

## بررسی روش های مختلف تصفیه فاضلاب

- خانه
- تصفیه فاضلاب
- بررسی روش های مختلف تصفیه فاضلاب

روش های که می تواند جهت تصفیه فاضلاب مد نظر قرار گیرد شامل موارد ذیل می باشد:

الف - برکه های تثبیت (WSP)

ب- لجن فعال هوادهی گسترده همراه با رشد چسبیده بصورت نرخ بالا (Highrate : Extended Aeration)

ج- راکتورهای تخلیه تناوبی ( Intermittent Cycle Extended Aeration)

د - سیستم لجن فعال همراه با رشد چسبیده (IFAS)

و- لاگون های هوادهی ( Arated Lagoon)

ه- سیستم لجن فعال متعاقب فیلتر چکنده ( Trickliy filter- Actived Sludge)

## استخرهای تثبیت فاضلاب

استخرهای تثبیت فاضلاب در ساده ترین شکل خود حوضچه های عریض و کم عمقی هستند که در آن فاضلاب خام به روش های کاملاً طبیعی و در اثر واکنش

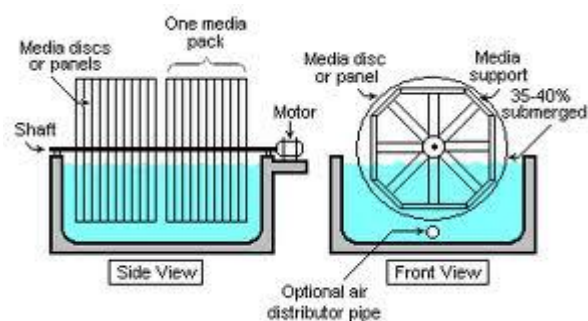
جلبک‌ها و باکتری‌ها تصفیه می‌گردد. هزینه‌های ساختمانی، میزان سرمایه‌گذاری اولیه و تعمیرات مورد نیاز آنها پایین و بهره‌برداری و نگهداری از آنها بسیار آسان و کم هزینه است. در ضمن در این روش کاهش کلیفرم‌های مدفوعی نسبت به سایر روش‌های تصفیه فاضلاب بیشتر می‌باشد.

استخرهای تثبیت فاضلاب بدون شک در مناطق گرمسیری و جایی که زمین کافی در اختیار باشد یکی از مؤثرترین روش‌های تصفیه فاضلاب است.

بایستی متذکر شد که استفاده از این استخرها منحصر به مناطق گرمسیر نمی‌باشد و در اکثر شرایط آب و هوایی حتی مناطق سردسیری مانند آلاسکا راندمان مناسبی داشته است. در تصفیه فاضلاب‌های صنعتی نیز استخرهای تثبیت فاضلاب کارآرایی چشمگیری از خود نشان داده است. در کشورهای صنعتی نیز علیرغم وجود تکنولوژی مدرن و پیشرفته امروزی سهم عمده‌ای به استخرهای تثبیت فاضلاب واگذار گردیده است. به طور مثال یک سوم از کل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در آمریکا از نوع استخرهای تثبیت می‌باشند. به طور کلی بر اساس ماهیت واکنش‌های بیولوژیکی درون آنها به سه دسته اساسی زیر تقسیم بندی می‌شوند:

## ۱- استخرهای

### هوازی



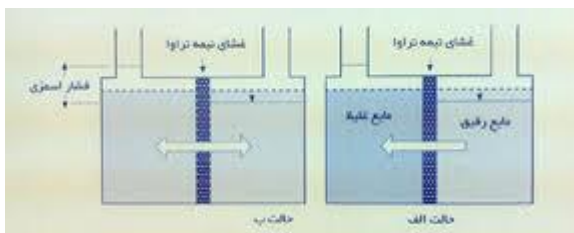
## ۲- استخرهای بی‌هوازی

## ۳- استخرهای هوازی و بی‌هوازی (اختیاری)

## استخرهای هوازی

یک استخر هوازی شامل باکتری‌ها و جلبک‌های در حال تعلیق بوده که در عمق آن نیز شرایط هوازی غالب باشد. در این برکه‌ها اکثر اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها توسط عمل فتوسنتز جلبک‌ها و مقداری هم توسط عمل هوادهی طبیعی که در استخر صورت می‌گیرد تأمین می‌شود. صرف‌نظر از وجود جلبک‌ها در محیط بیولوژیکی موجود، استخرهای تثبیت هوازی شبیه یک سیستم لجن فعال می‌باشد. اکسیژن تولید شده از جلبک‌ها در طول عمل فتوسنتز توسط باکتری‌ها هنگام تجزیه هوازی مواد آلی مصرف می‌گردد و در عوض مواد غذایی غیر آلی ( نظیر فسفر و ازت ) و دی‌اکسید کربن که در اثر این تجزیه آزاد می‌شوند توسط جلبک‌ها مصرف می‌گردند.

