فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۴، پاییز ۹۹

بررسی وضعیت تصفیه فاضلاب در بیمارستان‌های استان گیلان

زهرا رحیمی رشت آبادی[۱]

عبدالرضا کریمی[۲*]

karimi@qut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۳۱ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۴**

چکیده

فاضلاب بیمارستان‌ها، حاوی آلاینده‌های متنوع و مقدار زیادی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، ویروس‌ها، عناصر رادیواکتیو و ... می‌باشد که در صورت عدم تصفیه و دفع مناسب، می‌تواند آسیب‌های جدی برای محیط‌زیست و انسان ایجاد نماید. هدف از انجام این مطالعه، بررسی وضعیت تصفیه و دفع فاضلاب و کیفیت پساب خروجی بیمارستان‌های دارای تصفیه‌خانه فاضلاب استان گیلان می‌باشد. در این پژوهش، ضمن بررسی وضعیت مدیریت فاضلاب در بیمارستان‌های دارای تصفیه‌خانه فاضلاب استان گیلان، ارزیابی عملکرد تصفیه فاضلاب یکی از بیمارستان‌های استان، مورد توجه قرار گرفت و میزان پارامترهای کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی، pH، DO، BOD_5، COD، TSS، فسفات کل، آمونیاک، نیترات و نقره در پساب اندازه‌گیری شده و نتایج حاصل از آزمایشات با استانداردهای سازمان محیط‌زیست مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج آماری نشان داد که از مجموع ۳۴ بیمارستان استان گیلان، ۱۰ بیمارستان دارای سیستم تصفیه فاضلاب فعال می‌باشند. هم‌چنین آنالیز کیفی پساب خروجی تصفیه فاضلاب بیمارستان مورد مطالعه، نشان داد که مقادیر pH، COD، BOD_5، DO، فسفات، نیترات، نقره، کلی‌فرم کل و کلی‌فرم گوارشی مطابق با استاندارد سازمان محیط‌زیست بوده، اگرچه کاهش مقادیر آمونیاک و TSS باید مورد توجه قرار گیرد. تعدادی از بیمارستان‌های استان گیلان فاقد تصفیه‌خانه فاضلاب بوده و فاضلاب آن‌ها به شبکه فاضلاب شهری یا محیط‌های پذیرنده تخلیه می‌شود و تعدادی از بیمارستان‌های دارای تصفیه‌خانه نیز از عملکرد مناسبی برخوردار نمی‌باشند. لذا تصمیم‌گیری در خصوص اجرای تصفیه‌خانه با تکنولوژی‌های جدید و به‌روزرسانی فرآیند تصفیه‌خانه‌های موجود باید مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: فاضلاب بیمارستانی، کیفیت پساب، تصفیه فاضلاب، آمونیاک.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران.

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران *(مسئول مکاتبات).

Human and Environment, No. 54, Autumn 2020

Investigation of Sewage Treatment Conditions in Guilan Province Hospitals

Rahimi Rashtabadi Z[1]
Karimi A.R*[2]
karimi@qut.ac.ir

Abstract

Hospital wastewater contains a variety of pollutants, a large amount of pathogenic microorganisms, viruses, radioactive materials, etc., which unless treated and disposed properly, can cause serious damage to human beings and the environment. The purposes of this study are to investigate the wastewater treatment and disposal conditions and the effluent quality in Guilan hospitals. In this study, besides the investigation of wastewater management conditions in Guilan hospitals with wastewater treatment plants, the sewage treatment performance was assessed in one of the hospitals. Qualitative indicators including total coliform, fecal coliform, pH, DO, BOD_5, COD, TSS, total phosphate, ammonia, nitrate and silver in the effluent were assessed and the lab results were compared to the standards of Iran Department of Environment. According to statistical results, 10 out of the 34 studied Guilan hospitals have active wastewater treatment systems. Furthermore, the qualitative assessment showed that pH, COD, BOD_5, DO, phosphate, nitrate, silver, total coliform and fecal coliform levels in the hospital conform to the standards of Iran Department of Environment. However, reduction of ammonia and TSS levels should be considered. A number of hospitals in Guilan do not have wastewater treatment plant and their wastewater is discharged into municipal wastewater collection systems or drains. On the other hand, a number of hospitals with wastewater treatment plants do not work properly. Therefore, it is important to consider executive decisions regarding new wastewater treatment technologies and upgrading treatment process in existing wastewater treatment plants.

Keywords: Hospital Wastewater, Effluent Quality, Wastewater Treatment, Ammonia

1- M.Sc. Student, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Qom University of Technology, Qom, Iran
2- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Qom University of Technology (QUT), Qom, Iran *(Corresponding Author)

مقدمه

از حدود یک‌صد سال پیش تاکنون انسان‌ها توانسته‌اند رابطه بین بیماری‌ها و شیوع آن‌ها و آب‌های آلوده را مشخص نمایند. در این بازه زمانی، موضوع پاک‌سازی آب‌های آلوده مطرح گردید و برای جلوگیری از آلوده شدن آب‌ها به‌ویژه رودخانه‌ها، ورود فاضلاب را به این منابع، ممنوع اعلام کردند. امروزه با پیشرفت زندگی صنعتی، توسعه شهرها و رشد جمعیت، مصرف آب افزایش یافته و منابع آب موجود قابل‌مصرف، در معرض استفاده بیش‌ازحد قرارگرفته است که پیشرفت خطر آلودگی محیط‌زیست را به همراه دارد [۱].

