

بررسی کارایی تصفیه فاضلاب مرکز جراحی کاپری با استفاده از فرایند راکتور ناپیوسته متوالی با بستر

متحرک (SBMBBR)

آرمین داداشی^۱، معصومه صادقی^{۲*}، الهام پهلوان نژاد^۳، مهدی صادقی^۴، رضا گذری^۵

۱ پزشک عمومی، مدیر عامل مرکز جراحی کاپری، گرگان، ایران

۲ کارشناس بهداشت محیط مرکز جراحی کاپری، گرگان، ایران، نویسنده مسئول : E-mail:

masoumeh.sadeghi1364@gmail.com,

۳ کارشناس، مدیر داخلی مرکز جراحی کاپری، گرگان، ایران

۴ دکترای مهندسی بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی گلستان،

گرگان، ایران

۵ کارشناس بهداشت محیط، بیمارستان فریده بهبهانی، بهبان، ایران

نویسنده مسئول: معصومه صادقی، کارشناس بهداشت محیط، مرکز جراحی کاپری، گرگان، ایران

چکیده:

زمینه و هدف: فاضلاب تصفیه نشده معمولا حاوی میکروارگانیسم های بیمارزای فراوانی است. همچنین فاضلاب دارای مواد سمی می باشد. بنا به این دلایل انتقال سریع فاضلاب از منابع تولید و تصفیه و سپس دفع آنها ضروری است. برای طراحی، بهره برداری و نگهداری تاسیسات جمع آوری، تصفیه و دفع بهداشتی و همچنین به منظور مدیریت محیط زیست، آگاهی از ماهیت و مشخصه های فاضلابها ضروری است. امروزه یکی از معضلات بهداشتی و زیست محیطی کشور مواد زاید بیمارستانی است که به علت دارا بودن عوامل خطرناک، سمی و بیماریزا از جمله زائادات پاتولوژیک، عفونی، دارویی، شیمیایی، رادیواکتیو و... از حساسیت خاصی برخوردار است. لذا این تحقیق با هدف تعیین میزان آلودگی فاضلاب مرکز جراحی کاپری و کارایی سیستم تصفیه با استفاده از فرایند راکتور ناپیوسته متوالی با بستر متحرک طراحی و اجرا شد.

مواد و روشها: مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی با رویکرد توصیفی - تحلیلی بوده و جمعیت مورد مطالعه مرکز جراحی کاپری می باشد. مطالعه به مدت یک سال از ابتدای سال ۱۳۹۶ تا انتهای آن بود. نمونه برداری به صورت فصلی انجام شد. نمونه تحت شرایط استاندارد گرفته شده و به آزمایشگاه فرا آزمون منتقل شد و در آزمایشگاه پارامترهای مواد جامد معلق، BOD، COD، pH، فسفات، نیترات، کلراید، آمونیوم، دما، کل کلی فرمها و کلی فرمهای مدفوعی به روش استاندارد متد اندازه گیری شد.

یافته ها: میانگین مقدار BOD، COD و TSS در مرکز جراحی کاپری ترتیب برابر ۳۰۰ mg/L، ۶۲۵ mg/L، ۳۱۵ mg/L بوده است. میانگین راندمان حذف BOD در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۳/۶ ± ۸۱/۸۳ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل بهار و کمترین آن مربوط به فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد. میانگین راندمان حذف COD در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۳/۸ ± ۸۲/۵۶ درصد می باشد. میانگین راندمان حذف TSS در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۱۱/۴ ± ۸۰/۳۵ درصد می باشد.

میانگین راندمان حذف فسفات در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۴/۹ ± ۷۷/۹۱ درصد می باشد. میانگین راندمان حذف نیترات در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۳۸/۵ ± ۷۷/۶۱ درصد می باشد. میانگین راندمان حذف آمونیوم در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۳/۵ ± ۹۵/۴ درصد می باشد. میانگین راندمان حذف کلی فرم ها و کلی فرم های مدفوعی در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی ۶/۴ ± ۶۵/۶ درصد می باشد. میانگین راندمان حذف مجاز BOD، COD و TSS، فسفات، نیترات، آمونیوم، کلراید و کلی فرم ها و کلی فرم های مدفوعی جهت تخلیه به محیط زیست را تامین می کند.

