



Evaluation of the efficiency of activated sludge process with extensive aeration and sludge return in reducing the COD of effluent of beverage industries

M. J. Zoqi*, M. R. Doosti, M. H. Rabee Gasak, M. Ayobi

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Birjand, South Khorasan, Iran

Review History:

Received: Nov. 24, 2020

Revised: Oct. 04, 2021

Accepted: Oct. 30, 2021

Available Online: Dec. 02, 2021

Keywords:

Bio-treatment

Wastewater treatment

Activated sludge

Extensive aeration

Effluent from the beverage industry.

ABSTRACT: The effluent of the beverage industry has a higher yield, which is biological. Locations The overall objective of this study is to evaluate the efficiency of the activated sludge process with extensive aeration and sludge return to reduce the COD of beverage industry effluents. For evaluation, a 20-liter tank was completely used anaerobically, from which the artificial effluent was transferred to the pilot. The organic load increased from 1.03 kgCOD/m³.day to 1.93 kgCOD/m³.day. In this study, the COD parameter was used to measure the pollution of the beverage industry effluent and its working cycle was 24 hours. Hydraulic retention time, temperature and pH were also measured. The results of this process showed that with a final organic load of kg COD/m³.day of 1.93, the removal efficiency was 90%, which is part of the removal efficiency (20 to 30%) of the anaerobic tank used in the first pilot. By examining the hydraulic retention times of 6, 12, 18 and 24 hours, the highest efficiency was obtained in the retention time of 24 hours and in the research process, the pH was between 7 and 9 and the temperature was in the mesophilic range. Therefore, it can be concluded that the process of activated sludge with extensive aeration and sludge return is effective in the treatment of effluents of beverage industries with medium organic load.

1- Introduction

Introduction

Activated sludge is one of the most common methods used to achieve the main purpose of biological wastewater treatment, which is based on the stabilization of organic matter, flocculation and removal of non-precipitating colloidal solids by mixtures of microorganisms, especially bacteria [1]. This method has been developed for reasons such as high efficiency in achieving existing standards, lack of insect accumulation and less problems than other methods [2].

Considering the environmental hazards of industrial effluents and preventing the entry of effluents into water and soil resources, as well as the advantages mentioned in the activated sludge process in the present study And sludge return is checked. An important point in the research is the use of a reservoir in a completely anaerobic manner similar to the function of a septic tank in order to uniformize the flow, sedimentation of suspended solids and in general increase the efficiency of the activated sludge process. Due to the high level of COD in food industry effluents and especially beverage industries, bioaerobic methods or a combination of aerobic and anaerobic methods are usually used to treat the effluents of these industries.

2- materials and methods

The pilot was made on a laboratory scale with dimensions (length 30 cm, width 20 cm and height 20 cm) and glass material with a thickness of 6 mm for use in the present study. Inside the pilot, two baffles are installed, one vertically and 20 cm long with a distance of 2 cm from the floor to return the sludge, and the other at the end with a 45 degree angle on which the outlet valve was. An air pump is used to aerate the pilot, and a rectangular air rock and two tiny bubble circles are used as diffusers to disperse the pilot air. At the beginning of the device, a 20-liter tank that was placed above the reactor was used to streamline the flow, settle the suspended solids and increase the overall efficiency of the pilot.

Initial inoculation of the reactor from the aerobic sludge of the wastewater treatment plant (activated sludge method) was used. To activate the microorganisms, sugar, urea and potash fertilizer with a ratio of C: N: P equal to 18:10:18, which contains most of the nutrients needed to increase the performance of the reactor, are used as primary nutrition and then soft drinks, urea and Potash fertilizer was used to continue the pilot feeding. It should be noted that throughout the research period, the ratio of 100 to 5 to 1 for carbon to nitrogen to phosphorus was adjusted by adding urea and potash fertilizer in synthetic wastewater [3].

*Corresponding author's email: mj.zoqi@birjand.ac.ir



The present study lasted for 60 days in two periods. The first period for 20 days includes the design, pilot construction, commissioning, activation of microorganisms with initial feeding at 0.58 kgCOD/m³.day, pH and temperature measurement and the second period for 40 days including increasing organic load with final feeding, measurement pH, temperature, dissolved oxygen (DO), the study of BOD/COD ratio by measuring BOD twice and evaluation of COD removal efficiency. During the second period, the organic load increased from 1.03 kgCOD/m³.day to 1.93 kgCOD/m³.day. All experiments are performed according to the methods mentioned in the book of standard methods [4].

3- Results and Discussion

Inoculation and then the initial feeding of the pilot started with 0.5 kgCOD/m³.day and remained at the same level until the end of the first period. Organic loading during the second period to 40 days was increased from 1.03 kgCOD/m³.day to 1.93 kgCOD /m³.day and the reactor temperature was in the mesophilic temperature range for two periods. The pH changes during the two periods were in the range of 7 to 9. The process of pH changes plays a significant role in the optimal development of an effective biological process in wastewater treatment. Inadequate pH values (less than 6) provide a suitable environment for the growth of filamentous bacteria and the occurrence of bulking phenomenon [5]. COD was measured every 5 days after increasing the load to 1.03 kgCOD/m³.day which lasted for 15 days. After increasing the load by kgCOD/m³.day 1.93, the amount of COD was measured every day. The output COD trend decreases over time with a good trend and has a good efficiency of 90-60%. In the present study, factors such as dissolved oxygen, temperature, and the use of anaerobic process at the beginning of the system affect the COD removal efficiency. The concentration of dissolved oxygen in the present study was between 4-2.5 mg/l, which was measured using a DO meter after calibrating the device. The concentration of dissolved oxygen in the aeration tank should be sufficient to maintain aerobic conditions and oxidation of organic matter by aerobic microorganisms. The minimum amount of dissolved oxygen is 1 to 1.5 mg/l and in practice, the concentration of dissolved oxygen in all parts of the aeration tank should be maintained at 1.5 to 4 mg/l. Doses above 4 mg/l have little effect on improving system performance but can greatly increase aeration costs [6]. Due to the fact that the temperature was in the mesophilic range and increased during the research, the removal rate increased to a certain value. Low temperature affects density, sludge volume index, bacterial activity and microbial population of species [7]. Due to the high level of COD in food industry effluents, in addition to temperature and dissolved oxygen, the combination of aerobic and anaerobic methods has also been effective in increasing efficiency. A study by Sadeghi et al. Also showed that combining processes are twice as effective at removing COD as when used alone [8].

3- 1- Check hydraulic retention time

In order to investigate the effect of residence time on the COD removal efficiency of the system, under organic loading of COD/m³.day 1.93, 6, 12, 18 and 24 hours were evaluated. The process of COD removal efficiency increased with increasing hydraulic retention time and the highest removal efficiency occurred at 24 hours retention time equal to 90%. According to studies to make the decision, biological can be done with significant hydraulic life or aeration time[9]. Also in the process of activated sludge with aeration, the best efficiency is to stay between 20 to 30 hours[10].