تولید پساب با توجه به پیشرفت خدمات پزشکی و دستاوردهای جدید، روز به روز در حال افزایش است [۲]. در سالیان اخیر، فاضلاب‌های بیمارستانی به‌عنوان منبع آلودگی زیستگاه‌های آب شیرین مطرح شده است [۳]. منبع اصلی تولید فاضلاب در بیمارستان‌ها، بخش‌های جراحی، درمان‌های دارویی، رادیولوژی، کلینیک، رختشوی‌خانه، آشپزخانه، اتاق عمل، آزمایشگاه و ... می‌باشند [۲و۴]. فاضلاب‌های بیمارستانی در مقایسه با فاضلاب‌های شهری، حاوی طیف گسترده‌تر و غلظت‌های بالاتری از داروهایی عمدتاً از گروه آنتی‌بیوتیک‌ها و مسکّن-هاست [۵و۶]. غلظت‌های ریز آلاینده‌ها در فاضلاب‌های بیمارستانی در مقایسه با فاضلاب‌های شهری بین ۴ الی ۱۵۰ برابر بیشتر است [۷]. یکی از مشکلات پساب‌های بیمارستانی، تخلیه آن‌ها به داخل شبکه فاضلاب شهری (بدون پیش‌تصفیه) است. ترکیب فاضلاب بیمارستانی با فاضلاب شهری راهکار مناسبی برای دفع فاضلاب‌های بیمارستانی نیست و باید تحقیقات بیشتری در زمینه تصفیه فاضلاب بیمارستانی انجام گیرد [۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳]. در بیمارستان ترکیبات مختلف اعم از داروها و مواد خاص برای اهداف درمانی-تشخیصی و گندزدایی مصرف می‌شود و در کنار این ترکیبات فعال، مواد فرمولاسیون شده و در بعضی موارد رنگ‌دانه‌ها و رنگ‌ها به‌عنوان ترکیبات دارویی مصرف می‌شوند. ضدعفونی‌کننده‌ها معمولاً دارای مواد شیمیایی فعالی هستند. "بسیاری از داروها پس از مصرف، بدون هیچ تغییر ماهیتی توسط بیمار دفع شده و وارد شبکه فاضلاب می‌گردند. فاضلاب بیمارستانی شامل آلوده‌کننده‌های خطرناکی است که نیازمند پیش‌تصفیه می‌باشند تا از آلودگی شبکه فاضلاب و رودخانه‌ها جلوگیری گردد. لجن حاصل از این پیش‌تصفیه باید مدیریت صحیح شده و درصورتی‌که به خوبی تصفیه و پاک‌سازی نگردد، نمی‌توان به‌عنوان کود از آن استفاده کرد [۱۴]".

اخیراً روش‌های متعدد فیزیکو شیمیایی برای تصفیه فاضلاب بیمارستانی مورد استفاده قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، در تحقیقی تصفیه فاضلاب بیمارستانی با کمک ماده منعقد کننده $FeCl_3$ و ضدعفونی با هیپوکلریت کلسیم منجر به حذف COD به میزان ۶۵ درصد و کاهش بار میکروبی به میزان ۹۸،۵ درصد گردیده است [۹]. در روشی دیگر، به‌طور مشابه به بررسی پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی به‌وسیله ترکیب فرآیندهای انعقاد، لخته‌سازی و شناورسازی پرداخته شده و توجه ویژه‌ای به حذف ترکیبات دارویی و محصولات مراقبت شخصی صورت گرفته که در نتیجه، مواد تشکیل‌دهنده عطرهای بر پایه مشک به میزان ۸۳-۷۸ درصد حذف گردیده-اند، اما ترکیبات دارویی نسبت به این تصفیه کاملاً مقاوم بوده-اند [۱۵]. در پژوهشی دیگر، حذف دیکلوفناک، ناپروکسن و ایبوپروفن به ترتیب به میزان ۴۶ درصد،۴۲ درصد و ۲۳ درصد صورت گرفته است. درحالی‌که سایر ترکیبات دارویی ازجمله کاربامازپین، دیازپام و ... در فاضلاب تصفیه نشده موجود بوده-اند [۱۶].

بیمارستان‌ها به‌عنوان منبع آزادسازی ترکیبات شیمیایی مختلف، به علت فعالیت‌های آزمایشگاهی یا آزادسازی مدفوعی داروها به داخل فاضلاب می‌باشند [۱۷]. فاضلاب‌های بیمارستانی دارای میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به مقدار زیاد، ترکیبات دارویی متابولیزه نشده، آنتی‌بیوتیک‌ها، مواد شیمیایی و خطرناک، مواد رادیواکتیو، ترکیبات ارگانوهالوژن مانند ترکیبات آلی هالوژن‌دار قابل جذب روی کربن فعال (AOX)، نقره و جیوه، گندزداها و مواد آلی و معدنی هستند که جهت تصفیه آن‌ها نیاز به احداث یک تصفیه‌خانه فاضلاب در محل

بیمارستان می‌باشد. انتخاب روش و سیستم تصفیه فاضلاب‌های بیمارستانی به عوامل متعددی ازجمله مشخصات کمی و کیفی آن (ماهیت فاضلاب، غلظت و دبی)، کیفیت موردنیاز در فاضلاب خروجی سیستم، میزان تصفیه لازم، تکنولوژی و مواد قابل‌دسترس، اقتصادی بودن، در دسترس بودن زمین، شرایط مکانی، جغرافیایی و آب و هوایی و محدودیت‌های زیست-محیطی منطقه بستگی دارد. فاضلاب‌های بیمارستانی تا حدودی در طبقه‌بندی فاضلاب شهری دسته‌بندی می‌گردند، اما ممکن است ترکیبات بالقوه خطرناکی هم در آن وجود داشته باشد. لذا در طراحی آن از پارامترها و روابط مورد استفاده در طراحی فاضلاب شهری استفاده می‌گردد [۱۸]. علاوه بر موارد ذکرشده در بالا، فاکتورهای زیر نیز، در انتخاب روش تصفیه نقش مهمی را ایفا می‌کنند:

