحله مواد آلی کلوییدی و محلول که پس از تصفیه اولیه باقی مانده‌اند حذف می‌شوند. بدین منظور فرآیند بیولوژیک مورد استفاده قرار گرفته است و نوع فرآیند لجن فعال با انجام نیتروفیکاسیون کامل و نیتروفیکاسیون جزئی و رژیم هیدرولیکی حوض هوادهی نهرگونه می‌باشد.

فاضلاب پس از مرحله هوادهی یا به عبارت دیگر پس از مرحله تصفیه بیولوژیکی که به وسیله باکتریهای هوازی صورت می‌گیرد، به وسط حوض ته نشینی ثانویه وارد می‌شود. مواد معلق فاضلاب ورودی به این حوضها (چهار حوض برای هر مدول و حجم هر کدام 8800 مترمکعب) به علت داشتن زمان ماند کافی، فرصت ته نشینی دارد.

هر کدام از این حوضها دارای یک دستگاه پل لجن روب می باشد که با حرکت خود و پاروی کف حوضها لجن جمع آوری و به سمت قیف وسط حوض هدایت می‌شود و از آنجا به بیرون هدایت میگردد.

- ضد عفونی :

پساب تصفیه خانه پس از انجام پروسه های فوق به وسیله اشعه ماوراء بنفش ( UV ) گند زدائی شده و نهایتا به کانال ورامین تخلیه می‌شود تا در کشاورزی دشت ورامین مورد استفاده قرار گیرد. در فصول غیر کشاورزی نیز برای جبران آبهای زیر زمینی نیز قابل استفاده خواهد بود.

گند زدائی با اشعه UV یک فرایند فیزیکی است که اشعه ماوراء بنفش به دیواره سلولی میکروارگانیسم نفوذ کرده و توسط اسیدهای نوکلئیک که مرکز انتقال اطلاعات وراثتی تمام ارگانیسم‌های زنده است جذب می‌شود. آسیب به اسیدنوکلئیک، فعالیت‌های سلول را مختل می‌کند. تماس با اشعه UV همچنین منجر به آسیبهای شدید می‌شود که عبارتند از: شکستن زنجیره، پیوند مقطعی DNA با خودش، پیوند مقطعی DNA با سایر پروتئینها و تشکیل سایر محصولات جانبی. بطور خلاصه، تماس با اشعه UV منجر به آسیبهایی در سلول می شود که در غیر فعال سازی آن مؤثرند.

مراحل تصفیه بخش لجن به طور کلی به شرح زیر می‌باشد :

- تغلیظ :

لجن استحصالی از حوض های ته نشینی اولیه و لجن مازاد جدا شده از ته نشینی ثانویه با روش تغلیظ مکانیکی به غلظت مناسب می‌رسد.

لجن بیولوژیکی که از ته نشینی های ثانویه خارج شده، و لجن استحصالی از حوض های ته نشینی اولیه به مخزن اختلاط لجن اولیه و ثانویه (Collection Tank) تخلیه شده و توسط یک دستگاه میکسر مخلوط

میگردد. پس از اختلاط لجن با میزان مورد نیاز پلی الکترولایت، عملیات تغلیظ انجام و نهایتاً لجن با غلظت حدود 6 درصد برای مراحل بعدی به هاضم وارد میشود.

