Archive of SID

Journal of Health

Vol. 10, No. 2, Summer 2019, 216-227

Evaluation of Antibiotic Resistance Pattern of Pathogenic Bacteria in the Yasooj Municipal Wastewater Treatment Plant

Ireji E[1], Khodavandi A*[2]

1. Department of Microbiology, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.
2. Department of Biology, Gachsaran Branch, Islamic Azad University, Gachsaran, Iran.
Corresponding author. Tel: +987432331101, Fax: +987432332003, E-mail: alireza_khodavandi@yahoo.com, khodavandi@iaug.ac.ir
ORCHID ID: https://orcid.org/0000-0001-9498-9822

Received: May 13, 2018 Accepted: Oct 29, 2018

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

ABSTRACT

***Background & objectives*:** Wastewater treatment plants represent one of the most important approachs for water conservation. On the other hand, wastewaters can act as a source of antibiotics in aquatic environments. The aim of this study was to evaluate the performance of the Yasooj municipal wastewater treatment plant for removal of *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Listeria monocytogenes* and also the antibiotic resistance pattern of these bacteria.

***Methods*:** In this cross sectional study, samples of inlet, outlet aerated lagoon, outlet settlement lagoon and outlet effluent were collected from the wastewater treatment plant in order to count, isolate, and identify *E. coli*, *P. aeruginosa* and *L. monocytogenes.* Antibiotic resistance pattern was investigated using disk diffusion method for 6 different antibiotics according to CLSI reference method.

***Results*:** *E. coli*, *P. aeruginosa* and *L. monocytogenes* were isolated and identified in all levels of purification of wastewater treatment plants. The effectiveness of sewage treatment processes to remove *E. coli*, *P. aeruginosa* and *L. monocytogenes* was 54.17-99.33 in the outlet effluent. The bacterial isolates showed high rate of resistance against cefixime and trimethoprim-sulfamethoxazole and low resistance to imipenem. Multidrug resistance pattern (double and triple) was observed in bacterial isolates.

***Conclusion*s**: This study showed that antibiotic-resistant bacteria in the outlet effluent are discharged into the environment. Further research needs to be undertaken to improve sewage treatment technologies, thereby producing a better quality treated sewage effluent.

Keywords: Antibiotic; Bacterial resistance; *Escherichia coli*; *Listeria monocytogenes; Pseudomonas aeruginosa;* Wastewater Treatment Plant

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

ارزیابی الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری‌های بیماریزای تصفیه‌خانه فاضلاب شهر یاسوج

احسان ایرجی[1]، علیرضا خداوندی[2]*

۱. کارشناس ارشد میکروبیولووژی، گروه زیست شناسی- میکروبیولوژی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

۲. استادیار میکروبیولوژی، گروه زیست شناسی، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۳۲۳۳۱۱۰۱ ۰۷٤، فکس: ۳۲۳۳۲۰۰۳ ۰۷٤، ایمیل: alireza_khodavandi@yahoo.com ،khodavandi@iaug.ac.ir

کد ارکید: https://orcid.org/0000-0001-9498-9822

چکیده

زمینه و هدف: یکی از راهکارهای حفاظت منابع آبی تصفیه فاضلاب‌ها است. از طرفی فاضلاب‌ها مهمترین منابع ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط‌های آبی هستند. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهری یاسوج در حذف باکتری‌های بیماریزای *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* و سنجش الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی آنها بوده است.

روش کار: در این مطالعه مقطعی، نمونه‌ها از ورودی تصفیه خانه، خروجی لاگون هوادهی، خروجی لاگون ته نشینی و خروجی پساب تصفیه خانه فاضلاب برای جداسازی، شناسایی و شمارش باکتری‌ها جمع آوری شدند. الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری‌ها به ۶ آنتی بیوتیک به روش دیسک دیفیوژن مطابق دستورالعمل استانداردCLSI تعیین گردید.

یافته‌ها: از هر چهار محل تعیین شده باکتری‌ها جداسازی، شناسایی و شمارش شدند. میزان کارایی عملکرد تصفیه خانه در حذف کلی باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در خروجی پساب تصفیه خانه طیف ۱۷/۳۳-٥٤/۹۹ درصد بود. باکتری‌های بیماریزای مورد مطالعه بیشترین مقاومت به آنتی بیوتیک‌های سفکسیم و تری‌متوپریم- سولفامتوکسازول و کمترین مقاومت را نسبت به آنتی بیوتیک ایمی پنم از خود نشان دادند. مقاومت چند تایی (دوتایی و سه تایی) در جدایه‌های باکتری‌ها مشاهده شد.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که باکتری‌های مقاوم به آنتی بیوتیک در پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب در محیط تخلیه می‌شوند. لازم است تحقیقات بیشتری برای بهبود فناوری‌های تصفیه فاضلاب انجام شود، در نتیجه پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب با کیفیت بهتر تولید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی بیوتیک، باکتری‌های مقاوم، *اشریشیا کلی*، *لیستریا مونوسیتوژنز*، *پسودوموناس آئروژینوزا*، تصفیه‌خانه فاضلاب

