Biological Treatment of Milk Factory Wastewater by Sequencing Batch Reactor

A. Mohseni – bandpi (Ph.D) Assist. Prof. of
Mazandaran Medical Science University, Sari
H.Bazzari (M.Sc.), M.Sc. Environmental Engineering.

Abstract

Aerobic Sequencing Batch Reactor (SBR) experiments in the bench scale was investigated to study the treatability of wastewater from milk factory. The reactor was fed with milk factory and synthetic wastewater under different operation conditions. The COD removal efficiency was achieved more than 90%. The optimum oxygen in the reactor was found to be 2 to 3 mg/l. The study demonstrates that the capability of aeration SBR for removed of COD from industrial wastewater

KEY WORDS

Sequencing Batch Reactor (SBR), COD, Milk Factory, Industrial Wastewater

تصفیه بیولوژیکی فاضلاب کارخانه شیر پاستوریزه ساری با روش SBR

(دریافت: ۷۹/۳/۱۰ پذیرش : ۸۰/۷/۳۰)

انوشیروان محسنی* حسین بازاری**

چکیده

یک سیستم هوازی راکتور بسته مرحله‌ای جهت تصفیه فاضلاب کارخانه شیر پاستوریزه مورد بررسی قرار گرفت. راکتور مورد نظر با فاضلاب کارخانه شیر و فاضلاب مصنوعی در شرایط مختلف استفاده شد. راندمان حذف COD برای فاضلاب کارخانه شیر بالای ۹۰٪ به دست آمد. بهترین غلظت اکسیژن محلول در سیستم بین ۳-۲ میلی‌گرم در لیتر بوده است . از مطالعه مورد نظر چنین استنباط می‌شود که سیستم هوازی راکتور بسته مرحله‌ای قابلیت تصفیه مطلوب شیر پاستوریزه را دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی : راکتور بسته مرحله‌ای، COD، فاضلاب کارخانه شیر، فاضلاب صنعتی

مقدمه

برای جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و تأمین شرایط بهداشتی مطلوب برای زندگی مردم، فاضلاب را تصفیه می‌نمایند. فاضلاب صنایع لبنی در بین فاضلاب صنایع غذایی به عنوان یک منبع غنی از مواد آلی ازته و کربنه، محیط مناسبی برای رشد میکروارگانیسم‌ها هستند. تنوع تولید کارخانجات لبنی باعث می‌شود که فاضلاب این صنایع نیز دارای تنوع زیادی در حجم و غلظت باشد. راکتورهای SBR[1] از نظر میکروبیولوژیکی یک سیستم رشد معلق هستند که دارای مزیت‌های فراوانی نظیر هزینه احداث پایین، راندمان بالا، عدم نیاز به تانک ته‌نشینی، راهبری آسان و ... هستند. به دلیل مزیت‌های یاد شده استفاده از این نوع راکتورها برای تصفیه فاضلاب صنایع و اجتماعات کوچک به سرعت در حال افزایش است [۱].

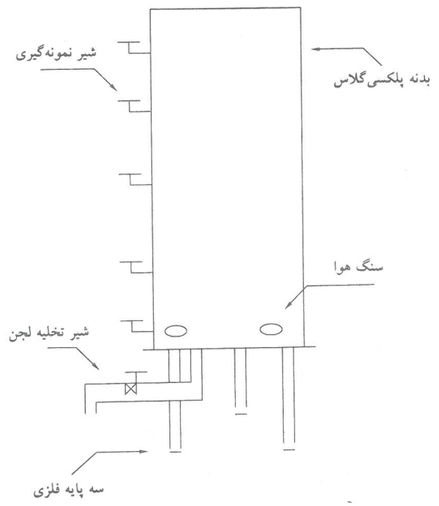
راکتور SBR دارای ۵ فاز، شامل پرکردن، واکنش، ته‌نشینی، تخلیه و استراحت می‌باشد که به مجموع فازهای ذکر شده یک سیکل گفته می‌شود. در راکتور SBR که از آن در این تحقیق استفاده شد در مرحله اول فاضلاب خام وارد راکتور می‌شود. پس از پایان این فاز هواده‌ها و همزن روشن می‌شود و به مدت چند ساعت مواد آلی موجود در فاضلاب و توده‌های بیولوژیکی در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرد و پس از اتمام واکنش راکتور به مدت یک ساعت در سکون کامل قرار گرفته و توده بیولوژیکی و پساب تصفیه شده به طور کامل و به صورت دو فاز کاملاً مجزا از یکدیگر واقع می‌شوند. پس از مرحله ته‌نشینی، پساب تصفیه شده از راکتور خارج شده و چنانچه به فاز استراحت نیازی نباشد راکتور برای سیکل بعدی آماده می‌شود. نوع آلاینده‌ها و میزانی که باید حذف شوند می‌تواند شرایط فرایند و حتی نوع آن را تغییر دهد [۲].