میکروارگانیسم‌های دیگری نظیر روتیفرها و پروتوزوئرها نیز در این استخرها وجود دارند که وظیفه آنها بیشتر جلادهی پساب می‌باشد.



## استخرهای بی‌هوازی

این استخرها در مواقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بار آلی فاضلاب بسیار بالا بوده و مواد جامد فرار فراوانی نیز در آن وجود داشته و فاضلاب کاملاً عاری از اکسیژن محلول باشد. در این استخرها شرایط بیهوازی در سراسر عمق به جز لایه رویی حاکم است.

در اینجا اکسیژن آزاد مولکولی وجود ندارد و باکتری‌های بی‌هوازی اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه مواد آلی و غیر آلی فاضلاب به دست می‌آورند، بدین صورت که مواد آلی را به  $CH_4$  و  $CO_2$  و سایر محصولات گازی شکل، اسیدهای آلی و بافت‌های سلولی تبدیل می‌کنند.

مواد جامد در کف برکه، محلی که این مواد به صورت بی‌هوازی هضم می‌گردند ته‌نشین می‌شود، فاضلابی که مواد جامد آن ته‌نشین شده است، جهت تصفیه کامل‌تر به استخر اختیاری (*Facultative Ponds*) هدایت می‌گردد.

تصفیه رضایت‌بخش در برکه‌های بی‌هوازی بستگی به رفتار متقابل باکتری‌های مولد اسید و باکتری‌های مولد گاز دارد. بنابراین لازم است که درجه حرارت برکه بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد و  $pH$  آن بیش از ۶ باشد. تحت چنین شرایطی است که تولید و تجمع لجن به حداقل خود خواهد رسید. تخلیه لجن هنگامی خواهد بود یک دوم ظرفیت (حجم مفید) استخر از لجن پر شده باشد. این استخرها در قدیم به علت بوی شدید طرفدار چندانی نداشته‌اند ولی در حال حاضر رابطه بین تولید بو و بار آلی با دلایل کافی و روشن به خوبی درک شده و بنابراین رفع این مشکل معمولاً با یک طراحی صحیح امکان‌پذیر می‌باشد.



## استخرهای هوازی و بی‌هوازی (اختیاری)

در این استخرها تثبیت آلوده کننده ها به وسیله مجموعه‌ای از باکتری‌های هوازی، بی‌هوازی و اختیاری صورت می‌گیرد. یک استخر تثبیت اختیاری از ۳ ناحیه تشکیل شده است.

### **I - ناحیه هوازی :**

این ناحیه در سطح استخر قرار دارد و باکتری‌های هوازی و جلبک‌ها دارای یک رابطه‌ی همزیستی می‌باشند مقدار اکسیژن مورد نیاز برای حفظ شرایط هوازی طبقات فوقانی از طریق تماس سطح فاضلاب با هوای آزاد کسب می‌گردد ولی بخش اعظم اکسیژن مورد نیاز توسط فعالیت فتوسنتز جلبک‌ها تأمین می‌شود. این جلبک‌ها به طور طبیعی در استخرها و مکانی که مقادیر قابل ملاحظه‌ای از مواد غذایی حاصل از تابش نور خورشید وجود دارند رشد می‌کنند. رنگ سبز استخرها به علت وجود همین جلبک‌هاست.

باکتری‌های موجود در استخر از اکسیژن تولید شده توسط جلبک‌ها استفاده نموده و مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسیده می‌نمایند.

یکی از محصولات نهایی متابولیسم باکتری‌ها گاز کربنیک است که توسط جلبک‌ها در واکنش فتوسنتز مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا نیاز جلبک‌ها به گاز کربنیک از مقداری که از هوا تأمین می‌شود بیشتر است. بنابراین یک همزیستی متقابل و مشترک [۴] بین باکتری‌ها و جلبک‌ها در استخر وجود دارد از آنجایی که واکنش فتوسنتز جلبک یک فعالیت وابسته به نور می‌باشد در مقدار و غلظت اکسیژن محلول موجود در استخر در طول روز تغییراتی حاصل می‌گردد.