3- 2- Determine the BOD5 / COD ratio

During the research period, the BOD5 value was measured twice by the BOD reactor to obtain the BOD5/COD ratio. Results of 0.62 and 0.50 were obtained under organic loading kgCOD/m³.day 1.93 and 24 h hydraulic retention time.

By comparing BOD with COD, it can be assessed whether the compound in question is easily degradable or non-degradable. One indication is that a BOD5/COD ratio greater than 100 means that the compound is relatively non-degradable, and if this ratio is less than 10, it is relatively degradable[11].

4- Conclusions

The research results confirm the possibility of biological treatment of food industry effluent by activated sludge process with extensive aeration and sludge return. The best biological removal of food industry effluent in the input COD rate of 1.93 kgCOD/l.d after 90 hours of 90 hours was 90%, which is approximately 20 to 30% of the removal efficiency associated with the use of anaerobic tank was initially pilot. By examining the BOD5/COD ratio, it was found that the wastewater composition is degradable.

The results showed that the combination of aerobic and anaerobic methods was effective in treating food industry effluents due to the high COD of this effluent.

References

- [1] S.R. Jazayeri, M. Sadeghi, A. Hasani, A. Javid, Determination of the design parameters for making urban wastewater plants in cold regions of Iran, *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 11(4) (2016) 92-100.
- [2] T. Felföldi, A.J. Szekely, R. Goral, K. Barkacs, G. Scheirich, J. Andras, Polyphasic bacterial community analysis of an aerobic activated sludge removing phenols and thiocyanate from coke plant effluent, *Bioresource technology*, 101(10) (2016) 3406-3414.
- [3] L. Zhang, J.D. Vrieze, T.L.G. Hendrickx, W. Wei, H. Temmink, H. Rijnaarts, G. Zeeman, Anaerobic treatment of raw domestic wastewater in a UASB-digester at 10 °C and microbial community dynamics, *Chemical Engineering Journal*, 334 (2018) 2088-2097.
- [4] APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, in, Am Pub Health Associat, Washington:, 2005.

- [5] G. Kamizoulis, Setting health based targets for water reuse (in agriculture), *Desalination Joournal*, 218(1-3) (2018) 154-163.
- [6] A. Dindarloo, M. Dastoorani, Evaluation of effluent treatment effluent by activated sludge method for quality of effluent for irrigation purposes (Case study: Kermanshah wastewater treatment plant), *Journal of Water and Sustainable Development*, 4(2) (2017) 31-40.
- [7] A. Karkman, K. Mattila, M. Tamminen, M. Virta, Cold temperature decreases bacterial species richness in nitrogen-removing bioreactors treating inorganic mine waters, *Biotechnology Bioengineering*, 108(12) (2017) 2876-2883.
- [8] M. Sadeghi, S. Falahizadeh, M. Mirzai, Removal of Urban Wastewater Resistant Organic Components by Combined Sludge Activated Sludge Process, *Journal of Water and Wastewater*, 6 (2016) 106-113.
- [9] B. Kayranli, A. Ugurlu, Effects of temperature and biomass concentration on the performance of anaerobic sequencing batch reactor treating low strength wastewater, *Desalination Journal*, 278 (2017) 77-83.
- [10] S. Mardan, H. Tawfiqi, Guide to the operation and maintenance of Wastewater treatment plants, Tehran, 2010.
- [11] P.A. Kadu, A.A. Badge, Y.R.M. Rao, Treatment of Municipal Wastewater by using Rotating Biological Contractors (Rbc's), *American Journal of Engineering Research*, 2 (2017) 127-132.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

M. J. Zoqi, M. R. Doosti, M. H. Rabee Gasak, M. Ayobi, Evaluation of the efficiency of activated sludge process with extensive aeration and sludge return in reducing the COD of effluent of beverage industries, Amirkabir J. Civil Eng., 54(6) (2022) 469-472.

DOI: [10.22060/ceej.2021.19302.7130](https://doi.org/10.22060/ceej.2021.19302.7130)





بررسی کارایی فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن در کاهش COD پساب صنایع نوشابه‌سازی

محمدجواد ذوقی*، محمدرضا دوستی، محمدحسین ربیعی گسک، مهدی ایوبی

دانشکده مهندسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۴
بازنگری: ۱۴۰۰/۰۷/۱۲
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۸
ارائه آنلاین: ۱۴۰۰/۰۹/۱۱

کلمات کلیدی:

تصفیه زیستی
تصفیه فاضلاب
لجن فعال
هوادهی گسترده
پساب صنایع نوشابه‌سازی

خلاصه: پساب صنایع نوشابه‌سازی دارای مقادیر بالای ترکیبات آلی است که روش‌های تصفیه زیستی در این زمینه بسیار متداول است. با اعمال روش‌های کارآمد جهت تصفیه پساب صنایع نوشابه‌سازی، می‌توان زمینه مصرف پساب تصفیه شده را در جاهای دیگر فراهم نمود. هدف کلی از تحقیق حاضر بررسی کارایی فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن جهت کاهش میزان COD پساب صنایع نوشابه‌سازی است. جهت ارزیابی در ابتدا از یک مخزن ۲۰ لیتری به صورت کاملاً بی‌هوای استفاده شده که پساب ساختگی از آن به پایلوت منتقل شده است. میزان بارگذاری آلی از مقدار $1/0.3 \text{ day.kg COD/m}^3$ تا $1/9.3 \text{ day.kg COD/m}^3$ افزایش یافته است و در این تحقیق جهت سنجش میزان آلودگی پساب صنایع نوشابه‌سازی از پارامتر COD استفاده شده و سیکل کاری ۲۴ ساعت بوده است. همچنین پارامترهای زمان ماند هیدرولیکی، دما و pH نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج حاصل شده از فرآیند مذکور نشان داد که با بارگذاری آلی نهایی به میزان $1/9.3 \text{ day.kg COD/m}^3$ راندمان حذف برابر ۹۰ درصد گردید، که بخشی از راندمان حذف (۲۰ تا ۳۰ درصد) مرتبط با مخزن بی‌هوای استفاده شده در ابتدا پایلوت است. با بررسی زمان ماند‌های هیدرولیکی ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت، بیشترین راندمان در زمان ماند ۲۴ ساعت به دست آمده و در روند تحقیق میزان pH بین ۷ تا ۹ و دما در محدوده مزوفیلیک قرار داشته است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن در تصفیه پساب صنایع نوشابه‌سازی با بار آلی متوسط موثر است.

۱- مقدمه

هزینه بالایی داشته و به همین علت، امروزه روش‌های زیستی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است [۵]. در این راستا فرآیندهای تصفیه متفاوتی از جمله لجن فعال، صافی‌های چکنده، برکه‌های تثبیت و غیره وجود دارند [۶] که لجن فعال یکی از متداول‌ترین روش‌های به کار رفته برای نیل به هدف اصلی تصفیه بیولوژیکی فاضلاب که اساس آن پایدارسازی مواد آلی، لخته‌سازی و حذف جامدات کلوییدی غیرقابل ته‌نشینی توسط مخلوط میکروارگانیسم‌ها به ویژه باکتری‌ها است [۷]. این روش به دلایلی چون بازده بالا در دستیابی به استانداردهای موجود، عدم تجمع حشرات و مشکلات کمتر نسبت به سایر روش‌ها گسترش یافته است [۸].