دریافت: ۹۷/۲/۲۳ **پذیرش:** ۹۷/۸/۷

مقدمه

امروزه فاضلاب تولیدشده توسط جوامع انسانی یکی از مشکلات عدیده زیست محیطی می‌باشد. عواملی از قبیل رشد فزاینده جمعیت، توسعه شهرنشینی و پیشرفت صنایع و تکنولوژی مختلف، موجب افزایش مصرف آب، تولید فاضلاب و آلودگی محیط زیست شده اند. از طرف دیگر به دلیل شرایط اقلیمی خشک و کم آبی مناطق مختلف کشور، حفظ منابع آبی ضروری به نظر می‌رسد. لذا تصفیه فاضلاب‌ها از راهکارهای کاهش آلودگی زیست محیطی و حفاظت

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

از منابع آبی می‌باشد (۱،۲). پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب باید قبل از هر نوع مصرفی از نظر وجود میکروارگانیسم‌های بیماریزا کنترل شوند. چنانچه پساب خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب حاوی فاکتورهای آلاینده دفع باشد، آثار سوءِ ناشی از آن به صورت تهدید در محیط زیست پذیرنده ظاهر می شود (۱-۳).

بر اساس دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، بیماری‌های منتقله از آب، ناشی از آلودگی آب با میکروارگانیسم‌هایی از قبیل باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها، تک یاخته‌ها و کرم‌ها می‌باشد. از جمله این باکتری‌ها که نقش بسیار مهمی در انتقال بیماری ناشی از آلودگی میکروبی آب را دارد، باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* می‌باشد (٤-۶). باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* موجب ایجاد طیف وسیعی از بیماری‌ها از قبیل عفونت‌های گوارشی، عفونت‌های مجاری ادراری، اندوکاردیت، مننژیت، ذات الریه و سپتی سمی در انسان می‌گردند (۷-۱۰). مطالعات نشان داده است که درصد قابل توجهی از باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جدا شده است. فراوانی *اشریشیا کلی* و *پسودوموناس آئروژینوزا* در فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تبریز به ترتیب ۲۵ (۱۹/۲٪) و ۵ (۳/۸٪) گزارش شده است (۱۱). همچنین، بیش از $۱۰^{۲}$ CFU *اشریشیا کلی*/ میلی لیتر در فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اتریش جدا شده است (۱۲). در فاضلاب خروجی و لجن نهایی تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان به ترتیب ۳۸/۵ و ٤۶/۲ درصد *لیستریا مونوسیتوژنز* جدا شده است (۱۳).

مطالعات نشان داده است یکی از مهمترین منابع ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط آبی فاضلاب‌ها می‌باشند. به دلیل متابولیسم ناقص آنتی‌بیوتیک‌ها در بدن، به صورت فعال و تغییر نیافته وارد فاضلاب می‌گردد و قابلیت ایجاد مقاومت دارویی در باکتری‌های موجود در فاضلاب دارند. علاوه بر این، باکتری‌های فلور طبیعی منابع آبی توانایی دریافت پلاسمیدها و سایر عوامل ژنتیکی مقاومت آنتی‌بیوتیکی را از باکتری‌های موجود در فاضلاب دارند (۱۱،۱٤).

پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب یاسوج به رودخانه بشار واریز می‌شود و به عنوان منبع آب کشاورزی و پرورش ماهی استفاده می‌گردد. علاوه بر این، رودخانه بشار یکی از مکان‌های تفریحی این شهر به شمار می‌رود. آلودگی میکروبی پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب یاسوج و ورود به رودخانه، صدمات زیست محیطی بسیاری و بیماری‌های منتقله از آب در انسان و حیوان ایجاد خواهد نمود. لذا بررسی آلودگی میکروبی و تعیین الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب و پیشنهاد راهکار مناسب برای کنترل آلودگی میکروبی ضروری به نظر می‌رسد.

هدف از مطالعه حاضر ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب یاسوج در حذف باکتری‌های بیماریزای *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* با استفاده از روش‌های مرفولوژی، بیوشیمیایی و ملکولی استاندارد بود. علاوه بر این، الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری‌های مورد مطالعه نیز بررسی گردید.

روش کار

جمع‌آوری نمونه

در مطالعه مقطعی حاضر نمونه‌ها از چهار محل تعیین‌شده تصفیه‌خانه فاضلاب شهر یاسوج (ورودی تصفیه‌خانه، خروجی لاگون هواددهی، خروجی لاگون ته نشینی و خروجی پساب تصفیه‌خانه) و از هر محل به تعداد ۱۳ مرتبه، در کل ۵۲ نمونه در ۷ ماه متوالی آبان ۱۳۹۵ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

در هر ۱۳ مرتبه نمونه گیری، از چهار محل تعیین شده تصفیه‌خانه فاضلاب، سه نمونه ۵۰۰ میلی لیتری در شرایط استریل در بطری‌های شیشه ای به صورت تصادفی جمع‌آوری شده و در دمای ۵-٤ درجه سلیسیوس بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. فاضلاب شهر یاسوج توسط ۲۶۸ کیلومتر خطوط انتقال به تصفیه‌خانه فاضلاب وارد می‌شود. تصفیه‌خانه فاضلاب شهر یاسوج از نوع لاگون هوادهی بوده و در ۳ مدول با ظرفیت ٤۳۷۳۹ متر مکعب در روز طراحی شده است. پساب خروجی از این تصفیه‌خانه به رودخانه بشار واریز شده و به منظور آبیاری کشاورزی، پرورش ماهی و مکان تفریحی استفاده می‌گردد.