نتیجه گیری: با به کار گیری راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی در تصفیه فاضلاب مرکز جراحی کاپری استانداردهای خروجی جهت تخلیه به محیط زیست تامین شده است و این سیستم و راکتور بیولوژیکی در صورت بهره برداری صحیح مناسب می تواند کارایی بالایی در تصفیه فاضلاب داشته باشد.

کلمات کلیدی: فاضلاب، مراکز جراحی کاپری، مشخصه های کیفی، راکتور ناپیوسته متوالی با بستر متحرک

Investigation of efficiency of caprice surgical treatment effluent using sequencing batch reactor with moving bed (SBMBBR)

Dadashi (MD), Masoumeh Sadeghi (BSc)*, Elham Pahlavannezhad (BSc), Mahdi Sadeghi (PhD), Reza Gozari (BSc) Armin

Abstract

Background and Objective: Untreated wastewater usually contains many pathogenic microorganisms. The wastewater also has toxic substances. For these reasons, the rapid transfer of wastewater from the sources of production and refining and then repelling them is necessary. For the design, operation and maintenance of collection, treatment and disposal facilities, as well as for environmental management, awareness of the nature and characteristics of sewage is necessary. Today, one of the health and environmental problems of the country is hospital waste that is due to the presence of dangerous, toxic and pathogenic agents, including pathological, infectious, medicinal, chemical, radioactive, and ... are of particular sensitivity. Therefore, this study was designed and implemented to determine the amount of wastewater pollution in the Kapri surgery center and the efficiency of the purification system using a sequencing batch moving bed biofilm reactor.

Materials and Methods: This is a descriptive-analytic cross-sectional study. The population of this study is Kapri's surgery center. The study was for one year from the beginning of 1396 to the end. Sampling was performed seasonally. The specimen was taken under standard conditions and transferred to the Faraazemon laboratory. In the laboratory, the parameters of suspended solids, COD, BOD, pH, phosphate, nitrate, chloride, ammonium, temperature, total of total forms and total fecal forms were measured using standard method.

Results: The mean of BOD, COD and TSS in the Kapri surgery center was 300 mg/L, 625 mg/L, 315 mg/L. The average removal efficiency of BOD in the sequencing batch moving bed biofilm reactor process is 81.83 ± 3.3 . Which is mostly related to the spring and the lowest winter season is due to cold weather and reduced activity of microorganisms. The average removal efficiency of COD in the sequencing batch moving bed biofilm reactor is $82.56 \pm 3.8\%$. The average removal efficiency of TSS in the process of sequencing batch moving bed biofilm reactor is $80.15 \pm 11.4\%$. The average removal efficiency of phosphate sequencing batch moving bed biofilm reactor was $77.91 \pm 4.9\%$. The average nitrate removal efficiency in the sequencing batch moving bed biofilm reactor is $77.61 \pm 38.5\%$. The average ammonium removal efficiency in the sequencing batch moving bed biofilm reactor is $95.4\% \pm 3.5\%$. The average removal efficiency of the chloride removal process in the sequencing batch moving bed biofilm reactor the process of the discontinuous biofilm reactor is $99.999\% \pm 0.001\%$. The sequencing batch moving bed biofilm reactor provides for a concentration limit of BOD, COD and TSS, phosphate, nitrate, ammonium, chloride and total forms and total fecal forms for discharging into the environment.

Conclusion: By using a sequencing batch moving bed biofilm reactor or in the wastewater treatment plant of the Kapri Surgical Center, the outlet standards for discharging into the environment have been provided and this biological system and biological reactor, if properly utilized, can have high efficiencies in the treatment of sewage.

Keywords: Wastewater, Kapri surgery centers, qualitative characteristics, Sequencing Batch Moving Bed Biofilm Reactor

مقدمه

مدیریت منابع آب و توسعه آن در گذشته، پیچیدگی خاصی نداشت. زیرا جمعیت کم و مصرف سرانه آب پایین بود. با شروع انقلاب صنعتی و گسترش شهرنشینی، جمعیت شهرها، همچنین صنایع در این مراکز باعث آلودگی آنها شد و این مسئله به تدریج نگرانی انسانها را در مورد سلامت آبهای مصرفی بوجود آورد [۱]. یکی از مهمترین عوامل آلوده کننده آنها و فاضلاب ها و پسابها می باشند به طوری که تخمین زده اند هر متر مکعب فاضلاب تصفیه نشده می تواند ۶۰-۴۰ متر مکعب فاضلاب را به شدت آلوده کند [۲].