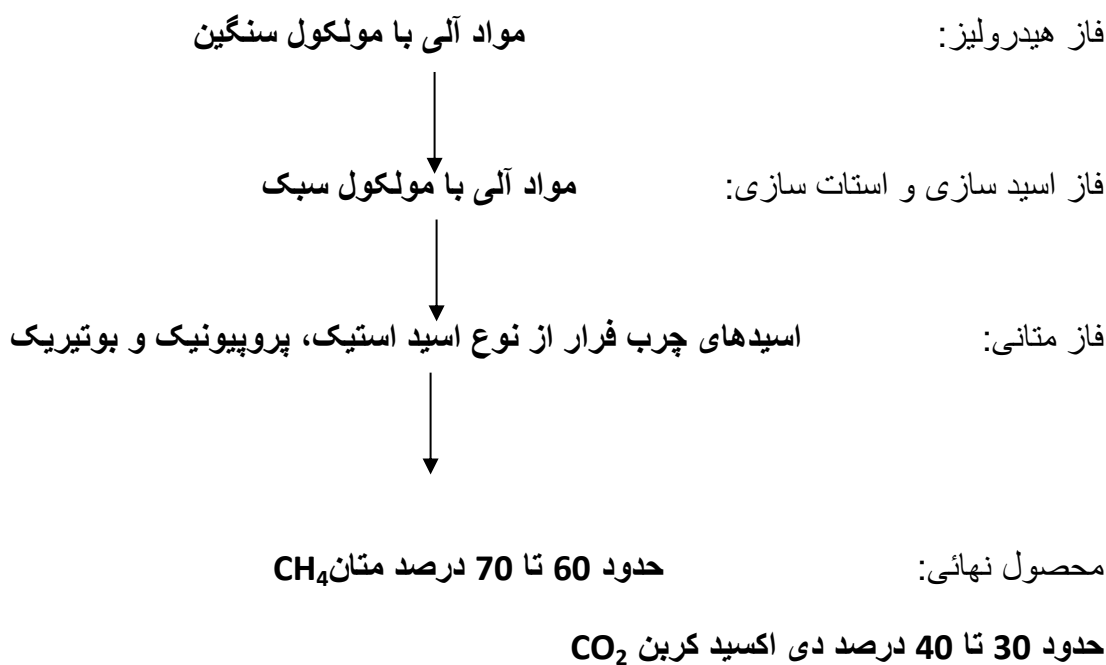
گفتنی است که افزودن پلی الکترولایت باعث قطبی شدن ذرات و بهم چسبیدن آنها میشود. (که اصطلاحاً لخته سازی گفته میشود) عمل لخته سازی باعث افزایش راندمان پروسه تغلیظ میشود.

• هاضم بی‌هوازی :

لجن‌های تغلیظ شده اولیه و ثانویه وارد هاضم بی‌هوازی (Digester) شده و پس از زمان ماند مشخص ، تثبیت می‌شوند و به واحد نگهداری لجن هضم شده انتقال می‌یابد.

تثبیت بی‌هوازی لجن فرآیندی است که مواد آلی تحت تأثیر باکتریهای بی‌هوازی و تجزیه بیولوژیکی در غیاب اکسیژن مولکولی قرار می‌گیرند. در هاضم بخشی از مواد آلی موجود در لجن که قابل تجزیه زیستی سریع بوده، توسط میکروبهای بی‌هوازی تخمیر میشود.

فرآیند تخمیر بی‌هوازی، شامل چهار مرحله هیدرولیز، اسید سازی، استات سازی و متان سازی میباشد. در هاضم بی‌هوازی مواد آلی عمدتاً به گازهای متان (حدود 60 تا 70 درصد بیوگاز) و دی اکسید کربن (کمتر از 30 تا 40 درصد بیوگاز) تبدیل شده و از لجن جدا می‌شود. مراحل فرآیند بیولوژیک در هاضم به صورت شماتیک در زیر ارائه شده است.



گفتنی است که باکتریهای متان ساز در مقایسه با باکتریهای فعال در مراحل قبلی به تغییر عوامل محیطی (نظیر دما، PH، غلظت مواد سمی و بازدارنده) بسیار حساس‌تر هستند و ضمناً دوره تقسیم سلولی آنها

بسیار طولانی‌تر است. به‌گونه‌ای که چنانچه هاضم بی‌هوازی در طی این دوره در شرایط نامناسب قرار گیرد فعالیت باکتریهای متان ساز متوقف شده ولی سایر باکتریها به فعالیت خود ادامه می‌دهند که نتیجه آن ترشیدگی راکتور (اسیدی شدن محیط) و توقف عملکرد هاضم خواهد بود. لذا کنترل عوامل محیطی، مخصوصاً PH و دما (نگهداری دمای هاضم تحت شرایط مزوفیلیک ( $35\pm 2^\circ\text{C}$ ) فوق العاده حایز اهمیت است.

در تصفیه خانه فاضلاب تهران (مدولهای 5 و 6) سه هاضم هر کدام به حجم 8800 متر مکعب وجود دارد. جریان مواد (لجن) پیوسته بوده و زمان ماند لجن در هاضم (برای تخمیر) به طور متوسط حدود بیست روز است. برای جلوگیری از ته نشینی و همگون سازی لجن درون هاضم، مکانیزمهای اختلاط و بهم زن پیشبینی شده است. برای اینکه نقاط ایستا وجود نیاید، حتی المقدور هاضم به شکل تخم مرغی ساخته میشود. در تصفیه خانه تهران، هاضم ها به صورت استوانه بتونی ساخته شده اند و کف و سقف آنها مخروطی است.

