

تعیین کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب

دریک شرکت شیر پاستوریزه

علی قیصری* محمدعلی کاظمی** عباس فرازمنده***

(دریافت ۸۰/۱۰/۱۴ پذیرش ۸۲/۵/۱۵)

چکیده

امروزه تحقیقات گسترده‌ای برای استفاده از روش‌های جدید تصفیه فاضلاب صنایع لبنی نظیر راکتورهای با جریان ناپیوسته متوالی هوازی و بی‌هوازی، فیلترهای بی‌هوازی (AF)، راکتورهای بی‌هوازی حذف مواد جامد با جریان رو به بالا و مرداب‌های مصنوعی صورت گرفته است. در کشور ما نیز صنایع لبنی یکی از مهم‌ترین صنایع غذایی محسوب می‌شود و فاضلاب صنعتی حاصل از آن از آلاینده‌های مهم زیست‌محیطی می‌باشد. در این مطالعه موردی سیستم تصفیه فاضلاب صنعتی شرکت شیر پاستوریزه به عنوان یکی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب صنایع لبنی انتخاب و با هدف معرفی و ارزیابی عملکرد آن از جنبه‌های مختلف فرایندی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. همچنین در این مقاله راهکارهایی برای بهبود عملکرد سیستم موجود ارائه شده است. سیستم تصفیه ترکیبی موجود، از عملکرد مناسبی برخوردار است. به طوری که راندمان حذف BOD_5 و COD در سیستم لاگون بی‌هوازی در حدود ۳۵ درصد و در بخش لجن فعال حدود ۶۱ درصد و راندمان مجموع دو سیستم بی‌هوازی و لجن فعال که راندمان کل تصفیه‌خانه را شامل می‌شود حدود ۹۶ درصد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: صنایع لبنی، فاضلاب، شیر پاستوریزه.

Performance of a Dairy Wastewater Treatment Plant

Gheisari, A., * Kazemi, M.A., * Farazmand, A. **
*Water and Wastewater Consulting Engineers (WWCE).
** Research Center for Science & Technology

Abstract

There are several methods for wastewater treatment of dairy industries throughout the world.

A lot of research work has recently been directed toward new wastewater treatment methods such as aerobic and anaerobic Sequencing Batch Reactor (SBR), Anaerobic Filter (AF), Upflow Anaerobic Solid Removed (UASR) and Constructed Wetlands (CW).

In Iran dairy industry effluents as a source of environmental pollution is important.

In the present case study, we have evaluated the wastewater treatment process used in Milk industry and proposed ways for upgrading its performance.

The system includes a pretreatment followed by a biological treatment unit which consists of an anaerobic lagoon and an activated sludge process.

Results showed that the performance of the system was satisfactory.

BOD_5 and COD removal efficiencies were about 35% and 61% for anaerobic lagoon and activated sludge respectively. The total efficiency of the system was found about 96%.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین فاضلاب‌های صنعتی، فاضلاب صنایع لبنی است. امروزه از روش‌های مختلف بیولوژیکی برای تصفیه این نوع فاضلاب‌ها استفاده می‌شود و محققین روش‌های هوازی و بی‌هوازی جدیدی را برای تصفیه کامل این فاضلاب پیچیده ابداع نموده‌اند. در این خصوص می‌توان به چند مورد از فعالیت‌هایی که در سال‌های اخیر در این زمینه انجام شده است اشاره نمود.

زیاجین و همکارانش در سال ۲۰۰۲ تصفیه هوازی پساب لبنی را با استفاده از یک سیستم یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای راکتور با جریان ناپیوسته متوالی (SBR) مورد بررسی قرار دادند. در سیستم یک مرحله‌ای SBR، فاضلاب لبنی با غلظت COD حدود ۱۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای زمان‌های ماند (HRT) مختلف مورد آزمایش قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که زمان ماند یک روزه برای تصفیه فاضلاب با غلظت COD برابر ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کافی بوده و در این شرایط ۸۰ درصد COD حذف می‌گردد [۱].

گاریدو و همکارانش در سال ۲۰۰۱ از دو راکتور متوالی شامل یک فیلتر بی‌هوازی و یک راکتور با جریان ناپیوسته متوالی برای تصفیه پساب یک آزمایشگاه صنعتی آنالیز شیر استفاده نمودند. COD و نیترژن کل حذف شده در این سیستم تصفیه فاضلاب، به ترتیب برابر ۹۸ و ۹۹ درصد بوده است [۲].

