

"رآکتورهای منقطع متوالی"¹

کاربردهای تکنولوژی

رآکتورهای منقطع متوالی یا همان SBR یک آلترناتیو و جایگزین عالی برای تصفیه‌خانه‌های لجن فعال متعارف می‌باشند. سیستم‌های SBR این قابلیت را دارند تا درصد بالایی از اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5) و جامدات معلق کل (TSS) را حذف نمایند (بیش از 90%) و غلظت آن‌ها را در جریان خروجی تا کمتر از 10 mg/L برسانند. علاوه بر حذف BOD_5 و TSS با اصلاح عملکرد و نحوه بهره‌برداری از این سیستم نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون و حذف فسفر امکان‌پذیر می‌باشد. سیستم‌های SBR ویژگی‌های کاربردی بیشتری را برای جوامع کوچک فراهم می‌آورند. این ویژگی‌ها شامل نصب آسان، بهره‌برداری ساده، نگهداری پایین نسبت به سایر سیستم‌های لجن فعال و مصرف بهینه‌تر انرژی می‌شود.

توصیف فرایند

سیستم‌های SBR گونه‌ای از سیستم‌های تصفیه به روش لجن فعال می‌باشند که در آن متعادل سازی، هوادهی، زلال سازی (ته-نشینی) و فرایندهای مربوط به لجن به طور متوالی در یک تانک انجام می‌گیرد. سیستم‌های SBR شامل یک تانک می‌باشند که مجهز به یک ورودی برای ورود فاضلاب خام، دیفیوزرها به همراه دمنده‌ها و لوله و اتصالات مربوط به آن‌ها برای هوادهی، سیستم دفع لجن در کف تانک، مکانیزمی برای سرریز کردن و حذف مواد شناور پس از ته‌نشینی و یک مکانیزم کنترلی برای زمان و فرایندهای متوالی می‌باشد. عملکرد سیستم‌های SBR طی 5 مرحله است که این مراحل عبارتند از:

¹ Sequencing Batch Reactors (SBR)

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

1- پر شدن²

2- واکنش³

3- ته نشینی و زلال سازی⁴

4- سرریز کردن و از سیستم خارج نمودن⁵

5- استراحت⁶

این فرایندها برای رسیدن به اهداف عملیاتی و شرایط عملکردی به واسطه پارامتر زمان کنترل می‌شوند. این موارد به ترتیب و در ادامه توضیح داده خواهند شد. همچنین شکل 1 یک چرخه منفرد متعارف را نشان می‌دهد.

1- پر شدن:

هدف از عملیات پر شدن اضافه شدن فاضلاب خام به رآکتور می‌باشد. در حین فاز پر شدن، ممکن است استانداردهای عملکردی نیازمند شرایط متناوب غلظت کم و زیاد اکسیژن باشند. دوره‌های هوادهی در طول فاز پر شدن برای رشد مناسب و مطلوب ارگانیسم‌ها که شرایط مطلوبی برای ته‌نشینی داشته باشد، کلیدی و حساس می‌باشد. عکس این حالت برای حذف بیولوژیکی نیتروژن و فسفر در دوره‌های با اکسیژن محلول صفر (شرایط بی‌هوازی) و یا کمبود اکسیژن (شرایط آنوکسیک) لازم و ضروری می‌باشد.

2- واکنش:

هدف از فاز واکنش تکمیل و تداوم واکنش شروع شده طی فاز قبل یعنی فاز پر شدن می‌باشد. بسته به نوع طراحی، در حین این فاز جریان ورودی ممکن است به رآکتور دیگری هدایت شود و هوادهی براساس یک اصول ثابت ادامه یابد یا در نوع دیگر طراحی ورود

² Fill

³ React - aeration

⁴ Clarification

⁵ Draw, Decant

⁶ IDLE

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

جریان ادامه یابد و این حجم از جریان به وسیله بافل‌هایی (یا هر نوع سیستم دیگر) از حجم اصلی جریان در رآکتور جدا نگه داشته شود. در این فاز حذف مواد آلی اتفاق می‌افتد. اگر در این مرحله بار ورودی در مقایسه با MLSS به اندازه کافی پایین باشد، نیتریفیکاسیون (حذف آمونیاک) رخ خواهد داد. (به عنوان مثال زمان ماند بالا برای SRT)

3- ته نشینی:

هدف از این فاز اجازه دادن به جامدات برای جدا شدن از مخلوط در سیستم و خارج کردن یک پساب زلال‌سازی شده می‌باشد. در حالت ته‌نشینی، محتویات رآکتور کاملاً در حالت سکون قرار می‌گیرند و از ایجاد شدن حالت اتصال کوتاه که ممکن است در تانک-های ته‌نشینی با جریان پیوسته رخ دهد، پیشگیری می‌نمایند.

4- سرریز کردن:

هدف از این فاز خارج ساختن مخلوط زلال‌سازی شده از رآکتور به عنوان پساب خروجی می‌باشد. برای این فاز از تصفیه سرریزهای متحرک و قابل تنظیم رایج‌ترین مکانیزم سرریز کردن می‌باشند، اما در برخی مواقع برای این کار از پمپ‌های مستغرق نیز استفاده می‌شود.

5- استراحت:

خذف از فاز استراحت فراهم کردن زمان لازم برای یک رآکتور برای تکمیل چرخه پر شدن قبل از سویچ به واحد دیگر می‌باشد. فاز استراحت یک فاز لازم و ضروری نیست و می‌توان آن را در مرحله طراحی حذف کرد. بسته به فرایند و اهداف تصفیه، هوایی، اختلاط یا دفع لجن می‌تواند طی این فاز انجام گیرد.