نوع بیمارستان و بخش‌های ویژه: سرانه تولید فاضلاب در بیمارستان‌های مختلف با توجه به خدمات تخصصی و تعداد تخت آن، متفاوت است. به‌عنوان مثال، در بیمارستان‌هایی که خدمات تخصصی کلیوی ارائه می‌شود، به دلیل انجام دیالیز و مصرف آب زیاد برای دستگاه‌های سختی‌گیر، میزان آب مصرفی و فاضلاب تولیدی بالا خواهد بود که این حجم فاضلاب در بیمارستان‌ها به همراه میکروارگانیسم‌ها، فلزات سنگین، مواد شیمیایی سمی و مواد رادیواکتیو را در بردارد. در مقابل، در بیمارستان‌هایی که فعالیت تخصصی آن‌ها اعصاب و روان است، مصرف آب و به‌تبع آن تولید فاضلاب کمتر است. به‌طور متوسط روزانه ۷۰۰ لیتر فاضلاب به ازای هر تخت بیمارستانی تولید می‌گردد.

نحوه دفع یا استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده: "فاضلاب، از یک‌سو، عامل آلودگی آب و از سوی دیگر در صورت تصفیه، مهم‌ترین عامل جایگزین آن خواهد بود. به‌منظور جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست، لازم است این فاضلاب‌ها تصفیه‌شده و سپس به طبیعت بازگردند و در مواردی که اصلاً قابل دفع نیستند، به کمک روش‌های شیمیایی به مواد بی‌خطر یا کم-خطر تبدیل شوند که در این موارد حتی می‌توان از آب حاصل از تصفیه، برای امور کشاورزی استفاده نمود [۱۹]".

هزینه‌های اجرایی و بهره‌برداری: جهت انجام برآورد هزینه‌های طرح‌ها، ارقام عمومی نیاز است. در این رابطه در وهله اول، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری از تأسیسات مورد توجه قرار می‌گیرند. امروزه جهت تعیین هزینه‌های تصفیه‌خانه‌ها و مقایسه هزینه‌ها، از شاخص هزینه‌های ویژه استفاده می‌شود که به ازای تعداد جمعیت تحت پوشش یا مقدار جریان ورودی تعیین می‌گردد.

به‌طور خلاصه مهم‌ترین آلاینده‌های موجود در فاضلاب بیمارستانی که در انتخاب سیستم تصفیه و معیارهای طراحی نقش تعیین‌کننده دارند، شامل: "وجود ذرات معلق آلی یا معدنی نظیر ادوات پزشکی، یاخته‌های انسانی، باقی‌مانده غذا و املاح معدنی، مواد آلی محلول شامل BOD_5، COD، TOC و مواد مغذی مثل ازت و فسفر، فلزات سنگین از قبیل جیوه، سرب، کادمیوم، نیکل، کرم، روی و ...، اسیدیته و قلیائیت فاضلاب ورودی (pH)، روغن و چربی، گریس و مواد شناور، رنگ و بو، املاح معدنی محلول، حرارت، مواد رادیواکتیو، عوامل پاتوژن و ترکیبات سمی می باشد [۱۸]".

به‌طورکلی مهم‌ترین اهداف تصفیه فاضلاب بیمارستانی، کنترل آلودگی، جلوگیری از شیوع بیماری‌های مزمن و عفونی، حفظ محیط‌زیست و استفاده مجدد از پساب تولیدی است. آلودگی پاتوژن‌ها بسیار خطرناک است، ولی اگر تصفیه به‌طور صحیح انجام شود، می‌توان خروجی را برای آبیاری فضای سبز و یا تخلیه به آب‌های سطحی استفاده نمود. از این‌رو فاضلاب‌های بیمارستانی نیازمند توجه ویژه و پایش‌های متداول از نظر فاکتورهای مهم می‌باشد [۲۰]. هدف از این مطالعه، بررسی وضعیت تصفیه فاضلاب در بیمارستان‌های استان گیلان می‌باشد. در این راستا ضمن بررسی وضعیت تصفیه فاضلاب در بیمارستان‌های استان، عملکرد سیستم تصفیه‌خانه یک بیمارستان به‌عنوان نمونه بررسی شد.

روش بررسی

به‌منظور بررسی وضعیت تصفیه فاضلاب در بیمارستان‌های استان گیلان، اطلاعات مربوطه با بررسی کتابخانه‌ای و مذاکره با مسئولین مربوطه و هم‌چنین بازدیدهای میدانی صورت