وسایل و روش‌ها

در تحقیق انجام شده راکتوری از جنس پلکسی گلاس به حجم مفید ۲۲/۵ لیتر به شکل استوانه مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱). از آنجا که فرایند انجام شده از نوع هوازی بود از ٤ عدد پمپ هوای آکواریم که به صورت تناوبی در مدار قرار می‌گرفتند استفاده شد. در مرحله اول تحقیق با استفاده از فاضلاب خانگی لجن مورد نیاز سیستم تولید شده و در پایان همین مرحله غلظت MLSS به حدود ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر رسیده و

* استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران
** کارشناس ارشد مهندسی عمران - محیط زیست

[1] Sequencing Batch Reactor



شکل ۱- شمای کلی راکتور مورد استفاده در تحقیق.

عمر متوسط لجن نیز در حدود ۲۰ روز حفظ شد. نمونه‌گیری‌های به عمل آمده توسط شیرهای نمونه‌گیری که در نقاط مختلف استوانه و به فواصل مساوی نصب شده بودند به عمل آمد. کلیه آزمایشات نیز بر اساس کتاب روش‌های استاندارد انجام شد[۳ و ٤].

نتایج و بحث

با یکنواخت شدن عملکرد راکتور در پایان مرحله اول بدون آن که ترکیب فاضلاب دچار تغییرات محسوسی شود مشخصات فاضلاب کارخانه شیر در فاضلاب خام رعایت شد و پس از آن از فاضلاب کارخانه شیر استفاده شد.

تأثیر میزان هوادهی

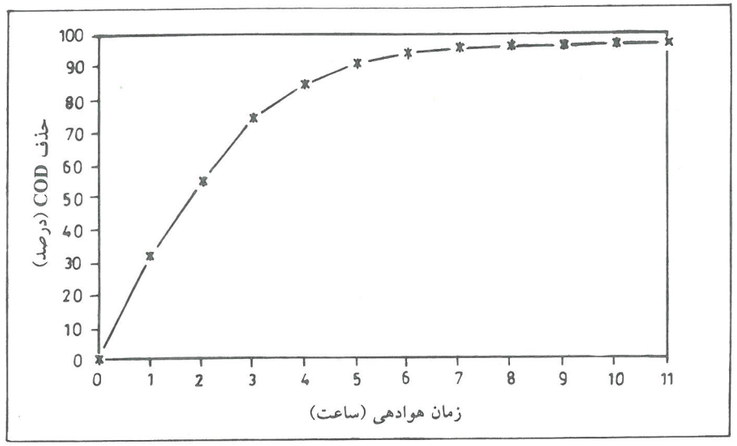
برای بررسی تأثیر میزان هوادهی روی حذف COD، در ساعت‌های مختلف از راکتور نمونه‌گیری به عمل آمده و زمان بهینه برای حذف حداقل ۹۰٪ از COD مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج مربوط به این مرحله در جدول ۱ آمده است. تعداد نمونه‌های آنالیز شده بیش از ۱۰۰ نمونه بوده است که در هر قسمت از متوسط حداقل ۱۲-۸ نمونه برای ارائه نتایج استفاده شد. لازم به ذکر است که COD ورودی به علت رقیق‌سازی فاضلاب با آب شست و شوی محوطه به میزان قابل توجهی کاهش یافته که با جدا نمودن مسیر آب‌های سطحی در هنگام بارندگی و شست و شو، میزان COD فاضلاب به حدود ۱۰۰۰-۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر رسید.