رایز و همکارانش در سال ۲۰۰۱ اصول طراحی و اتوماسیون فرآیند تصفیه به روش SBR بی‌هوازی را برای فاضلاب صنایع لبنی پایه‌ریزی نموده‌اند [۳]. کارپیساک و همکارانش در سال ۱۹۹۹ از فناوری تالاب مصنوعی برای تصفیه پساب‌های لبنی در صحرای سونوران استفاده نمودند. این فناوری از دو سیستم اولیه، شامل واحدهای جدا کننده مواد جامد لاگون‌های بی‌هوازی، و سیستم ثانویه، شامل واحدهای تالابی^۱، تشکیل شده است [۴]. فاضلاب صنعتی کارخانه شیر پاستوریزه مورد نظر شامل پساب نسست و شوی دستگاه‌ها و سالن‌های تولید و نیز بخشی از آب پنیر واحد پنیرسازی می‌باشد. حجم فاضلاب

^۱ Wetland Cells

صنعتی و انسانی تولیدی در این کارخانه به ترتیب، در حدود ۸۰۰ و ۳۰ مترمکعب در روز است که پس از ترکیب با یکدیگر وارد تصفیه‌خانه می‌شود.

سیستم تصفیه فاضلاب صنعتی این کارخانه شامل تصفیه مقدماتی، تصفیه بیولوژیکی بی‌هوازی به روش لاگون بی‌هوازی و متعاقب آن تصفیه هوازی به روش لجن فعال است. شکل ۱، شماتیک و مشخصات واحدهای تصفیه‌خانه و مسیر جریان فاضلاب و لجن را در تصفیه‌خانه نشان می‌دهد.

نمونه‌برداری از محل‌های مشخص شده بر روی نقشه شماتیک (شکل ۱) و به صورت لحظه‌ای انجام شده و آزمایش‌های تعیین پارامترهای کیفی بر طبق روش‌های استاندارد صورت پذیرفت [۵].

نتایج و بحث

الف- تصفیه بی‌هوازی فاضلاب در لاگون بی‌هوازی

با توجه به غلظت زیاد مواد آلی موجود در این فاضلاب، لاگون بی‌هوازی می‌تواند کارایی زیادی در افزایش راندمان تصفیه‌خانه از طریق حذف یا کاهش مواد آلی داشته باشد. زمان ماند فاضلاب در لاگون بی‌هوازی حدود ۷ تا ۱۰ روز و میانگین BOD_5 و COD خروجی از این واحد به ترتیب ۱۳۵۳ و ۲۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر است که با توجه به غلظت پارامترها در فاضلاب ورودی (جدول ۱)، میانگین درصد حذف BOD_5 و COD این واحد به ترتیب ۳۶ و ۳۵ درصد می‌باشد.

این عملکرد با در نظر گرفتن زمان ماند معقول در لاگون (۷ تا ۱۰ روز)، عملکرد نسبتاً مناسبی می‌باشد و می‌تواند غلظت آلاینده‌ها را در فاضلاب ورودی به سیستم لجن فعال تا حد زیادی کاهش دهد. لکن با توجه به توان بالای لاگون‌های بی‌هوازی در حذف آلاینده‌ها، راندمان بیشتری از این سیستم انتظار می‌رود و در صورتی که معایب طراحی و بهره‌برداری آن برطرف گردد، راندمان افزایش پیدا خواهد کرد. برخی راهکارهای بهبود عملکرد لاگون مورد نظر شامل موارد زیر است:

مسقف نمودن لاگون و در نتیجه افزایش درجه حرارت فاضلاب، چند قسمتی نمودن این لاگون و

* کارشناس ارشد شرکت مهندسی مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب و عضو هیأت علمی آموزشکده مهاجر
** مدیر عامل شرکت مهندسی مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب
*** عضو هیأت علمی پژوهشکده علمی صنعتی اصفهان

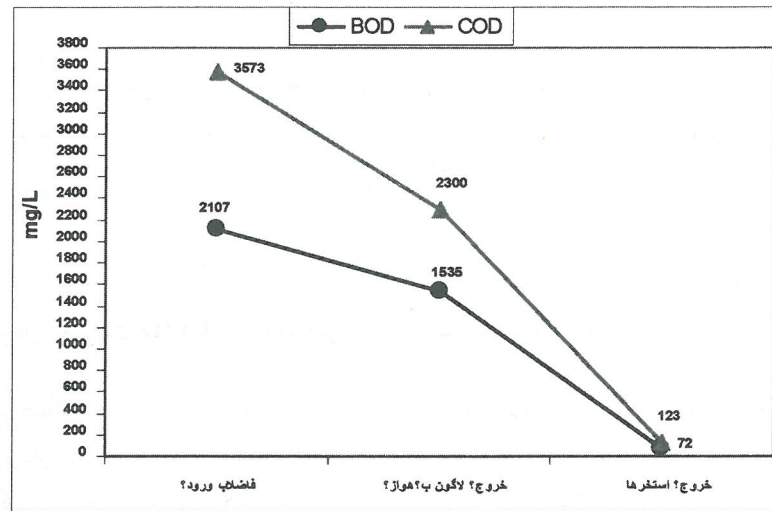
تخلیه به موقع و متناوب لجن، عدم انتقال لجن اضافی که به حوض بی‌هوازی وارد می‌گردد و جلوگیری از کاهش حجم مؤثر لاگون.