امروزه صنایع نوشابه‌سازی به دلیل مقبولیت اجتماعی و مصرف بالای نوشابه در جوامع به طور وسیعی در سراسر جهان گسترش پیدا کرده است. تخمین زده می‌شود که سالانه بیش از ۲۱ میلیارد گالن نوشابه گازدار در سراسر جهان تولید می‌شود. بنابراین فناوری‌های تصفیه برای فاضلاب حاصل از فرآیند تولید نمی‌توانند نادیده گرفته شوند [۹]. صنعت نوشابه‌سازی در ایران

در سال‌های اخیر، آگاهی عمومی در مورد مشکلات آلودگی آب افزایش یافته است، که این امر باعث تصویب قوانین سخت‌گیرانه محیط زیستی در خصوص تخلیه پساب شده است [۱]. این موضوع باعث افزایش سرعت احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، به ویژه در کشورهای در حال توسعه شده است [۲]. برای جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی، خاک، محیط زیست و تامین منابع آبی برای برخی از مصارف غیرشرب، امروزه فاضلاب‌ها با روش‌های متعددی تصفیه می‌شوند [۳]. پساب‌های صنعتی بسیار گوناگون و متنوع هستند و از مهم‌ترین مشخصه‌های این نوع پساب، تغییرات کمی و کیفی شدید و نوسانات بالای کمی و کیفی آن است که سبب پیچیده‌تر شدن روش تصفیه پساب صنعتی می‌شود [۴]. روش‌های تصفیه پساب‌های صنعتی شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی (روش‌های هوازی و بی‌هوازی) است. فرآیند حذف توسط فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: mj.zoqi@birjand.ac.ir



(SMX) با استفاده از فرآیند لجن فعال معلق و دانه‌ای پرداختند. نتایج نشان داد که آنتی بیوتیک SMX به میزان ۸۴ و ۷۳ درصد به ترتیب در راکتور لجن فعال معلق و دانه‌ای حذف شده است [۲۲]. امیر ماهانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ به بررسی عملکرد سیستم لجن فعال در حذف آلاینده‌های بیولوژیکی فاضلاب (مطالعه پساب کارخانه تولید فرآورده‌های لبنی شهرستان سنندج) پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین ورودی آلاینده‌های COD، BOD و TSS به تصفیه خانه به ترتیب ۲۹۲/۲۵، ۴۲۲/۹۲ و ۱۹۸/۳۳ بوده است که در پساب خروجی به ترتیب به ۲۲/۶۴ (۰/۹۲ کاهش)، ۳۳/۷۴ (۰/۹۲ کاهش) و ۱۱/۴۶ (۰/۹۴ کاهش) واحد رسیده است. آزمون‌های آماری نشان داد که مقدار غلظت TSS در پساب خروجی در حد استاندارد بوده است ($P=0/0001$)، غلظت COD خارج از حد استاندارد ($P=0/076$) و غلظت BOD طبق استاندارد بوده است ($P=0/031$). بنابراین سیستم لجن فعال تنها در حذف آلاینده TSS موفق عمل کرده است [۲۳]. منظمی تهرانی و همکاران در سال ۲۰۱۸ به ارزیابی کارایی راکتور لجن فعال با فیلم ثابت (IFAS) برای تصفیه فاضلاب صنایع روغن نباتی پرداختند. نتایج نشان داد که بازده حذف COD، BOD و TSS به ترتیب برابر ۹۷/۹٪، ۹۸/۲٪ و ۹۸/۸٪ برای مدت زمان دو روز روش بی‌هوازی و ۸ ساعت هوازی است. همچنین، بیشترین بازده حذف برای این سه پارامتر در سیستم IFAS در ۸ ساعت هوازی به ترتیب برابر ۹۹/۷٪، ۹۷/۷٪ و ۹۷/۶٪ است [۲۴].

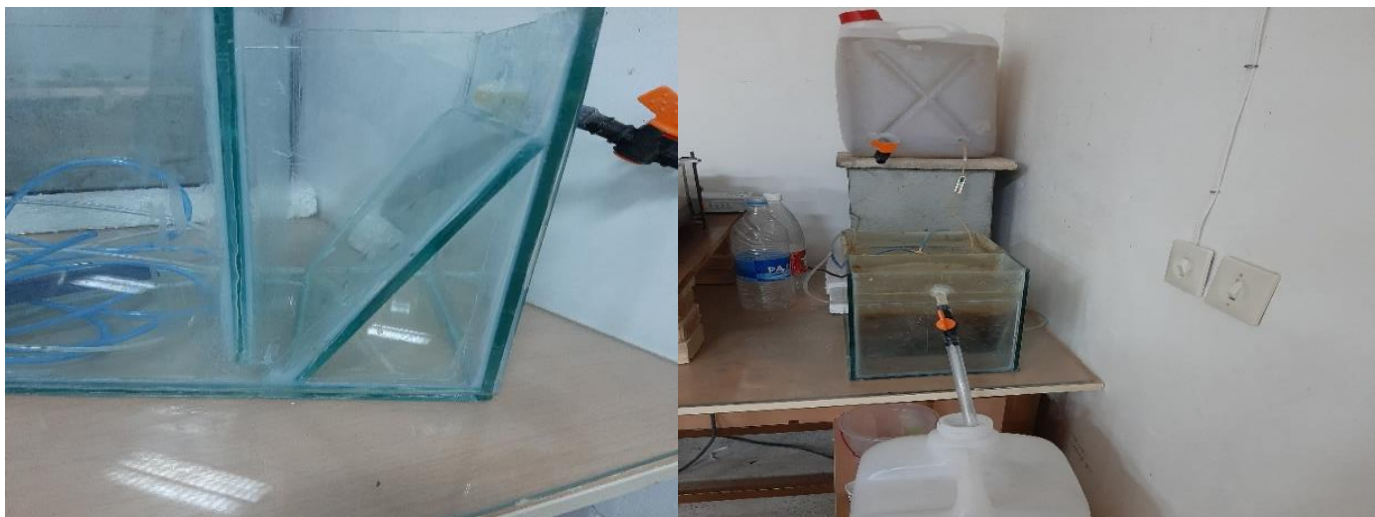
لذا با توجه به مخاطرات زیست محیطی پساب صنایع و جلوگیری از ورود پساب به منابع آبی و خاکی و همچنین با توجه به مزایای ذکر شده در خصوص فرآیند لجن فعال در تحقیق حاضر راندمان خروجی پساب ساختگی صنایع نوشابه‌سازی با استفاده از سیستم لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن بررسی می‌شود. نکته حائز اهمیت در تحقیق استفاده از یک مخزن به صورت کاملاً بی‌هوازی مشابه عملکرد سپتیک تانک به منظور یکنواخت‌سازی جریان، ته‌نشینی مواد معلق و در کل افزایش راندمان فرآیند لجن فعال است. به دلیل بالا بودن میزان COD پساب صنایع غذایی و بالاخص صنایع نوشابه‌سازی معمولاً برای تصفیه پساب این صنایع از روش‌های بی‌هوازی زیستی یا تلفیق روش‌های هوازی و بی‌هوازی استفاده شده است.