پذیرفت. برخی از بیمارستان‌ها دارای تصفیه‌خانه فاضلاب فعال بوده که برآورد حجم فاضلاب تولیدی آن‌ها و نوع سیستم تصفیه فاضلاب آن‌ها انجام شد و یک تصفیه‌خانه از این گروه از لحاظ عملکردی و راندمان از نظر پارامترهای مختلف مورد بررسی عملکردی قرار گرفت. در این بررسی میزان پارامترهای کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی،pH، DO، BOD_5، COD، TSS، فسفات کل، آمونیاک، نیترات و نقره، مطابق با روش‌های آنالیز و شیوه‌های نمونه‌برداری کتاب استاندارد متد آزمایش‌های آب و فاضلاب، در پساب تصفیه‌شده خروجی سیستم تصفیه-خانه این بیمارستان اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که نمونه‌برداری از تصفیه‌خانه این بیمارستان به‌صورت فصلی و در شش دوره (سال ۹۴ و ۹۵) انجام‌گرفته است و در نهایت نتایج حاصل از آزمایش میکروبی، فیزیکی و شیمیایی بر اساس استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست تحلیل گردیده است. برخی از بیمارستان‌ها فاقد تأسیسات تصفیه فاضلاب بوده و فاضلاب تولیدی آن‌ها یا به شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری و یا به مسیل‌های اطراف تخلیه می‌گردد که در این خصوص نیز توصیه‌ها و تحلیل‌هایی صورت پذیرفت.

یافته‌ها

طبق بررسی‌های صورت گرفته در سال ۹۵، روزانه حدود ۴۱۸۹ مترمکعب فاضلاب بیمارستانی، در مجموع ۳۴ بیمارستان فعال استان گیلان تولید می‌گردد که از این مقدار، تنها ۱۰ بیمارستان (حدود ۳۰ درصد بیمارستان‌های استان) با حدود ۶۹۸ مترمکعب فاضلاب تولیدی در روز، دارای تصفیه‌خانه فعال می‌باشند و بقیه بیمارستان‌ها، فاضلاب خروجی‌شان را به سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری، محیط و یا زمین بایر تخلیه می‌کنند. مطابق با آمار، تنها بر روی حدود ۱۷ درصد از فاضلاب تولیدی روزانه بیمارستان‌های فعال استان، تصفیه بهداشتی صورت می‌گیرد.

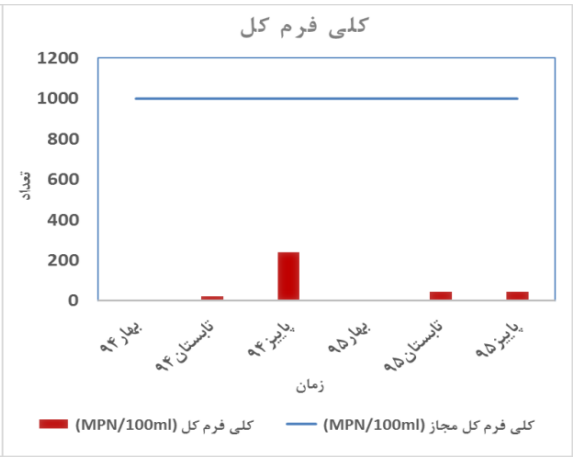
در استان گیلان بیمارستان‌های آریا ، توتونکاران، رسول اکرم (ص)، قائم (عج)، گلسار و ولی‌عصر (عج) رشت، ولی‌عصر رودبار، شهید بهشتی بندرانزلی، امام رضا (ع) شفت، امام حسن مجتبی (ع) فومن و رسالت ماسال، دارای تصفیه‌خانه بهداشتی فاضلاب می‌باشند. در جدول ۱، تعداد تخت فعال، میزان فاضلاب با اعمال ضریب ۰,۷ مترمکعب روز به ازای هر تخت فعال و وضعیت دفع فاضلاب بیمارستان‌های دارای تصفیه‌خانه بهداشتی فاضلاب استان گیلان ارائه شده است.

جدول ۱- تعداد تخت، میزان و وضعیت دفع فاضلاب بیمارستان‌های دارای تصفیه‌خانه فاضلاب استان گیلان

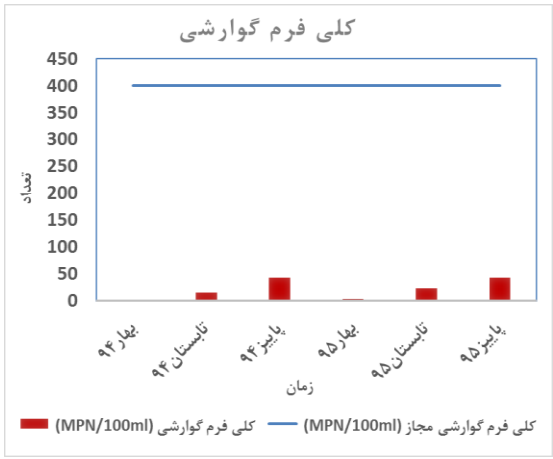
نام بیمارستان	تعداد تخت فعال	میزان فاضلاب (مترمکعب در روز)	وضعیت دفع فاضلاب
آریا رشت	۱۸۰	۱۲۶	سیستم تصفیه (فعال)
توتونکاران رشت	۳۲	۲۲	تخلیه به رودخانه گوهر رود
رسول اکرم (ص) رشت	۱۹۸	۱۳۹	سیستم تصفیه (فعال)
قائم (عج) رشت	۱۸۸	۱۳۲	سیستم تصفیه (فعال)
گلسار رشت	۱۸۰	۱۲۶	سیستم تصفیه (فعال)
ولیعصر (عج) رشت	۶۴	۴۵	اگوی شهر
ولیعصر (عج) رودبار	۴۲	۲۹	سیستم تصفیه (فعال)
انصاری رودسر	۹۶	۶۷	سیستم تصفیه (غیرفعال از زمان افتتاح بیمارستان)
شهید بهشتی انزلی	۱۲۳	۸۶	سیستم تصفیه (غیرفعال)