مقدار  $pH$  آب استخر نیز در طول روز متناسب با عمل فتوسنتز افزایش و حتی ممکن است به ۱۰ نیز برسد. علت این افزایش آن است که مقدار گاز کربنیک که توسط جلبک‌ها مصرف می‌شود از میزان تولید آن توسط باکتری‌ها بیشتر بوده و

در نتیجه یون‌های بی‌کربنات موجود نه تنها جهت جبران کمبود گاز کربنیک بلکه برای تشکیل یون هیدروکسیل قلیایی تجزیه می‌شوند که باعث افزایش  $pH$  می‌گردند.

### **II - ناحیه بینابینی:**

که ناحیه هوازی - بی‌هوازی بوده و تجزیه مواد آلی توسط باکتری‌های هوازی - بی‌هوازی صورت می‌پذیرد.

### **III - ناحیه بی‌هوازی:**

این ناحیه در قسمت تحتانی استخر قرار دارد و مواد جامد (لجن) ته نشین شده توسط باکتری‌های بی‌هوازی تجزیه می‌شوند.

در تصفیه فاضلاب شهری از این نوع استخرها بیشتر استفاده می‌شود. عمق این استخرها نباید کمتر از ۰/۹ متر و بیشتر از ۲ متر باشد تا جلبک‌ها قادر به رشد و نمو باشند.

### **عوامل مؤثر در راندمان استخرهای هوازی - بی‌هوازی**

#### **الف - اختلاط**

باد و حرارت دو عامل بسیار مهمی هستند که در کیفیت اختلاط موجود در یک استخر تأثیر به‌سزایی دارند. عمل اختلاط یک سری تغییرات حیاتی و ضروری در برکه ایجاد می‌کنند که عبارتند از:

۱- جلوگیری از تشکیل ناحیه راکد و ساکن

۲- اطمینان کافی از توزیع و پخش یکنواخت  $BOD$  جلبک و اکسیژن در راستای عمودی استخر.

تنها عمل اختلاط است که قادر به جابجایی جلبک های غیرمتحرک و ساکن به سطح استخر یعنی محلی که نور به طور مؤثر نفوذ می نماید می باشد. چنانچه اختلاطی حاصل نگردد بیشتر محتویات استخر به طور دائم در تاریکی می ماند.

عمل اختلاط همچنین باعث می شود اکسیژن تولید شده از سطح به طبقات پایین تر منتقل گردد. بنابراین عمل اختلاط مناسب موجود آمادگی استخر برای دریافت بار آلی ( $BOD_5$ ) بیشتری می گردد.

عمق مؤثری که وزش باد در آن ارتفاع باعث اختلاط می گردد توسط فاصله ای که باد با سطح فاضلاب در تماس بوده قابل محاسبه می باشد. برای اینکه حداکثر اختلاط توسط وزش باد انجام گیرد طول مورد نیاز بدون در نظر گرفتن هیچ گونه مانعی برسر راه آن می بایستی در حدود ۱۰۰ متر می باشد.

## ب - لجن

هنگامی که فاضلاب وارد استخر می شود بیشتر مواد جامد به طرف پایین ته نشین می شوند و لایه لجن را تشکیل می دهند. در حرارت های بیش از ۱۵ درجه سانتی - گراد هضم غیرهوازی مواد جامد با سرعت بیشتری انجام می شود و نتیجتاً ضخامت لایه لجن تقریباً کمی بیشتر از ۲۵۰ میلی متر می گردد و در بعضی مواقع ضخامت این لایه خیلی می باشد، تخلیه لجن به ندرت و هر ۱۰ تا ۱۵ سال یکبار انجام می شود. در حرارت های بیش از ۲۲ درجه سانتی گراد تشکیل گاز متان بسیار سریع بوده و در نتیجه موجب شناور شدن ذرات لجن در سطح استخر می گردد و بدین علت لایه هایی از لجن در سطح تشکیل می گردد این لایه ها به همراه سایر مواد و کف هایی که بر روی استخر وجود دارد بایستی خارج شوند چرا که اجازه نفوذ نور به لایه های استخر را نمی دهند.