#### • آبیگری :

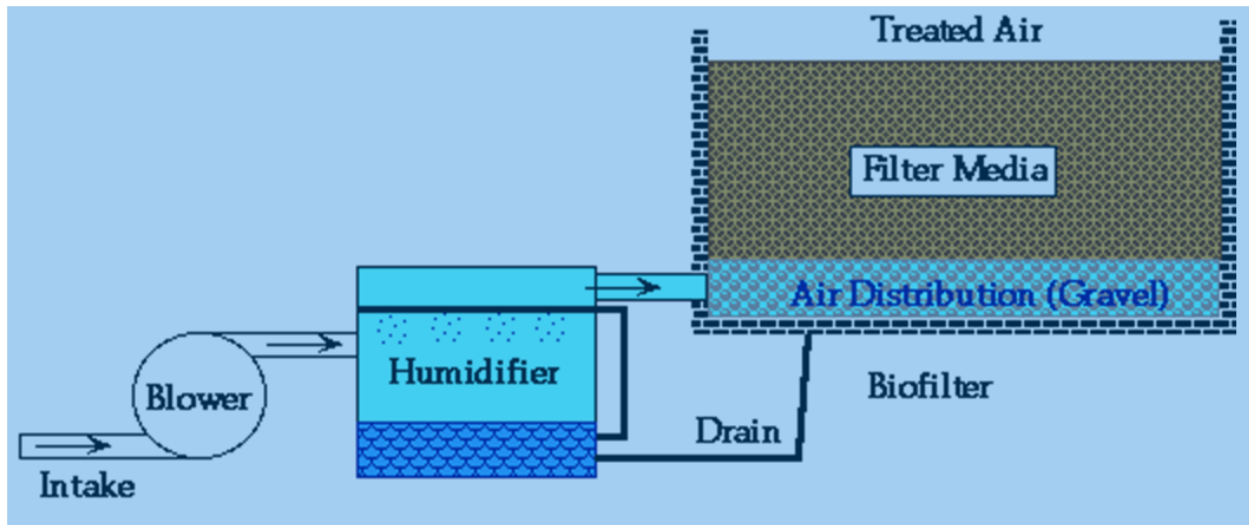
لجن هضم شده در هاضم های بیهوازی، با غلظت حدود 4% وارد مخازن لجن میشود. در زمان کار بخش آبیگری، لجن ذخیره شده در مخازن توسط ایستگاه پمپاژ فیدر آبیگری، به دستگاههای آبیگری منتقل شده و عملیات آبیگری توسط دستگاه های بلیت فیلتر پرس انجام می شود که جهت بهبود فرآیند آبیگری به لجن به میزان مورد نیاز پلی الکترولایت اضافه می شود و نهایتاً لجن آبیگری شده که به غلظت حدود 25% رسیده است توسط اسکر وکانوایر از ساختمان آبیگری خارج می شود. و درون کاننتینر تخلیه و به خارج از محوطه تصفیه خانه برده میشود.

#### واحد های جانبی

علاوه بر واحدهای پشتیبانی از قبیل آزمایشگاه و تعمیرات و نگهداری، واحد جنبی فرآیندی نیز وجود دارد، که به لحاظ اهمیت به دو واحد تصفیه بو و تصفیه بیوگاز اشاره میگردد.

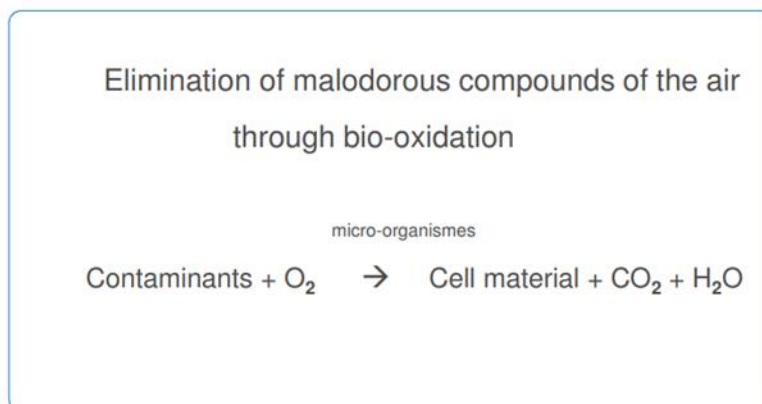
#### • واحد تصفیه بو

با توجه به انتشار بوهای ناخوش آیند در محیط تصفیه خانه دو دستگاه فیلتر بیولوژیک، یکی برای بخش مایع و دیگری برای بخش لجن، (هرکدام به ظرفیت سی هزار متر مکعب در ساعت) گازهای متصاعده را تصفیه میکند. مواد بیوفیلتر را چوبهای متخلخل وپوسته درخت عمل آوری شده (که بستر مناسبی برای رشد و تکثیر میکروارگانیزمها هستند) تشکیل میدهد.