امام رضا (ع) شفت	۲۰	۱۴	تخلیه به زمین‌های بایر پشت بیمارستان
امام حسن مجتبی (ع) فومن	۶۱	۴۳	سیستم تصفیه (فعال)
رسالت ماسال	۳۲	۲۲	سیستم تصفیه (فعال)

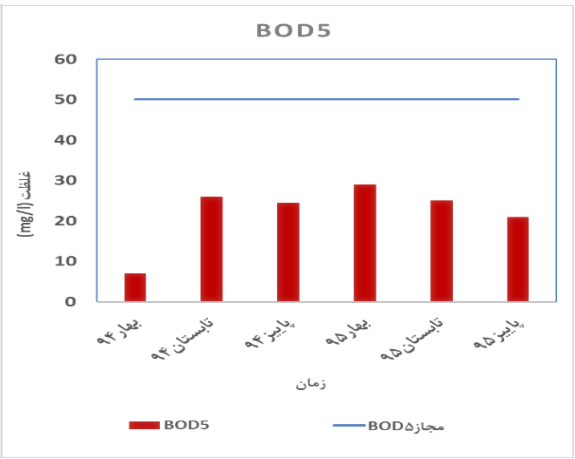
جهت بررسی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان مورد بررسی، انجام نمونه‌برداری از پساب تصفیه شده آن در شش نوبت انجام شد و پارامترهای مختلف مورد آنالیز قرار گرفت. در نمودارهای ۱ تا ۱۱، نتایج حاصل از آزمایشات کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی،pH، DO، BOD_5، COD، TSS، فسفات کل، آمونیاک، نیترات و نقره در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان نمونه در مقایسه با استانداردهای محیط-زیست ارائه شده است.



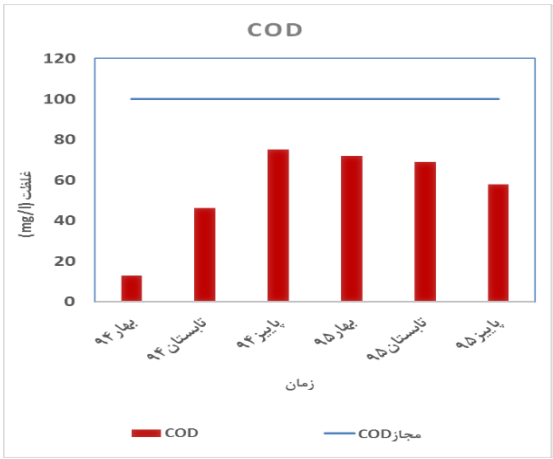
نمودار ۱- میزان غلظت کلی‌فرم کل اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



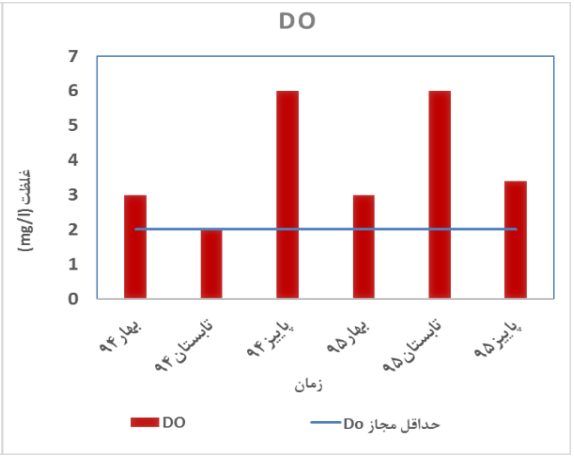
نمودار ۲: -میزان غلظت کلی‌فرم گوارشی اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



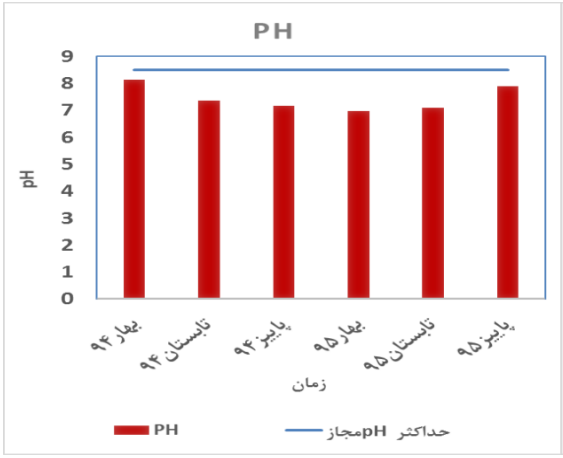
نمودار ۳- میزان غلظت BOD_5 اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



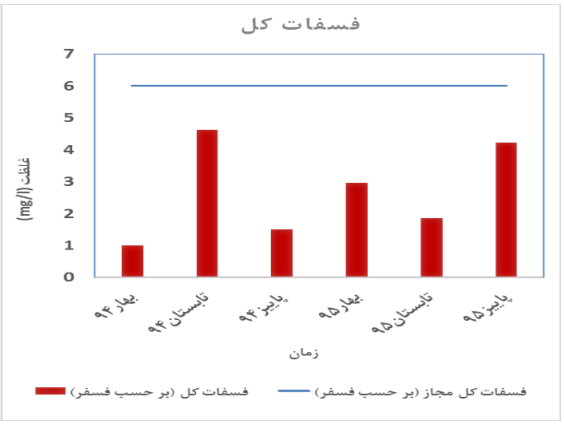
نمودار ۴- میزان غلظت COD اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