در نمودار ۱ تأثیر میزان ساعت‌های هوادهی روی حذف COD نشان داده شده است. آنچه که در نمودار ۱ قابل توجه است آن که قسمت اعظم COD ورودی (حدود ۸۰٪) در سه ساعت اول هوادهی حذف می‌شود و در ساعت‌های هوادهی بالاتر بخش باقی مانده COD تا اندازه‌ای حذف شده و فرایند هضم اتفاق می‌افتد، با این که پدیده بالکینگ بسیار به ندرت در راکتور SBR اتفاق می‌افتد ولی جلوگیری از انجام فرایند هضم باعث بروز پدیده بالکینگ می‌شود. برای رسیدن به راندمان بالای ۹۰٪ به ٦ ساعت هوادهی نیاز است و چون حذف ۹۰٪ از COD ورودی مورد نظر بوده است لذا زمان بهینه هوادهی ٦ ساعت به دست می‌آید [۵].

غلظت اکسیژن محلول

از موارد دیگر که در راهبری تصفیه‌خانه فاضلاب اهمیت بالایی دارد، غلظت اکسیژن محلول در فاضلاب است که در این تحقیق نیز مورد توجه قرار گرفت و نتیجه آن در نمودار ۲ آمده است.

در اثر ازدیاد اکسیژن محلول به لحاظ محدود بودن میزان مصرف آن از جانب میکروارگانیسم‌ها، تنها بخش قابل مصرف آن مورد استفاده قرار گرفته و بقیه بدون این که نقش مفیدی داشته باشند از سیستم خارج می‌شوند. افزایش زیاد غلظت اکسیژن محلول باعث می‌شود که



نمودار ۱- راندمان حذف COD در ساعت‌های هوادهی مختلف[۵].

جدول ۱- نتایج حاصل از عملکرد راکتور در مرحله اول [۵].

عنوان	نتایج به دست آمده	میانگین	تعداد نمونه‌گیری
دامنه تغییرات COD ورودی (میلی‌گرم در لیتر)	۴۸۰-۴۱۰	۴۴۵	۱۵
دامنه تغییرات COD خروجی (میلی‌گرم در لیتر)	۳۸-۴۶	۴۲	۱۵
دامنه تغییرات راندمان (درصد)	۹۳-۹۰	۹۱	۱۵
دامنه تغییرات MLSS (میلی‌گرم در لیتر)	۳۲۰۰-۲۹۵۰	۳۰۵۰	۱۱
دامنه تغییرات دمای فاضلاب (سانتی‌گراد)	۳۱-۲۳	۲۶	۳۵
دامنه تغییرات F/M ورودی	۰/۲۱-۰/۱۸	۰/۱۹	۱۲
دامنه تغییرات BOD/COD در فاضلاب ورودی	۰/۹۱-۰/۸۲	۰/۸۷	۹
دامنه تغییرات BOD/COD در پساب‌خروجی	۰/۸۶-۰/۸	۰/۸۲	۹
مقدار MLVSS/MLSS	۰/۹۵-۰/۸۷	۰/۹۰	۱۱
دامنه تغییرات pH ورودی	۷/۹-۶/۸	۷/۲	۳۵

جدول ۲- اطلاعات مربوط به تأثیر غلظت MLSS در حذف COD [۵].

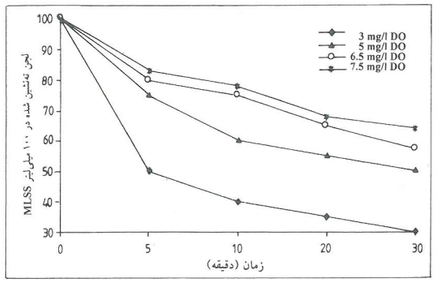
عنوان	پارامتر اندازه‌گیری شده
مشخصات فاضلاب ورودی	
COD (تقریبی)	۴۸۰-۴۱۰ میلی‌گرم بر لیتر
BOD	۳۸۵-۳۳۰ میلی‌گرم بر لیتر
pH	۸/۸ - ۶/۹
زمان سیکل (ساعت)	۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹
مقدار MLSS (میلی‌گرم در لیتر)	۳۰۰۰، ۶۰۰۰، ۹۰۰۰
عمر متوسط لجن (روز)	۱۵
مقدار لجن خروجی در هر روز در پایان مرحله واکنش (لیتر)	۱/۵
مقدار فاضلاب ورودی (لیتر)	۱۵
مقدار فاضلاب خروجی (لیتر)	۱۵

فلاک‌های بیولوژیکی شکسته شده و ته‌نشینی لجن با مشکل روبرو شود که این مطلب در نمودار ۲ نشان داده شده است. امر شکستگی فلاک‌ها با جایگزین نمودن هواده‌های دیفیوزری برطرف شد. با توجه به نمودار ۲ می‌توان گفت که غلظت بهینه اکسیژن محلول بین ۳-۲ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد[۵].