وحشت از آلودگی محیط زیست و متعاقب آن از بین رفتن محیط زیست و به وجود آمدن بیماری های خاص و تغییرات در اکوسیستم، باعث شده مسأله تصفیه فاضلاب در سال های اخیر مورد توجه مسئولین در کشورهای در حال توسعه نیز قرار گیرد [۳].

فاضلاب تصفیه نشده معمولا حاوی میکروارگانیسم های بیماریزای فراوانی است. همچنین فاضلاب دارای مواد سمی می باشد. بنا به این دلایل انتقال سریع و بدون درد سر فاضلاب از منابع تولید و تصفیه و سپس دفع آنها ضروری است [۴]. برای طراحی، بهره برداری و نگهداری تاسیسات جمع آوری، تصفیه و دفع بهداشتی و همچنین به منظور مدیریت محیط زیست، آگاهی از ماهیت و مشخصه های فاضلابها ضروری است. مشخصه های فاضلاب به دو دسته کمی و کیفی تقسیم می شوند. مشخصه کیفی فاضلاب از روی ترکیب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن شناسایی می کنند. مشخصه های فیزیکی فاضلاب شامل مواد جامد (شامل جامدات محلول، معلق، فرار و ثابت)، رنگ، بو، چگالی، کدورت و دما می باشد. اجزای شیمیایی فاضلاب به صورت آلی شامل کربوهیدراتها، چربیها، پروتئینها، فنلها، ترکیبات آلی فرار، آلاینده ای درجه اول، پاک کننده ها و به صورت معدنی شامل قلیاها، کلریدها، نیترژن، فسفر، گوگرد، و گازها شامل سولفید هیدروژن، متان و اکسیژن می باشد. اجزای بیولوژیکی فاضلاب شامل ارگانیسم های زنده، باکتریها و ویروسها است [۵]. مهمترین آزمونهایی که برای اندازه گیری غلظت های زیاد مواد آلی مورد استفاده قرار می گیرند شامل میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) می باشد [۵].

امروزه یکی از معضلات بهداشتی و زیست محیطی کشور مواد زائد بیمارستانی است که به علت دارا بودن عوامل خطرناک، سمی و بیماریزا از جمله زائدهات پاتولوژیک، عفونی، دارویی، شیمیایی، رادیواکتیو و... از حساسیت خاصی برخوردار است. عدم کنترل و بی توجهی نسبت به مدیریت صحیح فاضلاب بیمارستانی علاوه بر تهدید جدی به سلامت جامعه و محیط زیست، باعث اتلاف هزینه های زیاد نیز می شود. کلید رسیدن به مدیریت کارآمد، شناخت خصوصیات کمی و کیفی فاضلاب بیمارستان، جمع آوری و در نهایت تصفیه و دفع مناسب آن می باشد [۴].

بیمارستانها به طور متوسط ۷۵۰ لیتر فاضلاب به ازای هر تخت در روز تولید می کنند. این فاضلاب آلوده به میکروارگانیسم های پاتوژن، داروهای متابولیزه، عناصر رادیواکتیو و دیگر مواد شیمیایی سمی می باشد. این مواد باعث تخریب محیط زیست می شوند. این مطالعه نتایج اولیه جهت تخلیه فاضلاب بیمارستان به فاضلاب شهری یا میزان تصفیه لازم را به ما می دهد [۶].

طبق ماده ۵ آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب تخلیه فاضلابها باید بر اساس استانداردهایی باشد که به صورت حداکثر غلظت آلوده کننده ها بیان می شود و رعایت این استانداردها تحت نظارت سازمان حفاظت محیط زیست ضروری است. همچنین طبق این آیین نامه مسئولین منابع آلوده کننده باید فاضلابهای تولیدی را با بررسی های مهندسی و استفاده از تکنولوژی مناسب و اقتصادی تا حد استانداردهای مجاز تصفیه نمایند [۷].

لذا این تحقیق با هدف تعیین میزان آلودگی فاضلاب مرکز جراحی کاپری و کارایی سیستم تصفیه با استفاده از فرایند راکتور ناپیوسته متوالی با بستر متحرک طراحی و اجرا شد.