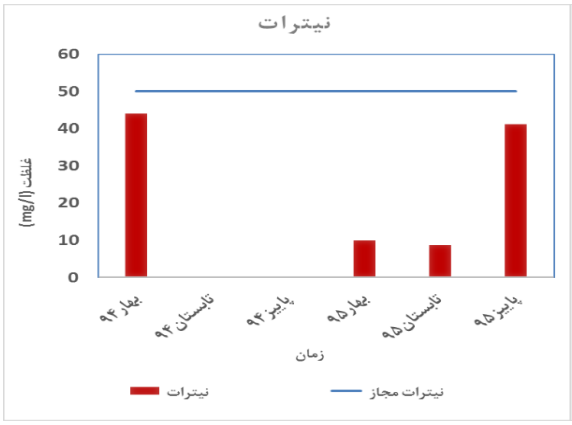
نمودار ۵- میزان غلظت DO اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



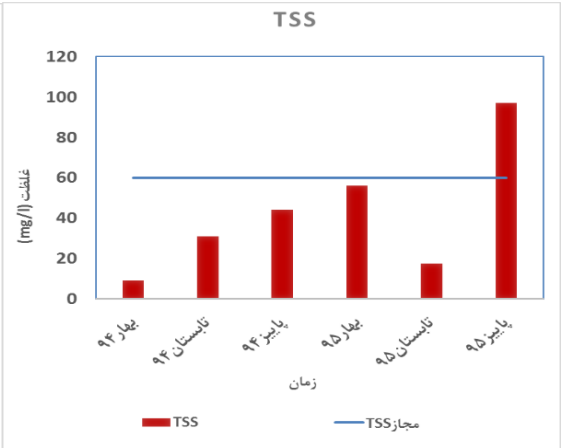
نمودار ۶- میزان غلظت pH اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



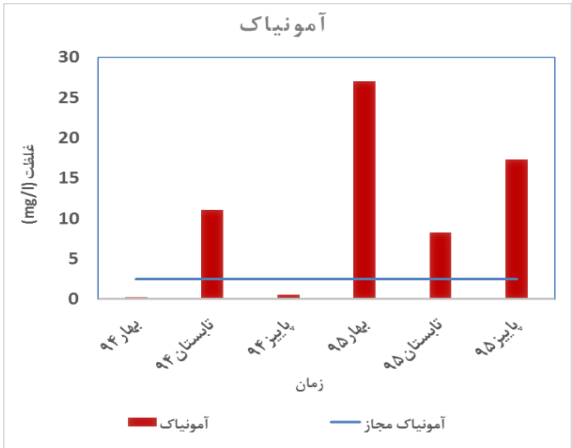
نمودار ۷- میزان غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



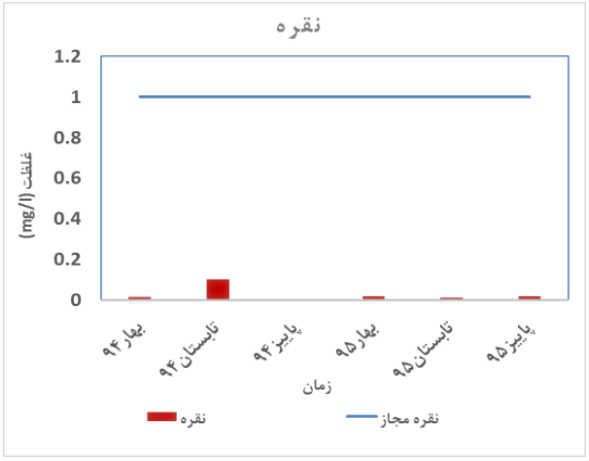
نمودار ۸- میزان غلظت فسفات کل اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



نمودار ۹- میزان غلظت آمونیاک اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



نمودار ۱۰- میزان غلظت TSS اندازه‌گیری شده در پساب خروجی



نمودار ۱۱- میزان غلظت نقره اندازه‌گیری شده در پساب خروجی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مقادیر پارامترهای کلی‌فرم کل، کلی‌فرم گوارشی، pH، COD، BOD_5، DO، فسفات کل، نیترات و نقره در پساب خروجی بیمارستان مورد بررسی، مطابق با استاندارد سازمان محیط‌زیست بوده، ولی در خصوص پارامترهای آمونیاک و TSS استانداردهای مربوطه رعایت نگردیده که نیاز به اصلاح دارند. بالا بودن مقادیر TSS و آمونیاک در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان مورد بررسی، به عوامل مختلفی بستگی دارد. بالا بودن مقدار TSS فاضلاب می‌تواند به دلایلی از قبیل خراب بودن پاروی حوضچه ته‌نشینی، مناسب نبودن شیب پارو، ساخت‌وساز مجاور بیمارستان، پساب ناشی از دستگاه زباله‌سوز و یا دوده ناشی از آن مربوط باشد. برای جلوگیری از خروج بیش‌ازحد مواد جامد معلق، باید از تمیز بودن سرریزهای حوض ته‌نشینی ثانویه، تنظیم دبی ورودی به حوض ته‌نشینی ثانویه، سرعت حرکت پاروی لجن‌روب، تخلیه به‌موقع و مناسب لجن حوض ته‌نشینی ثانویه اطمینان حاصل نمود.