هدف از این تحقیق بررسی میزان تاثیر تلفیق فرآیندهای متعارف تصفیه فاضلاب بر میزان کاهش مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی و مقاوم به تصفیه در فاضلاب صنایع نوشابه‌سازی در شرایط تلفیقی بود.

نیز با سابقه بیش از ۵۰ سال و حضور ۱۳۲ واحد تولیدی به عنوان یکی از کالاهای مصرفی در مباحث اقتصادی و اجتماعی حائز اهمیت است. به دلیل وجود مقادیر بالای ترکیبات آلی در این فاضلاب‌ها، روش‌های تصفیه زیستی در این زمینه بسیار متداول است، که می‌توان با صرفه جویی در مصرف آب و اعمال روش‌های کارآمد جهت تصفیه پساب صنایع نوشابه‌سازی، زمینه مصرف پساب تصفیه شده را در جاهای دیگر فراهم نمود [۱۰].

مطالعات آزمایشگاهی گسترده نشان داد که سیستم لجن فعال می‌تواند برای تصفیه پساب‌های خانگی، پساب کشتارگاه، مواد آلی مقاوم در فاضلاب شهری، پساب صنایع غذایی، صنایع کاغذسازی، هورمون‌های استرادیول و مواد آلی به کار برده شود [۱۸-۱۱]. در مطالعه دیندارلو و دستورانی در سال ۱۳۹۶ به بررسی کارایی تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال در تأمین کیفیت پساب برای مصارف آبیاری (مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب کرمانشاه) پرداخته شد. در طول مدت پژوهش فوق، نمونه‌برداری به صورت روزانه و هفتگی از ورودی و خروجی تصفیه‌خانه انجام شد. نتایج نشان داد که شدت آلودگی فاضلاب این شهر از نظر فیزیکی، شیمیایی و زیستی در حد فاضلاب‌های شهری متوسط بوده و نتیجه کارایی تصفیه‌خانه از نظر کاهش آلودگی تا حد استانداردهای مصارف آبیاری، نسبتاً قابل قبول است [۱۹]. در مطالعه‌ای توسط جاشوا آمارنات^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۵ به مقایسه‌ای در مورد تصفیه فاضلاب با استفاده از فرآیند لجن فعال و فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده پرداخته شد. میانگین نتایج آزمایش نشان داد که راندمان حذف BOD و TSS از فاضلاب خانگی در فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده بیش از ۹۶٪ بوده و برتر از فناوری لجن فعال متداول است [۲۰]. سالیبا^۲ و وان اسپرلینگ^۳ در سال ۲۰۱۷ به ارزیابی عملکرد یک کارخانه تصفیه فاضلاب در برزیل، شامل یک راکتور پودر لجن بی‌هوازی و پس از آن لجن فعال پرداختند. نتایج به دست آمده نشان دهنده عملکرد کلی سیستم با میانگین راندمان حذف بالا: BOD (۹۴٪)، COD (۹۱٪)، آمونیاک (۷۲٪) و کل جامدات معلق (۹۲٪) بود. همانطور که انتظار می‌رفت، سیستم فوق برای حذف مواد مغذی موثر نبوده، زیرا برای این منظور طراحی نشده بود. حذف اشرشیا کلی (۹۹/۸۳٪) بیشتر از حد انتظار بود. نتایج نشان داد که این سیستم برای درمان فاضلاب خانگی مناسب است [۲۱]. جعفری کنگ^۴ و همکاران در سال ۲۰۱۸ به بررسی حذف آنتی بیوتیک سولفامتوکسازول

- 1 Joshua Amarnath
- 2 Saliba
- 3 von Sperling
- 4 Jafari kang



شکل ۱. نما پایلوت مورد استفاده در تحقیق حاضر

Fig. 1. Pilot view used in the present study

رشد باکتریایی بهره‌برداری می‌شود که نیاز به بارگذاری آلی کمتر و زمان هوادهی طولانی‌تر است [۲۶].

در تحقیق حاضر از یک پایلوت در مقیاس آزمایشگاهی با ابعاد (طول ۳۰ سانتی‌متر، عرض ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر) و جنس شیشه به ضخامت ۶ میلی‌متر استفاده شده است. درون پایلوت دو بافل یکی به صورت عمود و در طول ۲۰ سانتی‌متری با ۲ سانتی‌متر فاصله از کف برای برگشت لجن و دیگری در انتها با زاویه ۴۵ درجه که شیر خروجی بر روی آن بوده تعبیه شده است. برای هوادهی پایلوت از یک پمپ هوا و به عنوان دیفیوزر از یک سنگ هوا مستطیلی و دو دایره‌ای حباب ریز برای پخش هوای پایلوت استفاده شده است. در ابتدای دستگاه نیز از یک مخزن ۲۰ لیتری که در قسمتی بالاتر از راکتور قرار داده شده بود به منظور یکنواخت سازی جریان، ته‌نشینی مواد معلق و در کل افزایش راندمان پایلوت استفاده شده است. نمای پایلوت استفاده شده در تحقیق حاضر در شکل ۱ نشان داده شده است.

۲-۳- تلقیح و تغذیه راکتور

در مرحله راه‌اندازی استفاده از لجن مناسب بسیار اهمیت دارد چرا که لجن مناسب موجب پایداری فرآیند و کوتاه شدن طول دوره راه‌اندازی می‌شود. متداول‌ترین مواد تلقیحی به کار گرفته شده شامل لجن هضم شده فاضلاب شهری، کود حیوانی هضم شده، لجن فعال، کود گاوی و لجن چسبیده در فاضلاب‌روها است [۲۷].

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد شیمیایی و دستگاه‌ها

مواد مورد نیاز جهت انجام تحقیق حاضر شامل لجن تصفیه‌خانه کشتارگاه (لجن هوازی)، شکر، نوشابه، اوره، کود پتاس (۱۸:۱۰:۱۸)، اسید سولفوریک (۹۸٪)، سولفات نقره، سولفات جیوه، دی کرومات پتاسیم، پتاسیم هیدروژن فتالات پتاسیم (KHP) و آب مقطر می‌باشند.

دستگاه‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر نیز شامل پمپ هوا، سنگ هوا آکواریمومی، ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم، pH متر، DO متر، داماسنج، راکتور BOD، راکتور COD، اسپکتروفتومتر مدل UV۲۱۰۰ و آون می‌باشند.