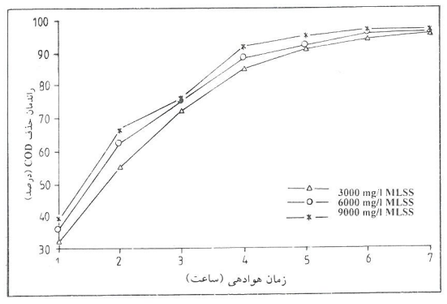
تأثیر غلظت MLSS

در ادامه کار تأثیر میزان MLSS در حذف COD مورد بررسی قرار گرفت که مشخصات آن در جدول ۲ آمده است. لازم به ذکر است با افزایش تدریجی بار وارده به سیستم و تخلیه کمتر لجن میزان MLSS افزایش پیدا نمود. در این میان سن لجن نیز افزایش یافت. در قسمت نتایج متوسط سن لجن در هر دوره آورده شده است.

در نمودار ۳ نشان داده شده است که افزایش پارامتر MLSS در حذف COD تأثیر قابل ملاحظه‌ای نداشته به طوری که با دو یا سه برابر شدن مقدار MLSS میزان حذف در یک ساعت معین به هیچ وجه دو یا سه برابر نمی‌شود. بنابراین میزان بهینه غلظت MLSS برابر ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست می‌آید. در افزایش MLSS به



نمودار ۲- قابلیت ته‌نشینی لجن بر حسب زمان در غلظت‌های مختلف اکسیژن محلول[۵].



نمودار ۳- حذف COD بر حسب ساعت‌های هوادهی در MLSSهای مختلف[۵].

مقدار دو یا سه برابر حالت ایده‌آل (۳۰۰۰میلی‌گرم بر لیتر) باید در نظر داشت که نسبت F/M در غلظت COD ورودی ثابت به طرز چشم‌گیری کاهش پیدا می‌کند. ته‌نشینی فلاک‌ها در MLSS های بالا بیشتر به صورت توده‌ای می‌باشد. غلظت‌های بالای MLSS روی زمان ته‌نشینی نیز تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش مدت زمان فاز ته‌نشینی می‌شود [۵].

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که در بررسی زمان هوادهی بهینه باید علاوه بر حصول به میزان حذف مورد نظر، فرایند هضم را در راکتور SBR نیز مد نظر داشت تا از بروز پدیده بالکینگ جلوگیری شود. برای غلظت اکسیژن محلول سیستم نیز مشخص شد که این مقدار بین ۳-۲ میلی‌گرم در لیتر است و مقادیر بالای اکسیژن محلول باعث شکسته شدن فلاک‌های بیولوژیکی می‌شود و قابلیت ته‌نشینی لجن را کاهش می‌دهد و هزینه هوادهی را نیز بالا خواهد برد. غلظت بهینه MLSS برای حذف حداقل ۹۰٪ COD ورودی در زمان بهینه ٦ ساعت فاز واکنش حدود ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. باید توجه داشت که چنانچه غلظت MLSS افزایش یابد به تناسب آن F/M نیز باید در محدوده مناسب حفظ شود تا تأثیر MLSS در حذف COD بیشتر باشد. در MLSS های بالا سیستم به زمان بیشتری در فاز ته‌نشینی نیازمند است.

منابع و مراجع

1- Irvin, R. L., Busch, A. W. (1979), " *Sequencing Batch Biological Reactors – An Overview* ", J. WPCF, Vol. 51, No. 2, PP235-243.

2- Ketchum, L. H. JR., Irvin, R.L. (1988), " *Sequencing Batch Reactors for Biological Wastewater Treatment* ", Crit. Revs. In Environment Control, CRC Press, Vol. 18, PP255-294.

3- IAWQ. (1997), " *Sequencing Batch Reactors* ", Water Science and Technology, Vol. 35, No. 1.

4- APHA-AWWA. (1995), " *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* " 19th Edition, American Public Health Association, Washington D.C.

۵- محسنی، ا.، بازاری، ح.، ۱۳۷۷، " تصفیه‌پذیری فاضلاب کارخانه شیر پاستوریزه ساری با روش SBR "، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه مازندران.