جدا سازی باکتری‌ها به روش رسوب گیری

به منظور جداسازی باکتری‌ها، ۱۵ میلی لیتر از هر نمونه آب در دور ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ rpm به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سلیسیوس سانتریفوژ شد. نیم میلی لیتر از رسوب حاصل بر روی محیط ائوزین متیلن بلو آگار (EMB, Merck, Darmstadt, Germany) کشت چمنی داده شدند و پس از ۲٤ ساعت گرمخانه گذاری در دمای ۳۷ درجه سلیسیوس، کلنی‌های حاصل به روش کشت چهار قسمتی خالص سازی شدند (۱۶،۱۵).

شناسایی باکتری‌ها

برای شناسایی باکتری‌ها از روش‌های مرفولوژی ظاهری و میکروسکوپی و تست‌های بیوشیمیایی افتراقی TSI، اوره آز، اندول، حرکت، سیمون سیترات، SIM،MR/VP و محیط‌های انتخابی *اشریشیا کلی* کرومو سلکت آگار B (Sigma-Aldrich, Chemicals Co. St. Louis, MO, USA)، استریمید آگار (Merck, Darmstadt, Germany) و پالکام آگار (Merck, Darmstadt, Germany)، باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* شناسایی شدند (۱۷). علاوه بر این، با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز، با استفاده از پرایمر عمومی 16S rRNA شناسایی مولکولی باکتری‌ها انجام شد (۱۸). هویت محصولات PCR با روش توالی یابی DNA با استفاده از سرویس توالی‌یابی 1st BASE, Malaysia انجام شد. تشابه توالی با استفاده از نرم‌افزار BLAST نوکلئوتید در پایگاه داده بانک ژنی NCBI مورد آنالیز قرار گرفت.

شمارش باکتری‌ها

برای شمارش تعداد باکتری‌ها در نمونه‌های آب جمع‌آوری شده از روش تخمیر نه لوله ای MPN و محیط لاکتوز براث (LB, Difco Laboratories, Detroit, Michigan) دارای لوله دورهام استفاده شد. به هر کدام از سه لوله سری اول، دوم و سوم به ترتیب ۱،۱۰ و ۰/۱ میلی لیتر از نمونه آب مورد آزمایش، تلقیح شد و در دمای ۳۷ درجه سلیسیوس به مدت ٤۸ -۲٤ ساعت گرمخانه‌گذاری گردید. سپس لوله‌ها از نظر تولید گاز و همچنین با افزودن معرف فنل رد از نظر تولید اسید مورد بررسی قرار گرفت. تست تاییدی با کشت بر روی محیط‌های *اشریشیا کلی* کرومو سلکت آگار، استریمید آگار و پالکام آگار تعداد باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در هر صد میلی لیتر نمونه آبی تعیین گردید. همچنین کارایی عملکرد تصفیه‌خانه در حذف باکتری‌های بیماریزای *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* محاسبه شد (۱۹). علاوه بر این، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی از قبیل دما، مقدار کلر و اسیدیته نمونه‌ها توسط دستگاه اندازه‌گیری چند پارامتری (HQD, HACH Company, USA) و میزان کدورت توسط دستگاه کدورت سنج (2100Q, HACH) سنجش شدند.

حساسیت سنجی باکتری‌ها به روش دیسک دیفیوژن

مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری‌های جداسازی شده مطابق دستورالعمل استاندارد M02-M100-S25, CLSI, A12 (۲۰،۲۱) تعیین گردید. برای اطمینان از