۲-۲- ساخت و راه‌اندازی پایلوت لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن

اصل زیستی مهم در روش لجن فعال ایجاد شرایطی است که باکتری‌ها، مواد مغذی محلول موجود در فاضلاب را در فرآیند سوخت و ساز سلولی خود مورد استفاده قرار داده و با بهترین کارآمدی ممکن به ماده سلولی (توده باکتری) تبدیل نماید و در نهایت این توده سلولی به عنوان لجن مازاد از سیستم تصفیه خارج می‌گردد [۲۵]. فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده مشابه فرآیند جریان پیستونی متعارف است با این تفاوت که فرآیند هوادهی گسترده در فاز تنفس آندوژنوز (خودتخریبی) از منحنی

دوره در همین میزان باقی مانده است. دمای پایلوت در طی دوره فوق با استفاده از دماسنج اندازه گرفته شده و در محدوده دمایی مزوفیلیک (۴۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار داشته است. میزان pH نمونه با استفاده از دستگاه pH متر پس از کالیبره نمودن دستگاه [۳۲] به منظور کنترل و بررسی جهت جلوگیری از اسیدی شدن لجن اندازه‌گیری شده است. تغییرات pH در محدوده ۷ تا ۹ بوده است. روند تغییرات pH برای پیشرفت مطلوب فرآیند بیولوژیکی موثر در تصفیه فاضلاب از نقش قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. مقادیر نامناسب pH (کمتر از ۶) محیط مناسب برای رشد باکتری‌های رشته‌ای و بروز پدیده بالکینگ را فراهم می‌نماید [۳۳].

۳-۲- دوره دوم در روند انجام فرآیند

دوره دوم به مدت ۴۰ روز شامل افزایش بارگذاری آلی با تغذیه نهایی، اندازه‌گیری pH، دما، میزان اکسیژن محلول، بررسی نسبت BOD/COD با دو بار اندازه‌گیری میزان BOD و بررسی راندمان حذف COD است. میزان بارگذاری آلی طی دوره فوق از مقدار $1/0.3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ تا $1/9.3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ افزایش یافته و دمای راکتور در محدوده دمایی مزوفیلیک قرار داشته است. تغییرات pH نیز همانند دوره اول در محدوده ۹-۷ بوده است. اندازه‌گیری COD با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV2100 پس از رسم منحنی کالیبراسیون انجام شده است. منحنی کالیبراسیون رسم شده در شکل ۲ نشان داده شده است.

پس از رسم منحنی کالیبراسیون برای به دست آوردن COD، میزان ۲ میلی‌لیتر از هر نمونه که برای اندازه‌گیری برداشت شده است به همراه ۱/۵ میلی‌لیتر هاضم و ۳/۵ میلی‌لیتر کاتالیست به ویال منتقل شده است، سپس ویال‌ها به راکتور COD برای مدت زمان ۲ ساعت و دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد منتقل می‌شوند. پس از گذشت مدت زمان ذکر شده ویال‌ها پس از اینکه به اندازه کافی سرد شده (معمولاً ۲ ساعت در دمای محیط) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب نمونه قرائت می‌شود و بر اساس منحنی کالیبراسیون میزان غلظت COD به دست می‌آید. میزان COD بعد از افزایش بارگذاری به میزان $1/0.3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ که به مدت ۱۵ روز ادامه داشت هر ۵ روز اندازه‌گیری شد که میزان COD خروجی و راندمان حذف در جدول ۱ ذکر شده است. بعد از افزایش بارگذاری به میزان $1/9.3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ میزان COD هر روز مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. میزان COD خروجی با توجه به افزایش بارگذاری آلی در شکل ۳ قابل مشاهده است.

در تحقیق حاضر به منظور تلقیح اولیه راکتور از لجن هوازی تصفیه‌خانه فاضلاب (روش لجن فعال) کشتارگاه استفاده گردید. برای فعال شدن میکروارگانیسم‌ها مواد مغذی مانند نیتروژن، پتاسیم، فسفر، منیزیم و غیره و همینطور مواد ریز مغذی مانند نیکل، کبالت و آهن مورد نیاز است [۲۸]. لذا در تحقیق حاضر در ابتدا جهت فعال شدن میکروارگانیسم‌ها از شکر، اوره و کود پتاس با نسبت C:N:P برابر ۱۸:۱۰:۱۸ که حاوی اکثر مواد مغذی مورد نیاز برای افزایش عملکرد راکتور است، به عنوان تغذیه اولیه استفاده شده و سپس از نوشابه، اوره و کود پتاس برای ادامه تغذیه پایلوت استفاده شده است. نکته قابل ذکر اینکه در کل دوره تحقیق، نسبت ۱۰۰ به ۵ به ۱ برای کربن به نیتروژن به فسفر با افزودن اوره و کود پتاس در فاضلاب سنتزی تنظیم شد [۲۹].

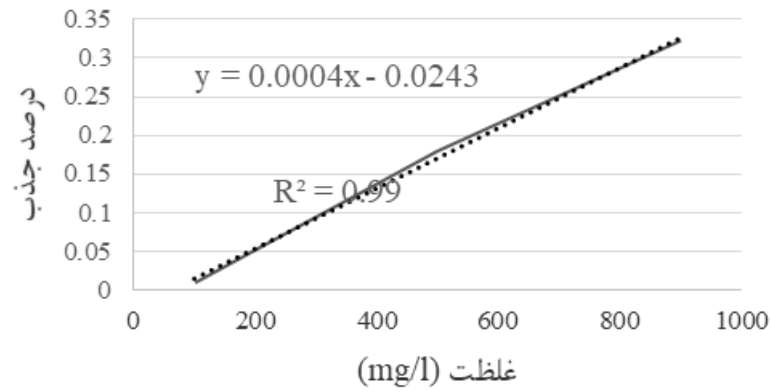
۲-۴- روند انجام کار و آزمایشات

تحقیق حاضر در دو دوره به مدت ۶۰ روز به طول انجامید. دوره اول به مدت ۲۰ روز شامل طراحی، ساخت پایلوت، راه‌اندازی، فعال شدن میکروارگانیسم‌ها با تغذیه اولیه به میزان $1/0.58 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ ، اندازه‌گیری pH و دما و دوره دوم به مدت ۴۰ روز شامل افزایش بارگذاری آلی با تغذیه نهایی، اندازه‌گیری pH، دما، اکسیژن محلول (DO)، بررسی نسبت BOD/COD با دو بار اندازه‌گیری میزان BOD و بررسی راندمان حذف COD است. در طی دوره دوم میزان بارگذاری آلی از مقدار $1/0.3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ تا $1/9.3 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ افزایش یافته است و در این تحقیق جهت سنجش میزان آلودگی پساب صنایع نوشابه‌سازی از پارامتر COD استفاده شده و سیکل کاری ۲۴ ساعت بوده است. مبنای انتخاب سیکل کاری بر اساس پارامترهای طراحی فرآیندهای مختلف لجن فعال که در روش هوادهی گسترده بین ۲۰ تا ۳۰ ساعت است، انتخاب شد [۳۰]. تمامی آزمایشات بر اساس روش‌های ذکر شده در کتاب روش‌های استاندارد انجام شده است [۳۱].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- دوره اول در روند انجام فرآیند