گونه‌های SBR با جریان ورودی پیوسته یک فاز استراحت ندارند.

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

الزامات بهره برداری و نگهداری (O&M)

الزامات بهره برداری و نگهداری برای سیستم‌های SBR در مقایسه با سایر سیستم‌های تصفیه لجن فعال، حداقل می‌باشد. در هر حال، تصفیه‌خانه‌هایی که دارای سیستم SBR می‌باشند باید بصورت روزانه توسط پرسنل متخصص در زمینه بهره‌برداری سیستم‌های تصفیه بیولوژیک، بررسی و چک شوند. بسته به اندازه و سبب تأسیسات و پیچیدگی فرایندهای تصفیه (به عنوان مثال حذف نیتروژن و فسفر) اپراتورها باید بصورت روزانه 2 تا 8 ساعت در محل سیستم حضور داشته باشند. همچنین زمان لازم برای کنترل فرایند، نمونه‌برداری، بهره‌برداری و نگهداری و نیز ثبت داده‌های روزانه باید تخصیص داده شود. در صورتیکه در مورد این تصفیه‌خانه‌ها حداقل توجهات و نگهداری‌های لازم از سوی اپراتورهای با صلاحیت انجام گیرد، کیفیت پساب نهایی مطلوب نخواهد بود. برای عملکرد سیستم تصفیه در حالت مطلوب، پارامترهای بهره‌برداری زیر باید دست کم بصورت هفتگی پایش شوند:

- حجم لجن ته نشین شونده در بازه های 30 تا 60 دقیقه
- غلظت MLSS
- غلظت DO
- ارتفاع سرریز شونده

این پارامترها باید به منظور ارزیابی عملکرد سیستم و مقایسه با فرضیات از پیش تعیین شده، چک و بررسی شوند. دامنه اهداف عملیاتی برای سیستم‌های SBR به شرح ذیل می باشد:

- SRT : 20-30 days

- MLSS : 2000-6000 mg/L

- f/m : 0.08 – 0.16





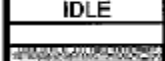
- pH : 7-8

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

% Max Volume	% Cycle Time	Influent	Purpose	Operation
25 to 100	25		Add Substrate	Aeration On or Off
100	35		Reaction Time	Aeration On
100	20		Clarification	Aeration Off
100 to 35	15		Withdraw Effluent	Aeration Off
35 to 25	5		Waste Sludge	Aeration On or Off

شکل 1- توالی عملکرد یک سیستم SBR متعارف

نگهداری‌های پیشگیرانه منظم (PM) برای نگه داشتن تجهیزات در حالت بهینه لازم و ضروری می‌باشد. یک برنامه PM رسمی باید براساس توصیه‌ها و پیشنهادات سازندگان تدوین و در سیستم استقرار یابد. این برنامه باید شامل لیستی از تمام تجهیزات، اقدامات و فعالیت‌های لازم در مورد PM و تناوب انجام آن‌ها باشد. تجهیزات نوعی که نیازمند نگهداری‌های پیشگیرانه می‌باشند شامل پمپ‌ها، دمنده‌ها، دیفیوزرها و کنترل کننده‌های اتوماتیک می‌باشند.

مواد باقیمانده تولیدی⁷

در حالت کلی، سیستم‌های SBR به همان اندازه سیستم‌های لجن فعال هوادهی گسترده تولید لجن می‌کنند. لجن مازادی که در این سیستم تولید می‌شود، نوعاً بصورت هوازی هضم، به وسیله بسترهای لجن خشک کن آبیگری و نهایتاً در زمین دفع می‌گردد.

⁷ Residues Generated

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

محدودیت های تکنولوژی

سیستم های SBR بخصوص سیستم هایی که برای حذف نیترژن و فسفر طراحی می شوند، نیازمند وجود یک اپراتور با تجربه می باشند. عملکرد بطور اساسی وابسته به اطمینان پذیری کنترل کننده های اتوماتیک برای شیرها، پمپ ها، سیستم های هوادهی و سیستم های سرریز و خارج کردن پساب تصفیه شده می باشد. نکته مهم دیگر این است که آب و هوای سرد روی عملکرد این سیستم ها اثر گذار می باشند.

ملاحظات اقتصادی

هزینه های ساخت برای سیستم های SBR که جریان کمتر از 100/000 گالن در روز را تصفیه می کنند، از یک سازنده اعلام شده است. همچنین هزینه های بهره برداری و نگهداری در دسترس نبوده است. به هر حال، در حالت کلی سیستم های SBR قابل تبدیل شدن به سیستم هایی اقتصادی از لحاظ بهره برداری و نگهداری را دارند. هزینه های ساخت تخمینی برای این سیستم ها و برای ظرفیت های 10/000 gpd, 50/000 gpd, 75/000 gpd به ترتیب \$ 76/000, \$ 136/000, \$ 165/000 می باشد. (براساس سال 1992) هزینه هر سیستم شامل 2 سیستم SBR و یک هاضم لجن از جنس استیل، لوله کشی ها، شیرآلات، کنترل کننده ها و یک فونداسیون بتنی می باشد و شامل هزینه های تملک زمین، مهندسی، جوانب قانونی و هزینه های سرمایه گذاری و ... نمی باشد.