فرآیند بیوفیلتر: میکروارگانیسمها مانند سایر موجودات زنده به هوا (اکسیژن) و رطوبت و غذا (مواد بدبوی موجود در گازهای منتشره) نیاز دارند. این موجودات زنده در شرایط مساعد با خوردن این مواد تکثیر شده و هوا را تصفیه میکنند.

### ■ The technology of biofiltration

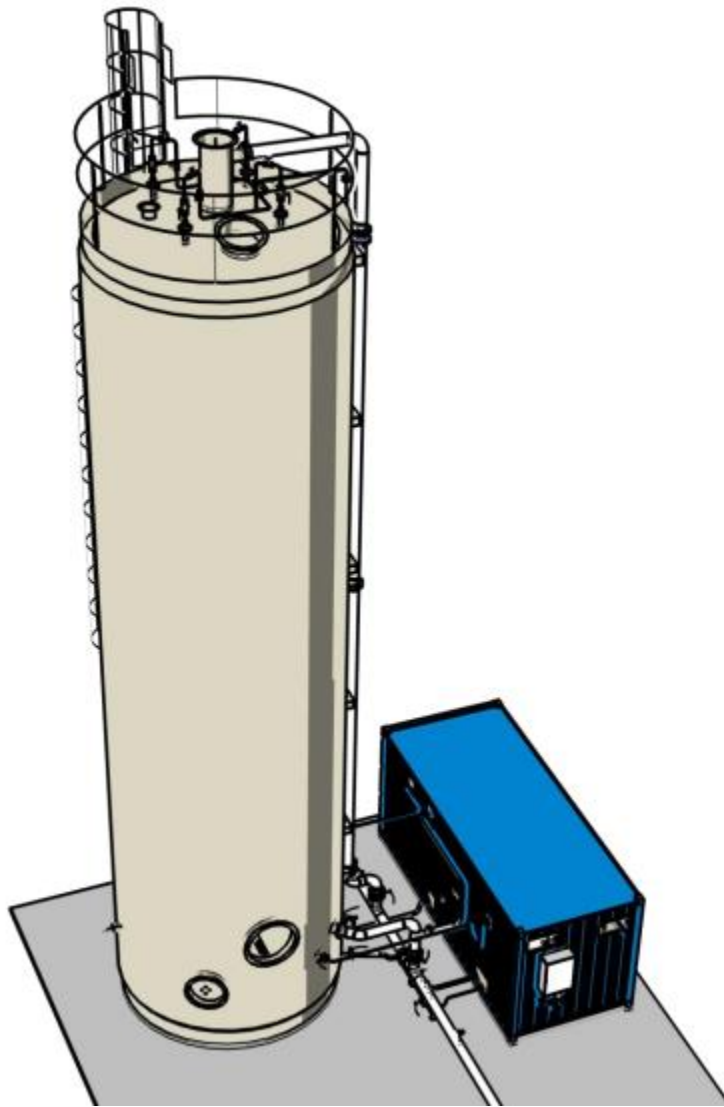


#### • واحد تصفیه بیوگاز

سیستم تصفیه بیوگاز

بیوگاز تولیدی در هاضم‌ها دارای گاز هیدروژن سولفور است. اگر این گاز در مشعل دیگ و یا در دستگاه CHP مصرف شود، هم تولید گازهای اسیدی میکند و هم جداره دیگ و یا روی سیلندر و

سرسیلندر دستگاه ایجاد خوردگی میکند. لذا لازم است که بیوگاز تولیدی تصفیه گردد. این تصفیه به روش بیولوژیک انجام میگردد.



غلظت گاز  $SH_2$  در بیوگاز تولیدی هاضمها حدود 7000 ppm میباشد. با فراهم کردن محیط برای رشد و فعالیت میکروارگانیسمها در این سیستم، مقدار گاز هیدروژن سولفور به کمتر از 200 ppm کاهش مییابد.

در ادامه تصاویری از واحدهای فرآیندی تصفیه خانه ارائه میگردد.

- دستگاه های آشغالگیر



- دانه گیر و چربی گیر



- استخرهای ته نشینی اولیه



- استخرهای هوا دهی (تصفیه بیولوژیک)



- شکل شماتیک هاضم

ارتفاع هر هاضم حدود 30 متر و قطر آن حدود 12 متر میباشد. (در مدولهای 5 و 6 برای اختلاط لجن در هاضم از درافت نیوب استفاده شده است)