دوره اول به مدت ۲۰ روز شامل طراحی، ساخت پایلوت، راه‌اندازی، فعال شدن میکروارگانیسم‌ها با تغذیه اولیه به میزان $1/0.5 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ ، اندازه‌گیری pH و دما است. پس از تست‌های انجام شده جهت آب‌بندی و رسیدن به حالت پایا برای شروع به کار پایلوت، ابتدا تلقیح و سپس تغذیه اولیه پایلوت با میزان $1/0.5 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ شروع شده و تا پایان



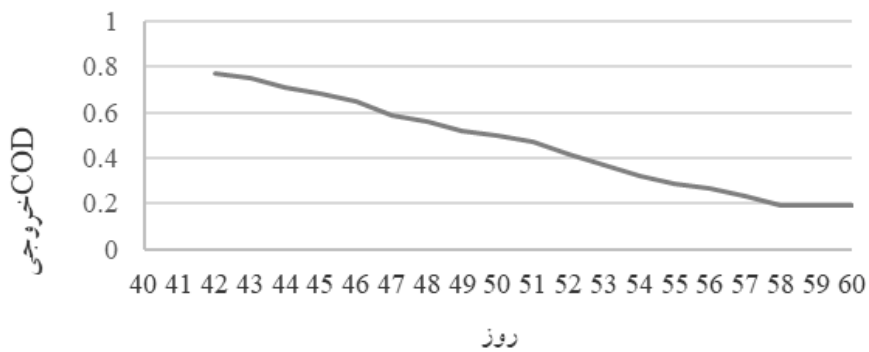
شکل ۲. منحنی کالیبراسیون

Fig. 2. The calibration curve

جدول ۱. میزان COD خروجی در ابتدا دوره دوم

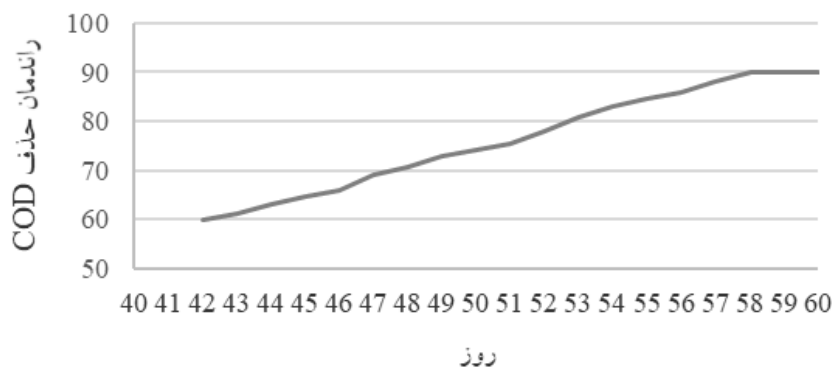
Table 1. The amount of COD output at the beginning of the second period

روز	COD خروجی (Kg COD/m3.d)	راندمان حذف COD
۲۶	۰/۴۹	%۵۲
۳۱	۰/۴۵	%۵۶
۳۶	۰/۴۰	%۶۱



شکل ۳. میزان COD خروجی طی دوره دوم

Fig. 3. The amount of COD output during the second period



شکل ۴. میزان راندمان حذف COD طی دوره دوم

Fig. 4. COD removal efficiency during the second period

تامین اکسیژن است چرا که مقدرا اکسیژن محلول در ماه‌های گرم نسبت به ماه‌های سرد کمتر است و علت آن را می‌توان به افزایش درجه حرارت فاضلاب و کاهش انحلال اکسیژن نسبت داد [۳۵].

با توجه به بالا بودن میزان COD پساب صنایع غذایی، علاوه بر دما و اکسیژن محلول، تلفیق روش‌های هوازی و بی‌هوازی نیز در افزایش راندمان موثر بوده است. در تحقیق انجام شده توسط صادقی و همکاران نیز نشان داده شد که تلفیق فرآیندها در مقایسه با وقتی که به صورت مجزا به کار می‌روند قادر به حذف COD به میزان دو برابر بیشتر هستند [۱۳].

۳-۳- بررسی زمان ماند هیدرولیکی

به منظور بررسی تاثیر زمان ماند بر بازده حذف COD سیستم، تحت بارگذاری آلی $1/93 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ ، زمان‌های ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی تغییرات زمان ماند هیدرولیکی در جدول ۲ قابل مشاهده است.

همانطور که در جدول مشاهده می‌شود روند راندمان حذف COD با افزایش زمان ماند هیدرولیکی، افزایش یافته است. با توجه به مطالعات انجام شده برای تصفیه فاضلاب، می‌توان تجزیه بیولوژیکی را با طولانی کردن زمان ماند هیدرولیکی یا زمان هوادهی به طور چشمگیری افزایش داد [۳۶]. همچنین در فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده نیز بهترین راندمان در زمان ماند بین ۲۰ تا ۳۰ ساعت است [۳۰].

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود روند COD خروجی با گذشت زمان با روند مناسبی کاهش یافته و دارای راندمان مناسب ۶۰-۹۰ درصد است. میزان درصد حذف COD خروجی در شکل ۴ قابل مشاهده است. در تحقیق حاضر عواملی چون اکسیژن محلول، دما و استفاده از فرآیند بی‌هوازی در ابتدا سیستم در راندمان حذف COD تاثیرگذار هستند. غلظت اکسیژن محلول در تحقیق حاضر بین ۲/۵-۴ میلی‌گرم بر لیتر بوده که با استفاده از دستگاه DO متر بعد از کالیبره نمودن دستگاه اندازه‌گیری شده است. غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی به منظور نگهداری در شرایط هوازی و اکسیداسیون مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌های هوازی به مقدار کافی باشد. حداقل میزان اکسیژن محلول ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر و در عمل غلظت اکسیژن محلول در تمام قسمت‌های مخزن هوادهی باید در حد ۱/۵ تا ۴ میلی‌گرم در لیتر حفظ شود. مقادیر بیش از ۴ میلی‌گرم در لیتر تأثیر چندانی بر بهبود کار سیستم ندارد، ولی باعث بالا رفتن شدید هزینه هوادهی می‌شود [۱۹]. با توجه به نکات ذکر شده محدوده اکسیژن محلول مناسب بوده است.