ب- تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال: فاضلاب پس از عبور از سیستم بی‌هوازی، وارد سیستم لجن فعال شده و ادامه فرآیند تصفیه در واحد هوادهی-ته‌نشینی دنبال می‌گردد.

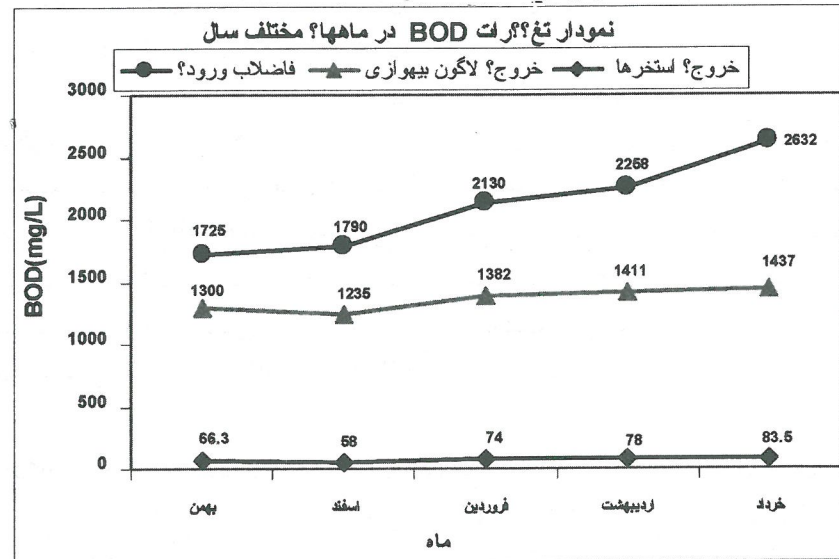
جدول ۱- مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی از لاگون بی‌هوازی*