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

فاز لگاریتمی رشد، دو بار کشت مجدد از باکتری‌ها تهیه شد و سوسپانسیون میکروبی استاندارد با غلظت نیم مک فارلند $10^8 \times 5-1$ سلول باکتریایی در میلی‌لیتر در سرم فیزیولوژی تهیه شد. حدود ۳-۲ کلنی از هر نمونه باکتری به ۲ میلی لیتر ازمحیط کشت نوترینت براث (NB, Merck, Darmstadt, Germany) استریل اضافه و ورتکس نموده و یک بار شستشو داده شدند. با استفاده از اسپکتروفتومتر (UNICO 2150-UV, USA) در طول موج ۶۳۰ نانومتر تراکم سلول‌ها را در حدود $10^8 \times 5-1$ سلول باکتریایی در میلی لیتر برای دستیابی به غلظت معادل مک فارلند تنظیم گردید و با روش ویبل کانت مورد تایید قرار گرفت. پس از تهیه سوسپانسیون میکروبی از هر نمونه باکتریایی، ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون را در سطح پلیت ۹ سانتی متری حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار (MHA, Merck, Darmstadt, Germany) به صورت کشت چمنی تلقیح و به مدت ۱۵ دقیقه در زیر هود میکروبیولوژی خشک شد. سپس دیسک‌های آنتی‌بیوتیک‌های بتالاکتام: سفکسیم (۵ میکروگرم)، ایمی پنم (۱۰ میکروگرم)، آنتی‌بیوتیک کوئینولون: سیپروفلوکساسین (۵ میکروگرم)، آنتی‌بیوتیک‌های آمینوگلیکوزید: جنتامایسین (۱۰ میکروگرم)، کانامایسین (۳۰ میکروگرم) و آنتی‌بیوتیک سولفانامید: تری متوپریم- سولفامتوکسازول (۲۵ میکروگرم) (MAST, UK)، به فاصله ۳-۲/۵ سانتیمتر قرار داده شدند. پلیت‌ها به مدت ۲٤ ساعت در ۳۷ درجه سلیسیوس انکوبه شدند و سپس قطرهاله ممانعت از رشد در اطراف دیسک به وسیله خط کش میلیمتری مورد بررسی قرار گرفت. سپس با جدول استاندارد مقایسه و نتایج به صورت مقاوم، حدواسط و حساس بر اساس استاندارد CLSI ثبت گردید. آزمایش‌ها به صورت ۲ تکرار ۳ تایی انجام گرفت.

طرح مطالعه و آنالیز آماری

این مطالعه مقطعی به صورت طرح کاملاً تصادفی و آزمایش‌ها به صورت ۲ تکرار ۳ تایی انجام گرفت. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده نرم افزار آماری SPSS-23 (SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد. اختلاف درون گروه‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت. مقدار p-value کمتر از ۰/۰۵ به عنوان اختلاف معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر از هر چهار محل تعیین شده فاضلاب شهر یاسوج باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* جداسازی، شناسایی و شمارش شدند. باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* جدا شده در چهار محل تعیین شده ورودی تصفیه‌خانه، خروجی لاگون هواددهی، خروجی لاگون ته نشینی و خروجی پساب تصفیه‌خانه در جدول ۱ نمایش داده شده است. میانگین شمارش کلی باکتری‌ها و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی سنجش شده در محل‌های نمونه گیری شده در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اختلاف معنادار بین ورودی تصفیه‌خانه و خروجی پساب تصفیه‌خانه در کاهش تعداد باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* وجود داشت ($p<۰/۰۵$).

همچنین نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان داد که در خروجی پساب تصفیه‌خانه *اشریشیا کلی* جداشده با دو باکتری دیگر مورد مطالعه تفاوت معنادار داشت.

با توجه به نتایج تست تاییدی، میزان کارایی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب یاسوج در حذف کلی باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در خروجی پساب تصفیه‌خانه *طیف* ۱۷/۳۳-٥٤/۹۹ درصد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی در بین جدایه‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در ٤ محل نمونه گیری آب در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی نشان داد که در جدایه‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* بیشترین مقاومت مربوط به آنتی‌بیوتیک‌های سفکسیم و تری متوپریم-سولفامتوکسازول و کمترین میزان مقاومت را نسبت به آنتی‌بیوتیک ایمی پنم از خود نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد که الگوی مقاومت جدایه‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* نیز مشابه بوده است، در هر سه باکتری در محل‌های ورودی تصفیه‌خانه بیشترین مقاومت آنتی‌بیوتیک سفکسیم، در خروجی لاگون هواددهی وخروجی لاگون ته نشینی بیشترین مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های سفکسیم و تری‌متوپریم-سولفامتوکسازول مشاهده شد. در حالی که باکتری‌ها در خروجی پساب تصفیه‌خانه بیشترین مقاومت در ابتدا مربوط به آنتی‌بیوتیک تری متوپریم-سولفامتوکسازول و سپس سفکسیم نشان دادند. از میان ۶ آنتی‌بیوتیک مورد مطالعه در آخرین بخش نمونه گیری از تصفیه‌خانه یعنی خروجی پساب تصفیه‌خانه در باکتری‌های مورد مطالعه مقاومت به سه آنتی‌بیوتیک سفکسیم، تری متوپریم-سولفامتوکسازول و کانامایسین باقی ماند. در جدایه‌های *پسودوموناس آئروژینوزا* علاوه بر سه آنتی‌بیوتیک سفکسیم، تری متوپریم-سولفامتوکسازول و کانامایسین، مقاومت به سیپروفلوکساسین در خروجی پساب تصفیه‌خانه مشاهده گردید. مقاومت چند تایی (دوتایی و سه‌تایی) در جدایه‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* مشاهده شد. مقاومت چند تایی در ورودی تصفیه‌خانه در باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* به ترتیب ۳۰/۷۷ درصد، ۳۰/۷۷ درصد و ۵۳/۸۵ درصد و در خروجی لاگون هواددهی *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* به ترتیب ۳۸/٤۶ درصد، ۵۳/۸۵ درصد و ۲۳/۰۸ درصد بود. همچنین در خروجی لاگون ته نشینی مقاومت چند تایی در باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* به ترتیب ۳۸/٤۶ درصد، ۱۵/۳۹ درصد و ۶۹/۲۳ درصد و در خروجی پساب تصفیه‌خانه به ترتیب ۳۰/۷۷ درصد، ۶۹/۲۳ درصد و ۷/۶۹ درصد مشاهده گردید.