با توجه به اینکه دما طی انجام تحقیق در محدوده مزوفیلیک قرار داشته و افزایش یافته است، میزان حذف تا مقدار مشخصی افزایش یافته است. دمای پایین بر دانسیته، شاخص حجمی لجن، فعالیت باکتری‌ها و بر جمعیت میکروبی گونه‌ها تاثیرگذار است [۳۴]. علاوه بر مزایای دمای بالا که ذکر گردید، یکی از معایب دمای بالا افزایش هزینه انرژی به منظور

جدول ۲. نتایج بررسی تغییرات زمان ماند هیدرولیکی بر بازده حذف COD

Table 2. Results of changes in hydraulic retention time on COD removal efficiency

زمان ماند (ساعت)	COD خروجی (kgCOD/m ³ .d)	راندمان حذف COD
۶	۱	۴۸
۱۲	۰/۶۷	۶۵
۱۸	۰/۴۶	۷۶
۲۴	۰/۱۹	۹۰

جدول ۳. نتایج آزمایش BOD₅ و COD و تعیین نسبت COD/BOD₅

Table 3. BOD5 and COD test results and determination of BOD5 / COD ratio

مرتبۀ	COD خروجی (kg/m ³)	BOD خروجی (kg/m ³)	نسبت BOD ₅ /COD
اول	۰/۵۰	۰/۳۱	۰/۶۲
دوم	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۵۰

۳-۴- بررسی نسبت BOD₅/COD

در طول دوره تحقیق جهت به دست آوردن نسبت BOD₅/COD، مقدار BOD₅ توسط راکتور BOD مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج حاصل تحت بارگذاری آلی ۱/۹۳ kg COD/m³.day و ۲۴ ساعت زمان ماند هیدرولیکی در جدول ۳ ارائه شده است.

با مقایسه BOD با COD می‌توان ارزیابی نمود که آیا ترکیب مورد بررسی به آسانی قابل تجزیه یا غیرقابل تجزیه است. یک نشانه این است که نسبت BOD₅/COD بیشتر از ۱۰۰ بدان معنی است که این ترکیب نسبتاً غیرقابل تجزیه است و چنانچه این نسبت کمتر از ۱۰ باشد نسبتاً قابل تجزیه است [۳۷].

۴- نتیجه‌گیری

صنایع نوشابه‌سازی یکی از صنایع با بار آلودگی متوسط است که به دلیل وجود مقادیر بالای ترکیبات آلی در این فاضلاب‌ها نیازمند تصفیه زیستی مناسب است لذا در تحقیق حاضر از فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن و استفاده از مخزنی کاملاً بی‌هوایی در ابتدا سیستم، برای

تصفیه فاضلاب صنایع فوق استفاده شده است. فرآیند تصفیه در این روش مطابق فرآیند لجن فعال است با این تفاوت که به منظور کاهش حجم لجن تولیدی و مشکلات ناشی از آن اصلاحاتی در روش تصفیه صورت گرفته که این اصلاحات شامل انجام هوادهی به صورت گسترده، برگشت لجن و افزایش زمان ماند هیدرولیکی بوده است. این تغییرات سبب شده که پایداری و مقاومت سیستم نسبت به نوسانات کیفی و کمی ورودی افزایش یافته و انعطاف‌پذیری و پایداری سیستم تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال با هوادهی گسترده سبب شده است که امروزه در کشور ما به طور گسترده‌ای از این روش برای تصفیه انواع فاضلاب‌های بهداشتی و صنعتی استفاده شود [۳۶]. همچنین به دلیل بالا بودن بار آلی پساب صنایع نوشابه‌سازی که در بیشتر موارد از روش‌های بی‌هوایی یا تلفیق روش‌های هوایی و بی‌هوایی بهره گرفته می‌شود، به منظور یکنواخت‌سازی جریان، ته‌نشینی مواد معلق و در کل افزایش راندمان از مخزن بی‌هوایی مشابه عملکرد سپتیک تانک در ابتدا سیستم استفاده شده است.

نتایج تحقیق امکان تصفیه بیولوژیکی پساب صنایع غذایی توسط فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده و برگشت لجن را تایید می‌کند. بهترین

- 2015.
- [5] W.D.M.C. Perera, N.J.G.J. Bandara, M. Jayaweera, Treatment of Landfill Leachate using Sequencing Batch Reactor, *Tropical Forestry and Environ*, 4 (2014) 82-90.
- [6] J. Kim, K.J. Cho, G. Han, C. Lee, S. Hwang, Effects of temperature and pH on the biokinetic properties of thiocyanate biodegradation under autotrophic conditions, *Water research*, 47(1) (2014) 251-258.
- [7] S.R. Jazayeri, M. Sadeghi, A. Hasani, A. Javid, Determination of the design parameters for making urban wastewater plants in cold regions of Iran, *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 11(4) (2016) 92-100.
- [8] T. Felfoldi, A.J. Szekely, R. Goral, K. Barkacs, G. Scheirich, J. Andras, Polyphasic bacterial community analysis of an aerobic activated sludge removing phenols and thiocyanate from coke plant effluent, *Bioresource technology*, 101(10) (2016) 3406-3414.
- [9] M. Pirshab, A. Azizi, M. Bekmohammadi, S. Rezaei, A. Haqqani, Investigation of biological purification of beverage industry wastewater by SBR method and its effective parameters, in: 16 th Iranian National Environmental Health Conference, 2015.
- [10] Z. Borazjani, M. Borazjani, M.F.t. :, An Overview of Drinking Water Treatment Plants, in: 13 th National Conference on Health, Environment and Sustainable Development, 2015.
- [11] S.A. Al-Jlil, COD and BOD Reduction of Domestic Wastewater using Activated Sludge, Sand Filters and Activated Carbon in Saudi Arabia, *Biotechnology*, 8 (2019) 473-477.
- [12] C.K. Chen, S.L. Lo, Treatment of slaughterhouse wastewater using an activated sludge/contact aeration process, *Water Sci Technol*, 47(12) (2014) 285-292.
- [13] M. Sadeghi, S. Falahizadeh, M. Mirzai, Removal of Urban Wastewater Resistant Organic Components by Combined Sludge Activated Sludge Process, *Journal of Water and Wastewater*, 6 (2016) 106-113.
- [14] A Azimi, M. Taherian, The Performance of the Fixed-

حذف بیولوژیکی پساب صنایع غذایی در میزان COD ورودی kg COD/l.d ۱/۹۳ پس از زمان ماند ۲۴ ساعت ۹۰ درصد به دست آمد که تقریباً بین ۲۰ تا ۳۰ درصد میزان راندمان حذف مرتبط با استفاده از مخزن بی‌هوایی در ابتدا پایلوت بوده است.

در طی تحقیق روند تغییرات pH در محدوده مناسب ۷ تا ۹ بوده و تغییرات دمایی در محدوده دمایی مزوفیلیک قرار داشته است. با بررسی نسبت COD/BOD مشخص شد که ترکیب فاضلاب قابل تجزیه است. نتایج نشان داد که تلفیق روش‌های هوایی و بی‌هوایی در تصفیه پساب صنایع غذایی به دلیل بالا بودن میزان COD این پساب موثر بوده است.