استفاده زیاد از سرم و به‌تبع آن استفاده زیاد از سرویس‌های بهداشتی در بیمارستان‌ها، باعث بالا رفتن مقدار آمونیاک در فاضلاب بیمارستان می‌شود. به‌نظر می‌رسد که غلظت نیتروژن کل و پروتئین‌ها در فاضلاب بیمارستانی کمی بیشتر از فاضلاب شهری یا بهداشتی می‌باشد. در نتیجه در اثر هوادهی و تجزیه مواد آلی ازت‌دار، آمونیاک تولید می‌شود. بخشی از آن با عمل نیترات‌سازی (نیتریفیکاسیون) به نیترات تبدیل می‌شود، ولی مقداری هم بدون تغییر باقی می‌ماند. برای کاهش آمونیاک، نیاز به افزایش DO، افزایش MLVSS (جامدات معلق فرار مایع مخلوط) و افزایش SRT (سن لجن) می‌باشد. هم‌چنین ممکن است لازم شود تا حجم حوض هوادهی افزایش یابد. برای حذف کامل ازت (دینیتریفیکاسیون) باید واحد انوکسیک مناسب و برگشت داخلی جریان نیز فراهم شود. یکی دیگر از روش‌های حذف آمونیاک از پساب بیمارستانی، استفاده از فرآیند اکسیداسیون پیشرفته نظیر اکسیداسیون فنتون است که یک فناوری مقرون‌به‌صرفه می‌باشد. این فرآیند تصفیه، تضمین ضدعفونی فاضلاب با تائید عدم وجود کلی‌فرم را می‌دهد و این موضوع برای جلوگیری از انتشار بیشتر باکتری‌های مقاوم به محیط بسیار مهم است [۱۶]. روش دیگری که برای کاهش شیمیایی ترکیبات سیتواستاتیک (ترکیباتی که مانع رشد و تقسیم سلول می‌شوند) و دیگر مواد آلی حل‌شده در آب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش ازوناسیون مستقیم فاضلاب خام بیمارستانی می‌باشد که یک فرآیند تصفیه تکنولوژیک و اقتصادی می‌باشد [۲۱]. گزینه مناسب دیگری که می‌توان برای پیش‌تصفیه فاضلاب بیمارستانی مورد توجه قرار داد، فرآیند انعقاد- لخته‌سازی می-

باشد که توسط این فرآیند، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این نوع فاضلاب تا اندازه‌ای همانند ویژگی‌های فاضلاب شهری می‌گردد. این فرآیند به طرز بسیار مؤثری غلظت ذرات جامد معلق در پساب‌های بیمارستانی را کاهش می‌دهد. این پیش‌تصفیه برای پساب‌های بیمارستانی دو مزیت دارد:

الف) محتوای ذرات جامد معلق و محتوای کل COD در این جریان‌ها به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد، ازاین‌رو همانند محتوای این مواد در فاضلاب شهری می‌گردد. ب) ترکیبات چربی‌دوست، از قبیل عطرها، پیش از وارد شدن به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری به میزان گسترده‌ای حذف می‌گردند و به‌این‌ترتیب از انباشتگی آن‌ها در لجن اولیه و ثانویه جلوگیری به عمل می‌آید. تصفیه مقدار کم و غلیظ‌تر لجن تولیدی در مرحله پیش‌تصفیه، بسیار ساده‌تر از تصفیه تمام لجن مازاد تولیدی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب است [۱۵].

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که در استان گیلان تصفیه فاضلاب‌های بیمارستانی نیاز به توجه ویژه دارد. علی‌رغم این‌که تصفیه مستقل فاضلاب‌های بیمارستانی دارای ارجحیت می‌باشد، تعداد زیادی از بیمارستان‌های استان، فاقد تأسیسات تصفیه فاضلاب بوده و بیمارستان‌های دارای تصفیه‌خانه فاضلاب نیز عملکرد قابل قبولی از لحاظ کیفیت پساب خروجی ندارند. بالاتر از حد مجاز بودن پارامترهای آمونیاک و TSS در خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب مورد بررسی، لزوم به‌روزرسانی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب موجود و لحاظ فرآیندهای نیتریفیکاسیون و دینیتریفیکاسیون در آن‌ها را نشان می‌دهد. از طرف دیگر در بیمارستان‌های فاقد تصفیه‌خانه فاضلاب نیز انجام تصفیه‌های خاص و متداول و در برخی موارد به‌کارگیری فرآیندهای تصفیه پیشرفته ضرورت می‌یابد. هم‌چنین به‌کارگیری نیروی متخصص و آشنا به شرایط کیفی فاضلاب بیمارستانی و فرآیندهای تصفیه و نگهداری و بهره‌برداری مطلوب از تصفیه‌خانه، در دستیابی به پساب خروجی مناسب، از اهمیت بالایی برخوردار است.

برای تصفیه مطلوب فاضلاب بیمارستانی، مواردی چون متعادل‌سازی مناسب جریان فاضلاب با حداقل زمان ماند ۱۲ ساعته توام با هوادهی، بکارگیری مخزن هوادهی دارای بخش آنوکسیک و زمان ماند هیدرولیکی حداقل ۲۴ ساعته، استفاده از مخازن عمیق جهت کاهش سطح و امکان پوشش سطح به منظور کنترل گازها، کار با سن لجن (SRT) بالا، بارسطحی پایین برای ته‌نشینی، هاضم با زماند ماند بالا و مخزن تماس کلر با زمان ماند حداقل ۲ ساعت، دو مدوله کردن تصفیه‌خانه برای دبی بیش از حدود ۲۰۰ متر مکعب در روز و استفاده از صافی شنی با سرعت پایین هنگام استفاده از پساب جهت آبیاری فضای سبز یا تخلیه مستقیم در محیط زیست پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از رئیس، مسئولین و کارشناسان سازمان حفاظت محیط‌زیست استان گیلان و هم‌چنین رئیس و کارشناسان تأسیسات و بهداشت محیط بیمارستان مورد بررسی، به لحاظ همکاری صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

۱- ملکوتیان، محمد و همکاران، بررسی میزان شیوع و مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های منتقله از آب آشامیدنی و غذا، مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، ۱۳۹۴، جلد ۳، شماره ۱، صفحات ۱۵ تا ۲۴.