مواد و روشها

مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی با رویکرد توصیفی - تحلیلی بوده و جمعیت مورد مطالعه مرکز جراحی کاپری می باشد. مطالعه به مدت یک سال در سال ۱۳۹۶ انجام شد. نمونه برداری به صورت فصلی انجام شد. نمونه تحت شرایط استاندارد گرفته شده و به آزمایشگاه فرا آزمون منتقل شد و در آزمایشگاه پارامترهای مواد جامد معلق، BOD، COD، pH، فسفات، نیترات، کلراید، آمونیوم، دما، کل کلی فرمها و کلی فرمهای مدفوعی به روش استاندارد متد اندازه گیری شد [۸،۹،۱۰]. مدت نمونه برداری و انجام آزمایشات در مدت یک سال (۱۲ ماه) از ابتدای فروردین ۱۳۹۶ لغایت انتهای اسفند ۱۳۹۶ انجام شد.

یافته ها و نتایج

میزان فاضلاب تولیدی مرکز جراحی کاپری به صورت متوسط روزانه ۳۰ متر مکعب در روز می باشد که قبلا وارد چاه های جذبی می شد. جهت جلوگیری از آلودگی محیط زیست و اهمیت بهداشتی تصفیه فاضلاب سیستم تصفیه فاضلاب به صورت راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی در اواخر سال ۱۳۹۵ طراحی و به بهره برداری رسید و در سال ۱۳۹۶ کارایی آن مورد بررسی قرار گرفت. فاضلاب پس از جمع آوری از طریق شبکه جمع آوری فاضلاب ابتدا وارد یک مخزن بتنی از قبل موجود شبیه سپتیک تانک می گردد این مخزن ضمن جمع آوری فاضلاب نقش یکنواخت سازی را نیز دارد. فاضلاب توسط پمپ لجن کش وارد راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی می شد. نمونه برداری از ورودی و خروجی راکتور به صورت فصلی انجام شد. جدول ۱ مشخصات فاضلاب ورودی به راکتور را نشان می دهد. جدول ۲ تا ۵ مقادیر و راندمان سیستم تصفیه فاضلاب راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی در سال ۹۶ را نشان می دهد. جدول ۶ میانگین، انحراف معیار و حداکثر و حداقل راندمان در سال ۹۶ نشان می دهد.

جدول (۱) مقادیر میانگین پارامترهای کیفی فاضلاب ورودی به راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی

مشخصه	واحد	مقدار	روش اندازه گیری
BOD	mg/L	۳۰۰	Standard Method 5210- B
COD	mg/L	۶۲۵	Standard Method 5220-D
TSS	mg/L	۳۱۵	Standard Method 2540-D
pH	-	۷/۱	Standard Method 4500-H ⁺ -B
دما	°C	۲۴	Standard Method 2550-B
فسفات	mg/L	۱۶/۳	Standard Method 4500-P-D
نیترات	mg/L	۱۱۰	Standard Method 4500-NO ₃ -B
کلراید	mg/L	۱۱۰	Standard Method 4500-Cl-B
آمونیم	mg/L	۴۷	Standard Method 4500-NH ₃ -C
باکتریهای کلی فرم	MPN/100ml	۴/۴۹ × ۱۰ ^۷	ISIRI 4207
کلی فرم مدفوعی	MPN/100ml	۸/۶ × ۱۰ ^۶	ISIRI 4207

جدول (۲) مقادیر پارامترهای کیفی پساب خروجی از راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی و راندمان آن در فصل بهار

راندمان	مقدار	واحد	مشخصه
۸۴/۶	۴۶	mg/L	BOD
۸۵/۱۲	۹۳	mg/L	COD
۷۲	۸۸/۴	mg/L	TSS
-	۶/۷۴	-	pH
-	۱۹/۴	°C	دما
۷۶/۶	۳/۸	mg/L	فسفات
۲۰	۸۸	mg/L	نیتрат
۶۰	۴۴	mg/L	کلراید
۹۹	۰/۴۹	mg/L	آمونیم
۹۹/۹۹	۲۱۰	MPN/100ml	باکتریهای کلی فرم
۹۹/۹۹	۳	MPN/100ml	کلی فرم مدفوعی

جدول (۳) مقادیر پارامترهای کیفی پساب خروجی از راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی و راندمان آن در فصل تابستان