جدول ۱. جداسازی باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در تصفیه‌خانه یاسوج

	ورودی تصفیه‌خانه			خروجی لاگون هواددهی			خروجی لاگون ته نشینی			خروجی پساب تصفیه‌خانه		
باکتری‌های جداشده/ دفعات نمونه‌گیری	*اشریشیا کلی*	*پسودوموناس آئروژینوزا*	*لیستریا مونوسیتوژنز*	*اشریشیا کلی*	*پسودوموناس آئروژینوزا*	*لیستریا مونوسیتوژنز*	*اشریشیا کلی*	*پسودوموناس آئروژینوزا*	*لیستریا مونوسیتوژنز*	*اشریشیا کلی*	*پسودوموناس آئروژینوزا*	*لیستریا مونوسیتوژنز*
۱	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
۲	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
۳	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
٤	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۵	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۶	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
۷	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

۸	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۹	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
۱۰	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۱۱	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۱۲	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
۱۳	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

جدول ۲. میانگین MPN باکتری‌ها و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب در تصفیه‌خانه یاسوج

دفعات نمونه گیری	خانه‌ورودی تصفیه					خروجی لاگون هواددهی				
	MPN	دما	کدورت	مقدار کلر	اسیدیته	MPN	دما	کدورت	مقدار کلر	اسیدیته
۱	۲۴۰۰±	۲۲/۰±	۲۰۲/۰±	۰/۰±	۷/۱۳±	۲۴۰۰±	۱۹/۰±	۱۰۳/۰±	۰/۰±	۷/۳۶±
	۲۲/۱	۰/۰۷	۱/۲۱	۰	۰/۰۴	۲۶/۱	۰/۰۴	۰/۹۱	۰	۰/۰۱
۲	۲۴۰۰±	۲۰/۰±	۱۹۸/۰±	۰/۰±	۷/۱۹±	۱۱۰۰±	۱۷/۰±	۱۰۶/۰±	۰/۰±	۷/۲۵±
	۲۶/۱	۰/۰۲	۱/۶۱	۰	۰/۰۴	۱۷/۷	۰/۰۴	۱/۰۱	۰	۰/۰۵
۳	۲۴۰۰±	۲۵/۸±	۱۳۳/۰±	۰/۰±	۷/۱۶±	۱۱۰۰±	۱۸/۰±	۱۲۷/۰±	۰/۰±	۷/۸۰±
	۲۳/۱	۰/۰۲	۱/۷۶	۰	۰/۰۱	۱۶/۲	۰/۰۱	۰/۹۹	۰	۰/۰۲
۴	۲۴۰۰±	۲۲/۲±	۳۱۴/۰±	۰/۰±	۷/۴۰±	۱۱۰۰±	۱۵/۳±	۶۶/۴±	۰/۰±	۷/۸۰±
	۲۲/۷	۰/۰۲	۱/۳۲	۰	۰/۰۴	۱۵/۹	۰/۰۴	۰/۹۱	۰	۰/۰۴
۵	۲۴۰۰±	۲۱/۵±	۲۶۷/۰±	۰/۰±	۷/۶۰±	۲۴۰۰±	۱۶/۵±	۱۰۹/۰±	۰/۰±	۷/۸۰±
	۲۳/۳	۰/۰۳	۱/۳۳	۰	۰/۰۳	۲۵/۱	۰/۰۲	۱/۰۰	۰	۰/۰۵
۶	۲۴۰۰±	۲۰/۲±	۲۴۱/۰±	۰/۰±	۷/۹۰±	۲۴۰۰±	۱۳/۲±	۲۳۶/۰±	۰/۰±	۸/۰۰±
	۲۲/۶	۰/۰۲	۱/۳۵	۰	۰/۰۸	۲۶/۱	۰/۰۷	۱/۴۴	۰	۰/۰۶
۷	۲۴۰۰±	۱۹/۲±	۳۵۰/۰±	۰/۰±	۸/۲۰±	۲۴۰۰±	۱۲/۶±	۱۳۴/۰±	۰/۰±	۸/۱۰±
	۲۶/۱	۰/۰۴	۱/۶۶	۰	۰/۰۶	۲۳/۵	۰/۰۳	۱/۱۱	۰	۰/۰۷
۸	۲۴۰۰±	۱۹/۷±	۱۹۳/۰±	۰/۰±	۷/۱۸±	۲۴۰۰±	۱۲/۶±	۱۳۸/۰±	۰/۰±	۷/۴۴±
	۲۵/۱	۰/۰۵	۱/۹۸	۰	۰/۰۵	۲۲/۱	۰/۰۹	۱/۰۰	۰	۰/۰۳
۹	۲۴۰۰±	۱۹/۵±	۲۰۷/۰±	۰/۰±	۷/۱۶±	۲۴۰۰±	۱۳/۰±	۱۱۰/۰±	۰/۰±	۷/۳۶±
	۲۲/۵	۰/۰۴	۱/۵۵	۰	۰/۰۲	۲۱/۱	۰/۰۴	۱/۱۱	۰	۰/۰۷
۱۰	۲۴۰۰±	۱۷/۰±	۱۵۷/۰±	۰/۰±	۷/۱۶±	۲۴۰۰±	۱۴/۵±	۵۹/۳±	۰/۰±	۷/۴۸±
	۲۵/۳	۰/۰۳	۱/۵۴	۰	۰/۰۷	۲۲/۹	۰/۰۱	۰/۸۱	۰	۰/۰۶
۱۱	۲۴۰۰±	۱۹/۰±	۱۹۳/۰±	۰/۰±	۷/۳۲±	۲۴۰۰±	۱۳/۵±	۱۶۴/۰±	۰/۰±	۷/۲۵±
	۲۷/۵	۰/۰۴	۱/۸۸	۰	۰/۰۸	۲۱/۷	۰/۰۵	۱/۳۱	۰	۰/۰۱
۱۲	۲۴۰۰±	۱۹/۸±	۲۷۵/۰±	۰/۰±	۷/۰۹±	۲۴۰۰±	۱۲/۹±	۷۴/۰±	۰/۰±	۷/۳۱±
	۲۶/۱	۰/۰۶	۱/۴۴	۰	۰/۰۴	۲۶/۷	۰/۰۴	۱/۰۰	۰	۰/۰۱
۱۳	۲۴۰۰±	۱۸/۸±	۲۶۱/۰±	۰/۰±	۷/۵۰±	۲۴۰۰±	۱۲/۲±	۱۷۱/۰±	۰/۰±	۷/۹۰±
	۲۳/۷	۰/۰۲	۱/۸۴	۰	۰/۰۳	۲۳/۴	۰/۰۱	۱/۴۴	۰	۰/۰۴