۵- فهرست علائم

میزان اکسیژن خواهی بیوشیمیایی	BOD
میزان اکسیژن خواهی شیمیایی	COD
کمیت تعیین اسیدی یا بازی بودن مواد	pH
کیلوگرم اکسیژن خواهی شیمیایی بر لیتر.روز	KgCOD/l.d
کل جامدات معلق	TSS
اکسیژن محلول	DO

منابع

- [1] R. Bagheri, S. Sobhanardakani, B. Lorestani, Selection of the best wastewater treatment alternative for HDPE unit of petrochemical research and technology Company-Arak center based on the analytical hierarchy process Iran, *Journal of Health & Environ*, 10(3) (2017).
- [2] D.S. Verma, A. Pateriya, Supplier Selection through Analytical Hierarchy Process: A Case Study in Small Scale Manufacturing Organization, *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(5) (2013) 1428-1433.
- [3] S. Rahmani, A. Alamatian, Wastewater Management and Its Application in Combating Drought Effects, *Ryan Gostar Green Publishers*, Tehran, 2017.
- [4] S. Shibani, A.S. Sadeghatpour, m. kindness, A review of different methods of industrial wastewater treatment., in: conference on environmental, energy and clean industry,

- Sadeghi, Evaluation of the performance of activated sludge system in the removal of biological contaminants of wastewater; Study of effluent of dairy factory in Sanandaj, Third National Conference on Environmental and Agricultural Research in Iran, (2015).
- [24] G. MonazamiTehrani, M. MollaMahmoudi, H. Borgheipour, A. Nezampour, Evaluation of the Efficiency of Integrated Fixed-Film Activated Sludge reactor for Treatment of Wastewater from Vegetable Oil Industries Arch Hyg Sci, 7(3) (2018) 192-199.
- [25] M. Shokouhian, M.S. Wazin, F. Piyadeh, Water-energy-material interconnection in wastewater treatment using activated sludge, in: International Conference on Modern Research in Civil, Architecture, Urban Management and Environment, 2017.
- [26] A. Takdestan, B. Kordestani, A. Nisi, R. Jalilzadeh, Investigation of Parameters and Problems of Operation of Extended Sludge Aeration System and Providing Appropriate Solutions to Improve the Efficiency of Ahwaz Golestan Hospital Wastewater Treatment Plant, Journal of Environmental Health Engineering, 3(4) (2016) 270-279.
- [27] D. Dionisi, I.M.O. Silva, Production of ethanol, organic acids and hydrogen: an opportunity for mixed culture biotechnology, Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 15(2) (2016) 213-242.
- [28] R.E. Speece, Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewater, Tenn Archae Press
English: Nashville, 2013.
- [29] L. Zhang, J.D. Vrieze, T.L.G. Hendrickx, W. Wei, H. Temmink, H. Rijnaarts, G. Zeeman, Anaerobic treatment of raw domestic wastewater in a UASB-digester at 10 °C and microbial community dynamics, Chemical Engineering Journal, 334 (2018) 2088-2097.
- [30] S. Mardan, H. Tawfiqi, Guide to the operation and maintenance of
Wastewater treatment plants, Public and International Relations of the Small Industries and Industrial Towns Organization of Iran, Tehran, 2010.
- Bed Integrated Activated Sludge Process in Food Industry Wastewater Treatment (Case Study: Amol Industrial Estate Treatment Plant), Journal of Water and Wastewater, 3 (2014) 80-87.
- [15] M.A. Hubbe, J.R. Metts, D. Hermosilla, M.A. Blanco, I. Yerushalmi, F. Haghghat, Wastewater Treatment and Reclamation: A Review of Pulp and Paper Industry Practices and Opportunities, Bio Resources Journal, 11(3) (2016) 7953-8091.
- [16] V. Agridiotis, Activated Sludge Treatment of Paper Mill Effluents, 2014.
- [17] T. Mohebzadeh, M.M. Taghizadeh, A. Takdastan, M. Dehghani, Comparing the performance of wastewater treatment using activated sludge and aerated lagoons processes in the removal efficiency of estradiol hormones, Jundishapur Journal of Health Sciences., 5(3) (2013) 149-156.
- [18] O. Modin, F. Persson, B. Wilen, M. Hermansson, Non-Oxidative Removal of Organics in the Activated Sludge Process, Environmental Science and Technology, (2016).
- [19] A. Dindarloo, M. Dastoorani, Evaluation of effluent treatment effluent by activated sludge method for quality of effluent for irrigation purposes (Case study: Kermanshah wastewater treatment plant), Journal of Water and Sustainable Development, 4(2) (2017) 31-40.
- [20] D. JoshuaAmarnath, R. Thamilmudhan, S. Rajan, Comparative study on wastewater treatment using activated sludge process and extended aeration sludge process, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(1) (2015) 798-802.
- [21] P D Saliba , M. vonSperling, Performance evaluation of a large sewage treatment plant in Brazil, consisting of an upflow anaerobic sludge blanket reactor followed by activated sludge, Water Sci Technol, 76(7-8) (2017) 2003-2014.
- [22] A. JafariKanga, A.K. Brown, C.S. Wong, Q. Yuan, Removal of antibiotic sulfamethoxazole by anoxic/anaerobic/oxic granular and suspended activated sludge processes, Bioresource Technology, 251 (2018) 151-157.
- [23] N. AmirMahani, N. Azadi, R. AliFallahzadeh, S.

- waters, *Biotechnology Bioengineering*, 108(12) (2017) 2876-2883.
- [35] g. kamizoulis, Setting health based targets for water reuse, *Desalination Joournal*, 218 (2014) 154-163.
- [36] B. Kayranli, A. Ugurlu, Effects of temperature and biomass concentration on the performance of anaerobic sequencing batch reactor treating low strength wastewater, *Desalination Journal*, 278 (2017) 77-83.
- [37] P.A. Kadu, A.A. Badge, Y.R.M. Rao, Treatment of Municipal Wastewater by using Rotating Biological Contractors (Rbc's), *American Journal of Engineering Research*, 2 (2013) 127-132.
- [31] APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, in, Am Pub Health Associat, Washington:, 2005.
- [32] M. Rezaei, Medical Equipment Office, in, Fars University of Medical Sciences and Health Services, 2013.
- [33] G. Kamizoulis, Setting health based targets for water reuse (in agriculture), *Desalination Joournal*, 218(1-3) (2018) 154-163.
- [34] A. Karkman, K. Mattila, M. Tamminen, M. Virta, Cold temperature decreases bacterial species richness in nitrogen-removing bioreactors treating inorganic mine

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

M. J. Zoqi, M. R. Doosti, M. H. Rabee Gasak, M. Ayobi, Evaluation of the efficiency of activated sludge process with extensive aeration and sludge return in reducing the COD of effluent of beverage industries, Amirkabir J. Civil Eng., 54(6) (2022) 2343-2352.

DOI: [10.22060/ceej.2021.19302.7130](https://doi.org/10.22060/ceej.2021.19302.7130)