راندمان	مقدار	واحد	مشخصه
۸۴	۴۸	mg/L	BOD
۸۴/۳	۹۸	mg/L	COD
۸۳/۶	۵۱/۶	mg/L	TSS
-	۷/۴۷	-	pH
-	۲۶/۴	°C	دما
۷۱/۷	۴/۶	mg/L	فسفات
۹۹/۲	۰/۸۴	mg/L	نیترات
۷۲/۷	۳۰	mg/L	کلراید
۹۶/۷	۱/۵۳	mg/L	آمونیم
۹۹/۹۹	۴۳	MPN/100ml	باکتریهای کلی فرم
۹۹/۹۹	۴۳	MPN/100ml	کلی فرم مدفوعی

جدول (۴) مقادیر پارامترهای کیفی پساب خروجی از راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی و راندمان آن در فصل پاییز

مشخصه	واحد	مقدار	راندمان
BOD	mg/L	۵۴	۸۲
COD	mg/L	۱۰۰	۸۴
TSS	mg/L	۱۵/۲	۹۵
pH	-	۶/۹	-
دما	°C	۲۴	-
فسفات	mg/L	۳/۳	۷۹/۵
نیترات	mg/L	۱/۲۶	۹۸/۸۵
کلراید	mg/L	۴۳	۶۱
آمونیم	mg/L	۲/۲	۹۵/۳
باکتریهای کلی فرم	MPN/100ml	۳	۹۹/۹۹
کلی فرم مدفوعی	MPN/100ml	۳	۹۹/۹۹

جدول (۵) مقادیر پارامترهای کیفی پساب خروجی از راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی و راندمان آن در فصل زمستان

مشخصه	واحد	مقدار	راندمان
BOD	mg/L	۷۰	۷۶
COD	mg/L	۱۴۵	۷۶/۸
TSS	mg/L	۹۲/۴	۷۱
pH	-	۷/۶۷	-
دما	°C	۲۷	-
فسفات	mg/L	۲/۷	۸۳/۴
نیروژن کل	mg/L	۸/۴	۹۲/۳۶
کلراید	mg/L	۳۳	۷۰
آمونیم	mg/L	۴/۴۱	۹۱
باکتریهای کلی فرم	MPN/100ml	۱۱۰۰	۹۹/۹۹
کلی فرم مدفوعی	MPN/100ml	۱۱۰۰	۹۹/۹۹

جدول (۶) میانگین (Mean ±SD) و حداکثر و حداقل راندمان پساب خروجی از راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی در سال ۱۳۹۶

مشخصه	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
BOD	۸۱/۸۳	۳/۶	۸۴/۶	۷۴/۶
COD	۸۲/۵۶	۳/۸	۸۵/۱۲	۷۶/۸
TSS	۸۰/۳۴	۱۱/۴۷	۹۵/۱	۷۰/۶۶
فسفات	۷۷/۹	۴/۹	۸۳/۴	۷۱/۷
نیروژن کل	۷۷/۶	۳۸/۵	۹۹/۲	۲۰
کلراید	۶۶	۶/۴	۷۲/۷۲	۶۰

۹۰/۶۱	۹۸/۹۵	۳/۵	۹۵/۴	آمونیم
۹۹/۹۹۷	۹۹/۹۹۹	۰/۰۰۱	۹۹/۹۹	باکتریهای کلی فرم
۹۹/۹۸	۹۹/۹۹	۰/۰۰۶	۹۹/۹۹	کلی فرم مدفوعی

بحث و نتیجه گیری

– BOD میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی است. در واقع بیانگر میزان مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی توسط میکروارگانیسم ها می باشد و میزان اکسیژن مصرفی میکروارگانیسم ها اندازه گیری می شود. مقدار BOD در هر مرکز جراحی بیانگر وجود فاضلاب قوی می باشد. (جدول ۱) بنابراین بار آلودگی این بیمارستانها بالا می باشد و ملاحظات لازم جهت تخلیه فاضلاب به محیط باید در نظر گرفته شود.

میزان BOD جهت تخلیه به محیط طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، برای تخلیه به آبهای سطحی و تخلیه به چاه باید برابر 30 mg/L و به صورت لحظه ای 50 mg/L و برای مصارف کشاورزی و آبیاری باید 100 mg/L باشد. همچنین صنایع موجود مجاز خواهند بود که BOD را حداقل ۹۰ درصد کاهش دهند.