دفعات نمونه گیری	خروجی لاگون ته نشینی					خانه‌خروجی پساب تصفیه				
	MPN	دما	کدورت	مقدار کلر	اسیدیته	MPN	دما	کدورت	مقدار کلر	اسیدیته
۱	۱۱۰۰±	۱۱/۶±	۲۳/۵±	۰/۰±	۷/۱۸±	۲۶±	۱۱/۰±	۲۱/۵±	۰/۰۵±	۷/۰۹±
	۱۹/۴	۰/۰۷	۰/۲۹	۰	۰/۰۴	۲/۷	۰/۰۶	۰/۴۵	۰	۰/۰۳
۲	۱۱۰۰±	۱۲/۰±	۲۶/۵±	۰/۰±	۷/۱۶±	۳۳±	۱۱/۱±	۲۴/۲±	۰/۰۲±	۷/۲۲±
	۱۷/۴	۰/۰۶	۰/۴۴	۰	۰/۰۷	۲/۲	۰/۰۴	۰/۳۶	۰	۰/۰۸
۳	۱۱۰۰±	۱۶/۴±	۲۴/۳±	۰/۰±	۷/۵۰±	۹۳±	۱۶/۵±	۲۲/۷±	۰/۰۱±	۷/۰۹±
	۲۰/۷	۰/۰۹	۰/۴۸	۰	۰/۰۶	۱/۹	۰/۰۷	۰/۵۶	۰	۰/۰۵
۴	۱۱۰۰±	۱۴/۶±	۲۴/۱±	۰/۰±	۸/۳۰±	۲۸±	۱۴/۵±	۲۰/۲±	۰/۰۴±	۸/۹۰±
	۱۸/۲	۰/۰۷	۰/۶۷	۰	۰/۰۳	۲/۱	۰/۰۷	۰/۲۴	۰	۰/۰۶
۵	۱۱۰۰±	۱۱/۵±	۲۵/۶±	۰/۰±	۸/۱۰±	۱۱۰۰±	۱۱/۹±	۲۳/۴±	۰/۰±	۸/۶۰±
	۱۹/۱	۰/۰۴	۰/۶۵	۰	۰/۰۱	۱۶/۸	۰/۰۵	۰/۲۲	۰	۰/۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