پارامتر	BOD ₅ (mg/L)	COD(mg/L)
فاضلاب ورودی	۲۱۰۷	۳۵۷۳
فاضلاب خروجی	۱۳۵۳	۲۳۰۰

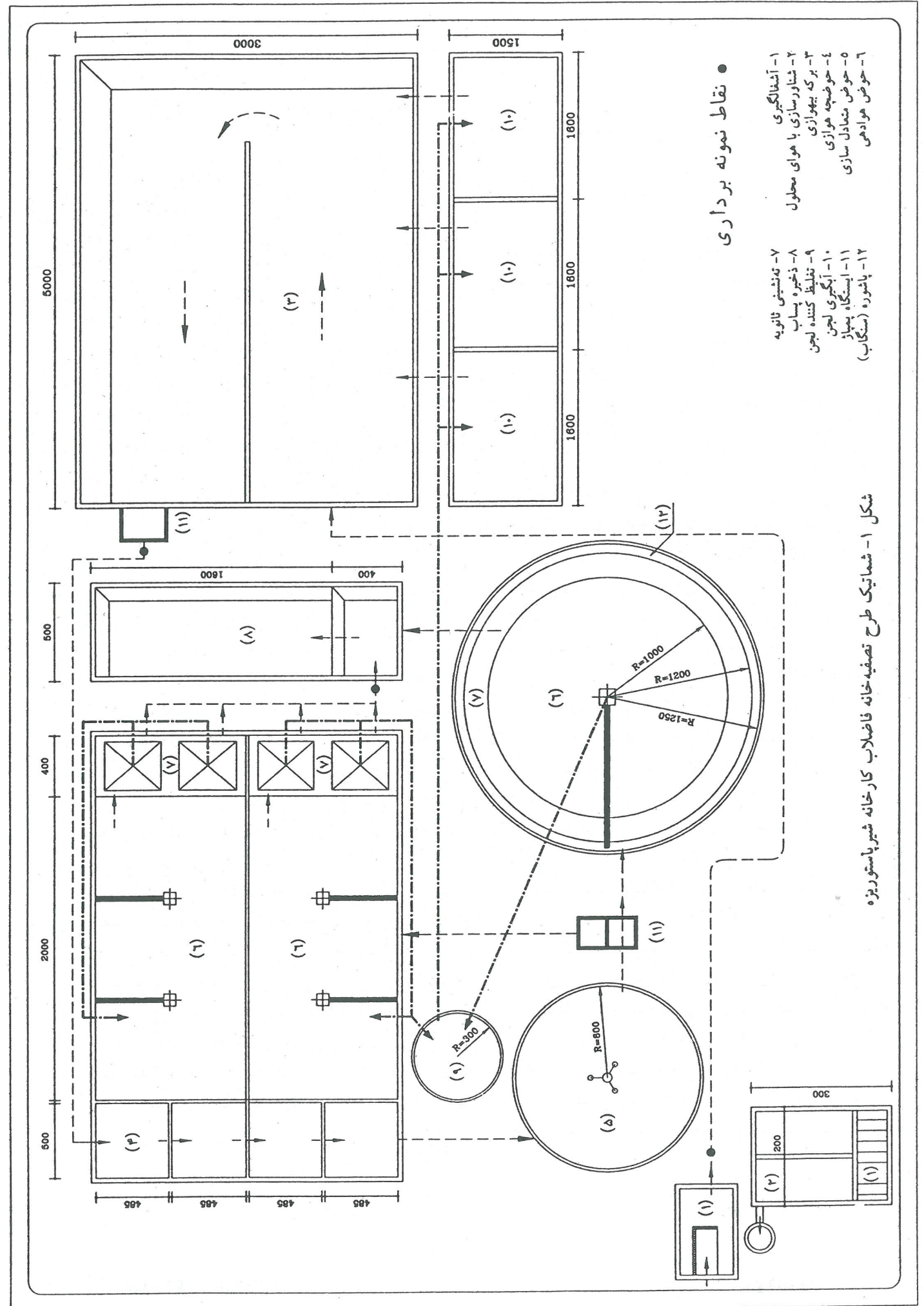
* مقادیر مربوط به میانگین ماه‌های ۱۳۸۰ تا خرداد ۱۳۸۱ می‌باشد.



شکل ۲- نمودار تغییرات میانگین BOD و COD در فاضلاب ورودی و خروجی از لاگون بی‌هوازی و استخرهای ته‌نشینی (از بهمن ۱۳۸۰ تا خردادماه ۱۳۸۱)



شکل ۳- نمودار تغییرات BOD در واحدهای مختلف سیستم موجود در ماه‌های مختلف سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱



شکل ۱- شماتیک طرح تصفیه‌خانه فاضلاب کارخانه شیرپاستوریزه

برای خشک کردن لجن نیاز دارد. لذا برای بهبود وضعیت دفع لجن در این کارخانه نیاز به حوضچه بزرگ‌تر تغلیظ لجن و سطح زیادتری برای آبیگری و خشک کردن لجن می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مسئولین محترم تصفیه‌خانه فاضلاب شرکت شیرپاستوریزه که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

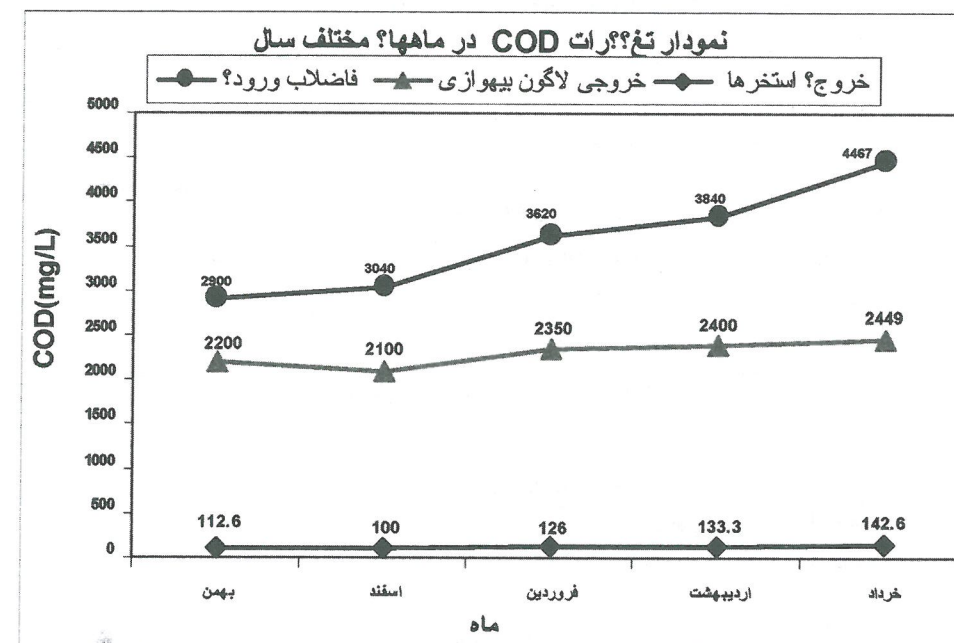
(ازت و فسفر) و هم‌چنین پارامترهای میکروبی نظیر MPN و تعداد تخم انگل در پساب به طور مداوم اندازه‌گیری و کنترل شود.