بنابراین میزان BOD فاضلابها نشان دهنده وجود فاضلاب قوی می باشد و میزان BOD نسبت به فاضلابهای خانگی و متوسط بالاتر است. میانگین راندمان حذف BOD در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی $3/6 \pm 81/83$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل بهار و کمترین آن مربوط به فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد. راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز BOD جهت تخلیه به محیط زیست را تامین می کند.

– COD میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی می باشد و بیانگر مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی و همچنین مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی می باشد. در این تست مواد آلی به صورت شیمیایی اکسید می شوند بنابراین سریع تر از BOD می باشد و در مدت ۲ ساعت میزان مواد آلی اکسید شده و مورد محاسبه قرار می گیرد. چون مواد غیر قابل تجزیه بیولوژیکی نیز در این تست اکسید می شوند بنابراین مقادیر آن از BOD بیشتر است و تقریباً در فاضلاب خانگی و بهداشتی ۲ برابر مقدار BOD است. در فاضلاب صنایع به دلیل وجود مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی بیشتر میزان COD خیلی بالاتر از BOD می باشد. فاضلاب مرکز جراحی کاپری از لحاظ COD جزء فاضلابهای قوی می باشد (جدول ۱)

میزان COD جهت تخلیه به محیط طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، برای تخلیه به آبهای سطحی و تخلیه به چاه باید برابر 60 mg/L و به صورت لحظه ای 100 mg/L و برای مصارف کشاورزی و آبیاری باید 100 mg/L باشد. همچنین صنایع موجود مجاز خواهند بود که COD را حداقل ۹۰ درصد کاهش دهند.

با توجه به میزان میانگین و استاندارد تخلیه سازمان حفاظت محیط زیست، COD در حد بالایی قرار دارد. تخلیه آن به آبهای سطحی در فصول پر باران ممکن است آلودگی کمتری به دلیل رقیق سازی ایجاد کند اما در فصول کم باران، غلظت بالای COD باعث ایجاد آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی و اشاعه بیماریها خواهد شد.

همچنین میزان بالای COD در فاضلاب بیمارستانها نسبت به BOD بیانگر وجود مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی از قبیل مواد شیمیایی، داروها و مواد رادیواکتیو می باشد. لذا وجود این مواد شیمیایی نیز در محیط زیست در دراز مدت باعث ایجاد بیماری خواهد شد.

میانگین راندمان حذف COD در فرایند راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی $3/8 \pm 82/56$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل بهار و کمترین آن مربوط به فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد. راکتور بیوفیلمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز COD جهت تخلیه به محیط زیست را به جز در فصل زمستان تامین می کند.

- کل جامدات عبارت است از کل ماده ای که پس از تبخیر کردن در دمای ۱۰۵-۱۰۳ درجه سانتیگراد باقی می ماند. ماده ای که در این دما فشار بخار زیادی داشته باشد در خلال تبخیر از بین می رود و جامد خوانده نمی شود.

کل جامدات به مواد جامد معلق (TSS) و مواد جامد محلول (TDS) تقسیم می شوند. هردسته از مواد جامد را بر اساس فرار بودن آن در درجه حرارت 50 ± 55 درجه سانتیگراد می توان به دو دسته آلی و معدنی تقسیم بندی نمود. بخش آلی در این دما اسید می شود و به صورت گاز خارج می شود و بخش غیر آلی به صورت خاکستر می ماند. بدین ترتیب مواد جامد معلق را می توان به دو دسته مواد جامد معلق فرار (VSS) با محتوای آلی و مواد جامد معلق ثابت (FSS) با محتوای معدنی تقسیم نمود. مواد جامد محلول را نیز می توان به دو دسته مواد جامد محلول فرار (VDS) و مواد جامد محلول ثابت (FDS) تقسیم کرد.

میزان TSS جهت تخلیه به محیط طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، برای تخلیه به آبهای سطحی باید برابر 40 mg/L و به صورت لحظه ای 60 mg/L و برای مصارف کشاورزی و آبیاری باید 100 mg/L باشد.