2- Aashima Sharma, Sachin .J. Mane, 2017. Removal of Solids from Hospital Wastewater using Electrocoagulation. International Journal of Engineering Science and Computing, Vol.7, No.6, pp.13313-13315.

3- Perrodin Y, Christine B, Sylvie B, Alain D, Jean-Luc B-K, Cécile C-O, et al., 2013. A priori assessment of ecotoxicological risks linked to building a hospital. Chemosphere, Vol.90, No.3, pp.1037-1046.

4- Parinitha .T. Niranjan, 2017. Kinetic Studies for Hospital Wastewater by Fenton and Electro Fenton Process.

International Journal of Engineering Science and Computing, Vol.7, No.5, pp.11577-11580.

5- Santos LHMLM, Gros M, Rodriguez-Mozaz S, Delerue-Matos C, Pena A, Barceló D, et al., 2013. Contribution of hospital effluents to the load of pharmaceuticals in urban wastewaters: Identification of ecologically relevant pharmaceuticals. Science of The Total Environment, Vol.461–62, pp.302-316.

6- Verlicchi P, Al Aukidy M, Galletti A, Petrovic M, Barceló D., 2012. Hospital effluent: investigation of the concentrations and distribution of pharmaceuticals and environmental risk assessment. Science of the total environment, Vol.430, pp.109-118.

7- . Verlicchi P, Galletti A, Petrovic M, Barceló D., 2010. Hospital effluents as a source of emerging pollutants: An overview of micropollutants and sustainable treatment options. Journal of Hydrology, Vol.389, No.3-4, pp.416-428.

8- Escher BI, Baumgartner R, Koller M, Treyer K, Lienert J, McArdell CS., 2011. Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospital wastewater. Water Research, Vol.45, No.1, pp.75-92.

9- Gautam AK, Kumar S, Sabumon PC., 2007. Preliminary study of physico-chemical treatment options for hospital wastewater. Journal of Environmental Management, Vol.83, No.3, pp.298-306.

10- Emmanuel E, Pierre MG, Perrodin Y., 2009. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. Environment International, Vol.35, No.4, pp.718-726.

11- Jelic A, Gros M, Ginebreda A, Cespedes-Sánchez R, Ventura F, Petrovic M, et al., 2011. Occurrence, partition and removal of pharmaceuticals in sewage water and sludge during wastewater treatment. Water Research, Vol.45, No.3, pp.1165-1176.

12- Baquero F, Martínez J-L, Cantón R., 2008. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. Current Opinion in Biotechnology, Vol.19, No.3, pp.260-265.

13- Mackuľak T, Nagyová K, Faberová M, Grabic R, Koba O, Gál M, et al., 2015. Utilization of Fenton-like reaction for antibiotics and resistant bacteria elimination in different parts of WWTP. Environmental Toxicology and Pharmacology, Vol.40, No.2, pp.492-497.

۱۴- جعفری سلیم، بابک و همکاران، تصفیه فاضلاب بیمارستانی؛ راهکارها، مشکلات و تأثیرات آن بر محیط زیست، سومین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، ۱۳۸۸، مهر، ۱۵-۱۶، تهران، ایران

15- Suarez S, Lema JM, Omil F., 2009. Pre-treatment of hospital wastewater by coagulation– flocculation and flotation. Bioresource Technology, Vol.100, No.7, pp.2138-2146.

16- Munoz M, Garcia-Muñoz P, Pliego G, Pedro ZMd, Zazo JA, Casas JA, et al.,2016. Application of intensified Fenton oxidation to the treatment of hospital wastewater: Kinetics, ecotoxicity and disinfection. Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol.4, No.4, Part A, pp.4107-4112.

17- Jolibois B, Guerbet M, Vassal S., 2003. Detection of hospital wastewater genotoxicity with the SOS chromotest and Ames fluctuation test. Chemosphere, Vol.51, No.6, pp.539-543.

۱۸- فرهودی، میثم و محمودیان، محمود، اثر فاضلاب-های بیمارستانی برروی سیستم‌های تصفیه فاضلاب-های شهری و خطرات زیستی آن، کنفرانس بین المللی آب و فاضلاب، ۱۳۹۰، اردیبهشت، ۷-۸، تهران، ایران

۱۹- گلبابایی کوتنایی، فرشاد، تصفیه فاضلاب با استفاده از نانو فیلتراسیون، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی (نوشیروانی) بابل، دانشکده مهندسی عمران، ۱۳۹۰

۲۰- حسن پوربریجانی، صمد، جلیل، محمد، منگلی زاده، نظام‌الدین و همکاران، ارزیابی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان حکیم جرجانی شهرستان گرگان، پنجمین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار و عمران شهری، ۱۳۹۴، آذر، ۲۶-۲۸، اصفهان، ایران

21- Ferre-Aracil J, Valcárcel Y, Negreira N, de Alda ML, Barceló D, Cardona SC, et al., 2016. Ozonation of hospital raw wastewaters for cytostatic compounds removal. Kinetic modelling and economic assessment of the process. Science of the Total Environment, Vol.556, pp.70-79.