د- تغلیظ و آبیگری لجن

به دلیل این که حجم حوضچه تغلیظ لجن (۱۳ مترمکعب) برای حجم فاضلاب کارخانه قبل از توسعه آن در نظر گرفته شده است و با توجه به میزان لجن تولیدی در این تصفیه‌خانه در حال حاضر کافی نمی‌باشد، لذا کم بودن زمان ماند لجن در این حوضچه منجر به کم شدن راندمان این حوض و در نتیجه پر آب بودن لجن خروجی از آن می‌گردد، که این امر به سطح بیشتر بستر

منابع

- 1- Xiujn, Li., (2002). "Aerobic Treatment of Dairy Wastewater with Sequencing Batch Reactor Systems", Springer-Verlag.
- 2- Garrido, J.M., (2001). "Carbon and Nitrogen Removal from Wastewater of a Industrial Dairy Laboratory with a Coupled Anaerobic Filter-Sequencing Batch Reactor of System", Water Science and Technology, 43:3:249-256.
- 3- Ruiz, C., (2001). "The Anaerobic SBR Process Basic Principles for Design and Automation", Water and Wastewater, Vol. 43 :3., PP: 201-208.
- 4- Karpiscak, M., (1999). "Management of Dairy Waste in the Sonoran Desert Wetland Technology", Water Science and Technology, Vol. 40, No. 3, PP: 57-65.
- 5- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (1995). 19th edn, American n Public Health Association \ Water Pollution Control Federation \ American Water work Association, Washington DC., USA.



شکل ۴- نمودار تغییرات COD در واحدهای مختلف سیستم موجود در ماه‌های مختلف سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

سیستم لجن فعال موجود در حال حاضر از کارایی نسبتاً بالا و مناسبی برخوردار بوده و میزان اکسیژن محلول اندازه‌گیری شده در تانک هوادهی و غلظت MLSS در آن، در طول عملیات بهره‌برداری کنترل می‌شود که متوسط این مقادیر به ترتیب ۱/۳ و ۴۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. از طرفی با دقت در رنگ لجن خروجی از واحدهای هوادهی (قهوه‌ای روشن)، نسبت به رنگ لجن در حوض‌های هوادهی سیستم‌های لجن فعال فاضلاب خانگی (قهوه‌ای تیره)، می‌توان به عملکرد خوب این واحدها اذعان نمود. راندمان کلی سیستم تصفیه به روش لجن فعال در این تصفیه‌خانه از نظر میزان حذف BOD و COD به عنوان پارامترهای اصلی کیفی فاضلاب در حدود ۶۰ درصد می‌باشد. هم‌چنین با توجه به جدول ۲ و شکل ۲، راندمان کلی تصفیه‌خانه در مورد پارامترهای BOD و COD،

به دست می‌آید. شکل‌های ۳ و ۴ نیز به ترتیب نشان‌دهنده عملکرد سیستم موجود در حذف BOD و COD از فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی کارخانه در ماه‌های مختلف دوره تحقیق می‌باشد. با توجه به این نمودارها می‌توان دریافت که عملکرد سیستم با افزایش درجه حرارت هوا در ماه‌های گرم سال افزایش پیدا کرده است.

ج- پساب خروجی

از پساب خروجی تصفیه‌خانه برای آبیاری فضای سبز تصفیه‌خانه و هم‌چنین زمین‌های کشاورزی اطراف استفاده می‌شود. اگرچه پساب خروجی تصفیه‌خانه با استانداردهای مورد نیاز برای آبیاری مطابقت دارد، لکن برای اطمینان از کیفیت پساب از نظر بهداشتی، پیشنهاد می‌گردد که پارامترهای دیگری از قبیل میزان مواد مغذی نوترینت‌ها

جدول ۲- خصوصیات فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه (میانگین ماه‌های بهمن ۱۳۸۰ تا خرداد ۱۳۸۱)

پارامتر	BOD ₅ (mg/L)	COD(mg/L)
فاضلاب ورودی	۲۱۰۷	۳۵۷۳
فاضلاب خروجی	۷۲	۱۲۳