میزان TDS جهت تخلیه به محیط طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، برای تخلیه به آبهای سطحی نباید بیش از ۱۰ درصد مواد محلول، کلراید و سولفات آب پذیرنده را به شعاع ۲۰۰ متری افزایش دهد.

میانگین راندمان حذف TSS در فرایند راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی $11/4 \pm 80/35$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل پاییز و کمترین آن مربوط به فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد. راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز TSS جهت تخلیه به محیط زیست برای مصارف کشاورزی را تامین می کند.

- فسفر برای رشد جلبکها و سایر ارگانیسمهای بیولوژیک لازم می باشد. به خاطر رشد خطرناک جلبکها در آبهای سطحی هم اکنون توجه زیادی به ترکیبات فسفوری که از طریق فاضلابهای صنعتی و خانگی و روانابهای طبیعی وارد آبهای سطحی می شود معطوف شده است. مثلاً فاضلابهای شهری می توانند بین $16-4 \text{ mg/L}$ فسفر بر حسب فسفر داشته باشند.

از لحاظ فسفر فاضلاب این مرکز جراحی در محدوده قوی تقسیم بندی می شود. جهت تخلیه به محیط طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران به آبهای سطحی و چاه برابر 6 mg/L می باشد. لذا میزان فسفر در هر فاضلاب تولیدی در حد بالایی است. در بیمارستانها به دلیل وجود عوامل گندزدا و دترجنت جهت نظافت و رختشویخانه میزان فسفر نسبت به فاضلاب خانگی بالاتر است و این از لحاظ تخلیه فسفر به محیط زیست بسیار حائز اهمیت است.

میانگین راندمان حذف فسفات در فرایند راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی $4/9 \pm 77/91$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل زمستان و کمترین آن مربوط به فصل تابستان می باشد. راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز فسفر جهت تخلیه به محیط زیست را تامین می کند.

-نیترات یکی از مهمترین آنیون های موجود در فاضلاب می باشد که می تواند اثرات بهداشتی ایجاد کند. استاندارد تخلیه آن به محیط زیست ۵۰ میلی گرم بر لیتر بر حسب نیترات می باشد. میانگین راندمان حذف نیترات در فرایند راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی $38/5 \pm 77/61$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل تابستان و کمترین آن مربوط به فصل بهار به دلیل تازه راه اندازی شدن راکتور می باشد. راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز

BOD جهت تخلیه به محیط زیست را تامین می کند.

- میزان آمونیوم نیز یکی از پارامترهای مهم در آلودگی آبها می باشد. میانگین راندمان حذف آمونیوم در فرایند راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی $3/5 \pm 95/4$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل بهار و کمترین آن مربوط به فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد. راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز آمونیوم جهت تخلیه به محیط زیست را تامین می کند.

- میانگین راندمان حذف کلراید در فرایند راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی $6/4 \pm 65/6$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل تابستان و کمترین آن مربوط به فصل بهار می باشد. راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز کلراید جهت تخلیه به محیط زیست را تامین می کند.

- انجام آزمایشات میکروبی بر پایه شاخص های آلودگی آب بویژه کلی فرم ها استوار است و نوع محیطهای کشت منطبق بر نیازهای آنها می باشد و مشاهده کلی فرم ها وجود آلودگی انسانی و حیوانی را تائید می نماید
با توجه به میانگین کلی فرم ها و کلی فرمهای مدفوعی در (جدول ۱) فاضلاب تولیدی نشان دهنده وجود فاضلاب قوی است و از حد فاضلاب خانگی و بهداشتی بالاتر است.

طبق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران تعداد کل کلی فرم ها برای تخلیه به آبهای سطحی، تخلیه به چاه و مصارف آبیاری و کشاورزی نباید بیشتر از ۱۰۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر باشد. این استاندارد برای کلی فرم های مدفوعی برابر ۴۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر می باشد.

میانگین راندمان حذف کلی فرم ها و کلی فرم های مدفوعی در فرایند راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی $0/001 \pm 99/99$ درصد می باشد. که بیشترین آن مربوط به فصل پاییز و کمترین آن مربوط به فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد. راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی حد غلظت مجاز میکروارگانیسم ها جهت تخلیه به محیط زیست را به جز در فصل زمستان تامین می کند.