۶	۲٤۰۰± ۲۳/۱	۱۱/۲± ۰/۰۵	۲۶/۶± ۰/۲۳	۰/۰± ۰	۸/۲۰± ۰/۰۶	۱۱۰۰± ۱۶/۷	۱۱/۲± ۰/۰۵	۲٤/۲± ۰/٤٤	۰/۰± ۰	۸/۳۰± ۰/۰۶
۷	۱۱۰۰± ۱۷/۲	۱۰/۹± ۰/۰۳	۲٤/۶± ۰/٤۳	۰/۰± ۰	۷/۵۰± ۰/۰۶	۲۱± ۲/۲	۱۰/۷± ۰/۰۶	۲٤/۵± ۰/٤٤	۰/۰۵± ۰	۷/۷۰± ۰/۰۶
۸	۱۱۰۰± ۱۶/۸	۱۰/۳± ۰/۰٤	۲٤/۹± ۰/۵۵	۰/۰± ۰	۷/۱۷± ۰/۰۷	۱۶± ۱/۱	۹/۸± ۰/۰۶	۲۳/۵± ۰/۳٤	۰/۰۸± ۰	۷/۳۱± ۰/۰۵
۹	۱۱۰۰± ۱۷/٤	۱۱/۲± ۰/۰۸	۲۹/٤± ۰/٤٤	۰/۰± ۰	۷/۲۰± ۰/۰۸	٤۸۰± ۳/۱	۱۰/۵± ۰/۰۲	۲۳/۸± ۰/۶۵	۰/۱± ۰	۷/۱۸± ۰/۰۵
۱۰	۱۱۰۰± ۱۹/۲	۱۰/۷± ۰/۰۸	۲۶/۳± ۰/۱۱	۰/۰± ۰	۷/۱۶± ۰/۰۲	۱۱۰۰± ۱۹/۷	۱۰/۵± ۰/۰٤	۲٤/۲± ۰/۳٤	۰/۰± ۰	۷/۲۶± ۰/۰۳
۱۱	۲٤۰۰± ۲۳/۷	۱۰/۵± ۰/۰٤	۲٤/۲± ۰/۵۵	۰/۰± ۰	۷/۰۲± ۰/۰۲	۱۱۰۰± ۱۵/۹	۱۰/۰± ۰/۰۱	۲۳/۲± ۰/۲۶	۰/۰± ۰	۷/۳۲± ۰/۰۶
۱۲	۲٤۰۰± ۲٤/۳	۹/۸± ۰/۰۳	۲۱/۶± ۰/۶۷	۰/۰± ۰	۷/۱۹± ۰/۰۸	٤۳± ۲/۳	۹/۸± ۰/۰۸	۲۶/۲± ۰/٤۷	۰/۰٤± ۰	۷/٤۲± ۰/۰۱
۱۳	۲٤۰۰± ۲۱/۷	۱۰/۱± ۰/۰۶	۳۶/۰± ۰/۲۳	۰/۰± ۰	۷/۳۰± ۰/۰٤	۲۳± ۱/۲	۹/۸± ۰/۰۶	۳۱/۶± ۰/۵۵	۰/۰۵± ۰	۸/۱۰± ۰/۰۸

جدول ۳. الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* نمونه‌های آب در تصفیه‌خانه یاسوج

باکتری‌های جدا شده/ دفعات نمونه گیری	ورودی تصفیه‌خانه			خروجی لاگون هواددهی			خروجی لاگون ته نشینی			خروجی پساب تصفیه‌خانه		
	حساس (درصد)	حدواسط (درصد)	مقاوم (درصد)	حساس (درصد)	حدواسط (درصد)	مقاوم (درصد)	حساس (درصد)	حدواسط (درصد)	مقاوم (درصد)	حساس (درصد)	حدواسط (درصد)	مقاوم (درصد)
اشریشیا کلی												
سفکسیم	۳۸/٤۶	-	۶۱/۵٤	۲۳/۰۸	۳۸/٤۶	۳۸/٤۶	۶۱/۵٤	-	۳۸/٤۶	۶۱/۵٤	-	۳۸/٤۶
ایمی پنم	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
سیپروفلوکساسین	۵۳/۸۵	۳۸/٤۶	۷/۶۹	۱۰۰	-	-	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹	۹۲/۳۰	۷/۶۹	-
جنتامایسین	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
کانامایسین	۵۳/۸۵	۳۰/۷۷	۱۵/۳۹	۵۳/۸۵	۱۵/۳۹	۳۰/۷۷	۷۶/۹۲	۱۵/۳۹	۷/۶۹	۶۹/۲۳	۱۵/۳۹	۱۵/۳۹
تری متوپریم– سولفامتوکسازول	۳۰/۷۷	۳۰/۷۷	۳۸/٤۶	۱۵/۳۹	٤۶/۱۵	۳۸/٤۶	٤۶/۱۵	۱۵/۳۹	۳۸/٤۶	۳۸/٤۶	۱۵/۳۹	٤۶/۱۵
پسودوموناس آئروژینوزا												
سفکسیم	۱۵/۳۹	۷/۶۹	۷۶/۹۲	۷/۶۹	۳۸/٤۶	۵۳/۸۵	۵۳/۸۵	۷/۶۹	۳۸/٤۶	۳۰/۷۷	-	۶۹/۲۳
ایمی پنم	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
سیپروفلوکساسین	۶۱/۵٤	۳۰/۷۷	۷/۶۹	۶۱/۵٤	۳۸/٤۶	-	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹	۷۶/۹۲	۷/۶۹	۱۵/۳۹
جنتامایسین	۹۲/۳۰	۷/۶۹	-	۸٤/۶۲	۱۵/۳۹	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
کانامایسین	۶۱/۵٤	۱۵/۳۹	۲۳/۰۸	۲۳/۰۸	۳۰/۷۷	٤۱/۱۵	۵۳/۸۵	۳۰/۷۶	۱۵/۳۹	۳۸/٤۶	-	۶۱/۵٤
تری متوپریم– سولفامتوکسازول	۳۰/۷۷	۳۸/٤۶	۳۰/۷۷	۷/۶۹	۳۰/۷۷	۶۱/۵٤	٤۶/۱۵	۱۵/۳۹	۳۸/٤۶	۲۳/۰۸	-	۷۶/۹۲
لیستریا مونوسیتوژنز												
سفکسیم	٤۶/۱۵	۱۵/۳۹	۳۸/٤۶	٤۶/۱۵	۷/۶۹	٤۶/۱۵	٤۶/۱۵	۱۵/۳۹	۳۸/٤۶	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹
ایمی پنم	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
سیپروفلوکساسین	۷۶/۹۲	-	۲۳/۰۸	۶۹/۲۳	۳۰/۷۷	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
جنتامایسین	۶۹/۲۳	۷/۶۹	۲۳/۰۸	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	-	-
کانامایسین	۵۳/۸۵	-	٤۶/۱۵	۵۳/۸۵	-	٤۶/۱۵	۶۹/۲۳	-	۳۰/۷۶	۹۲/۳۰	-	۷/۶۹
تری متوپریم– سولفامتوکسازول	۳۰/۷۷	۷/۶۹	۶۱/۵٤	۲۳/۰۸	-	۷۶/۹۲	۲۳/۰۸	-	۷۶/۹۲	۶۹/۲۳	۷/۶۹	۲۳/۰۸