## ج - عمق

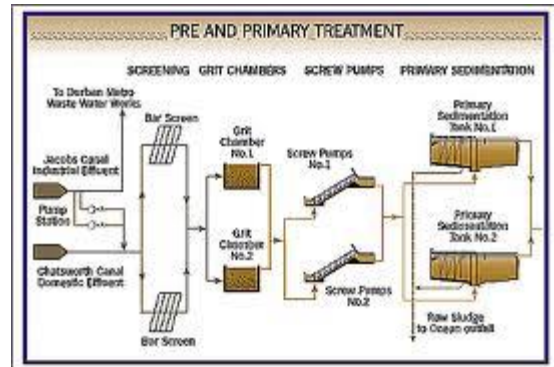
عمق کمتر از یک متر باعث رویش سبزینه در سطح استخر خواهد بود که از این حالت بایستی اکیداً پرهیز نمود، در غیر این صورت سطح استخر بهترین مکان جهت پرورش و تخم‌گذاری حشرات و مگس‌ها خواهد شد. در عمق‌های بیشتر از ۱/۵ متر تجمع اکسیژن نزدیک سطح استخر است و در نتیجه به جای اینکه استخر دارای حالت هوازی باشد به صورت هوازی-بی‌هوازی عمل خواهد نمود. در مناطق خشک که میزان تبخیر بالاست پرت آب در اثر تبخیر باید به حداقل برسد که با افزایش عمق به ۲ متر این عمل صورت می‌پذیرد و در نتیجه سطح استخر هم کاهش می‌یابد. در مناطق سردسیری نیز عمق فوق جهت حفظ انرژی گرمایی فاضلاب خام ورودی در نظر گرفته می‌شود.

#### د- آب وهوا

آب و هوای گرم برای عملکرد استخرها مناسب و ایده‌آل می‌باشد. از آن جایی که تابش نور خورشید شدید می‌باشد بنابراین درجه حرارت استخرها بالا هستند. به علت وجود ساعات طولانی روز، واکنش‌های عمل فتوسنتز جلبک‌ها برای مدت طولانی‌تر انجام می‌گیرد و استفاده مقدراری از اکسیژن محلول در طول شب امکان پذیر می‌باشد. در فصول اگرچه شدت نور برای فعالیت‌های جلبک‌ها کافی است لیکن به علت افت درجه حرارت به حداقل سالیانه باعث کند شدن رشد و تکثیر جلبک‌ها و باکتری‌ها می‌شود.

جهت اطمینان از کارآرایی مطلوب استخرها باید طراحی براساس بدترین شرایط آب و هوایی (سردترین ماه سال) انجام گیرد.





## محاسن استخرهای تثبیت فاضلاب

الف: این استخرها قادرند که هر درجه مورد نیاز از تصفیه را با کمترین قیمت و حداقل امکانات فنی به وسیله کارکنان غیر متخصص و مجرب انجام دهند.

بررسی‌های انجام گرفته حدود مخارج سالیانه که (شامل سرمایه‌گذاری اولیه و مخارج تعمیرات) را برای روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب در هندوستان، نشان داده که استخرهای تصفیه فاضلاب ارزان‌ترین روش تصفیه فاضلاب می‌باشد با توجه به تجربیات این مشاور در زمینه‌های مختلف، هزینه تصفیه هر متر مکعب فاضلاب در روش برکه‌های تثبیت معادل روش لجن فعال است.

ب: کاهش و حذف عوامل بیماری‌زا در این سیستم (بدون اضافه کردن مواد ضد عفونی کننده) نسبت به سایر روش‌های تصفیه فاضلاب فوق‌العاده زیاد است. تعداد کلیفرم‌های مدفوعی در پساب خروجی از یک سیستم تصفیه فاضلاب متشکل از سه استخر معمولاً کمتر از یک سیستم تصفیه فاضلاب متشکل از سه استخر معمولاً کمتر از ۵۰۰۰ در هر ۱۰۰ میلی لیتر می‌باشد ( $FC / 100ml$  ۵۰۰۰) در صورتی که در پساب خروجی از یک سیستم تصفیه مکانیکی معمولی این رقم حدود ( $FC / 100ml$  ۵۰۰۰۰۰۰) می‌باشد. تخم انگل‌های روده‌ای مختلف که معمولاً در

پساب خروجی تصفیه خانه های معمولی یافت می گردند، در پساب خروجی از استخرهای تثبیت تکمیلی وجود ندارد.

ج : این استخرها به خوبی قادرند شوک های ناشی از بار موادآلی و بار هیدرولیکی را تحمل نمایند. وجود زمان ماند طولانی به طور کامل اطمینان می دهد که به خاطر رقت زیادی که از بارآلی در استخر به وجود می آید شوک های کوتاه مدت ناشی از افزایش بار را تحمل نماید.

منبع:

<http://abzistco.com/%D8%AA%D8%B5%D9%81%DB%8C%D9%87-%D9%81%D8%A7%D8%B6%D9%84%D8%A7%D8%A8/%D8%A8%D8%B1%D8%B3%DB%8C-%D8%B1%D9%88%D8%B4-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D9%85%D8%AE%D8%AA%D9%84%D9%81-%D8%AA%D8%B5%D9%81%DB%8C%D9%87-%D9%81%D8%A7%D8%B6%D9%84%D8%A7%D8%A8>