طبق ماده ۹ قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست (مصوب ۱۳۵۳/۳/۲۸ و اصلاحیه ۱۳۷۱/۸/۲۴) اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم نماید ممنوع است. منظور از آلوده ساختن محیط زیست عبارتست از پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب یا هوا یا خاک یا زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی یا شیمیایی یا بیولوژیک آن را به طوریکه زیان آور به حال انسان یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد تغییر دهد.

نتایج حاصل از بررسی انجام شده بیانگر تولید فاضلاب قوی در مرکز جراحی کاپری دارد. به ویژه آلودگی میکروبی بالا، که وجود ارگانیسم های مختلف و عوامل بیولوژیک بیماریزا را در فاضلاب بیمارستانها به اثبات می رساند همچنین بالا بودن بار آلی (BOD) فاضلاب ها این نکته را تایید می کند. با توجه به اینکه محیط مورد مطالعه بیمارستان می باشد و عوامل مختلف پاتولوژیک و بیولوژیک به فاضلاب تخلیه می شوند، این مورد با واقعیت و مطالعات مشابه مطابقت دارد (۱۱). به علاوه ورود خون و چرک و شستشوی آن با آب و ورود آنها به سیستم جمع آوری فاضلاب نیز از عوامل بالا بودن BOD می باشد چون خون و چرک دارای BOD بالایی می باشند.

میزان COD نیز در فاضلاب بالا بوده و از لحاظ شدت قوی می باشد، این موضوع در ممکن است در خصوص استفاده از مواد دارویی و شیمیایی جهت درمان بیماران و استریلیزاسیون و ورود آنها به سیستم جمع آوری فاضلاب باشد.

میزان مواد جامد معلق و محلول نیز دارای مقادیر بالایی می باشد که زیاد بودن این عوامل نیز به دلیل استفاده از مواد دارویی و شیمیایی در بیمارستانها به نسبت منازل مسکونی و دیگر موسسات اداری و خدماتی می باشد.

میزان فسفر نیز به دلیل استفاده بیشتر از مواد گندزدا و دترجنت ها جهت ضد عفونی و شستشوی محیط بیمارستان و همچنین استفاده از دترجنت در رختشویخانه جهت شستشوی البسه بیماران به نسبت بیشتر از منازل مسکونی و دیگر موسسات اداری و خدماتی می باشد.

نتیجه گیری: با به کار گیری راکتور بیوفیلیمی ناپیوسته متوالی در تصفیه فاضلاب مرکز جراحی کاپری استانداردهای خروجی جهت تخلیه به محیط زیست تامین شده است و این سیستم و راکتور بیولوژیکی در صورت بهره برداری صحیح مناسب می تواند کارایی بالایی در تصفیه فاضلاب داشته باشد.

منابع

- ۱- منزوی محمدتقی، "فاضلاب شهری"، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ یازدهم، ۱۳۸۳، صفحه ۴-۱۰
- ۲- حسینی میرمختار، دفع فاضلاب در اجتماعات کوچک، انتشارات عصر جدید، ۱۳۷۷، ص ۱۵
- ۳- کی نژاد محمد علی، ابراهیمی سیروس، "ترجمه مهندسی محیط زیست"، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند، ۱۳۸۳،
- ۴- ابریشم چی احمد، بهشید جمشید، افشار عباس، "ترجمه مهندسی فاضلاب"، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۸،
- 5- Metcalf & Eddy, "Wastewater Engineering Treatment and Reuse", Forth Edition, McGraw Hill, 2003
- 6-Evens Emmanuel, "Effects of hospital wastewater on aquatic ecosystem", 2002
- ۷- استاندارد خروجی تصفیه فاضلاب، معاونت تحقیقات سازمان حفاظت محیط زیست، انتشارات دفتر آموزش زیست محیطی، ۱۳۷۱
- 8- APHA, AWWA, WPCF, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", 16th Edition, 1985
- 9- APHA, AWWA, WPCF, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", 18th Edition, 1992
- 10- Clair N, McCarty S, " Chemistry for environmental engineering and science" , Fifth Edition, Published by McGraw Hill ,2003.
- 11- Heidari A, Sadeghi M, Bay A, Keihanpour J, Omid E, Bay K, et al. **Comparison of technical and economic efficiency of extended aeration and sequencing batch reactors processes in hospital wastewater treatment.** J Adv Environ Health Res 2015; 4(1): 54-61.