بحث

یکی از بهترین راهکارهای کاهش آلودگی زیست‌محیطی و حفاظت از منابع آبی، تصفیه فاضلاب تولیدشده توسط جوامع انسانی می‌باشد. استفاده از پساب خروجی تصفیه فاضلاب حاصل از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب زمانی قابل اعتماد است که از نوع فاکتورهای

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

آلاینده کاملاً تصفیه شده باشد (۱-۳). مطالعات نشان داده که پساب خروجی حاصل از تصفیه اولیه و ثانویه انجام شده بر روی فاضلاب‌ها، حاوی مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها بوده که در صورت تخلیه به منابع آب آثار سوءِ ناشی از آن به صورت تهدید در محیط زیست پذیرنده ظاهر می‌گردد (۳). از یک طرف بیماری‌های منتقله از آب، ناشی از آلودگی آب با میکروارگانیسم‌ها و از طرف دیگر شیوع مقاومت آنتی‌بیوتیکی به عنوان یک مشکل عدیده در مراکز بالینی انسانی و حیوانی در سراسر جهان مطرح می‌باشد. با گسترش اهداف تصفیه فاضلاب، لزوم بررسی عملکرد تصفیه‌خانه‌ها و اصلاح و بهینه‌سازی سیستم‌های تصفیه موجود اهمیت زیادی پیدا نموده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در طی ۵ ماه در تعداد ۱۳ مرتبه در نمونه‌های جمع‌آوری شده از چهار محل تعیین شده ورودی تصفیه‌خانه، خروجی لاگون هوادهی، خروجی لاگون ته نشینی و خروجی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر یاسوج جدا سازی و شناسایی شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که فرایند تصفیه فاضلاب شهر یاسوج قادر به کاهش معنادار باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* بوده است ($p<۰/۰۵$) ولی قادر به حذف کامل باکتری‌های مورد مطالعه نبوده است. میزان کارایی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب در حذف کلی باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در خروجی پساب تصفیه‌خانه طیف ۹۹/۳۳-۵٤/۱۷ درصد بود. در مطالعه نویدجوی و همکاران (۱۳) در بررسی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان در حذف گونه‌های بیماریزای *لیستریا* نشان دادند که لجن خام، لجن تثبیت شده و لجن خشک شده به حداقل یکی از گونه‌های *مونوسیتوژنز*، *ایناکوآ* و *سیلیگری* آلوده بودند. کارایی‌هاضم‌های بی هوازی در حذف گونه‌های *لیستریا مونوسیتوژنز*، *ایناکوآ* و *سیلیگری* به ترتیب ٦٤/۷، ۳۹/۷۲ و ۱۰۰ درصد و کارایی بسترهای لجن خشک کن برای حذف گونه‌های *مونوسیتوژنز* و *ایناکوآ* به ترتیب ۷۳/٤ و ۹۶/۶۸ درصد تعیین گردید. نتایج فرشچیان و همکاران (۱۱) نشان داد که راندمان تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تبریز در کاهش کلی فرم‌ها کمتر از یک لگاریتم بوده و تفاوت در تعداد کلنی باکتری‌ها در فاضلاب ورودی و پساب خروجی به جزءِ برای *استافیلوکوک*‌ها معنادار نبوده است. علاوه براین، در فاضلاب ورودی، *آئروموناس*‌ها و در پساب خروجی، *استافیلوکوک*‌ها بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. نورمرادی و همکاران (۲۲) عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر ایلام در حذف کل کلی فرم و کلی فرم مدفوعی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که میزان بازدهی کل کلی فرم‌ها و کلی فرم‌های مدفوعی توسط سیستم لاگون‌های هوادهی تصفیه‌خانه فاضلاب به ترتیب برابر ۲۳/۷۵ درصد و ۵۱/۸۵ درصد بود. همچنین تقوی راد و همکاران (۲۳) نشان دادند که بازدهی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان تخصصی و فوق تخصصی مهر اهواز در حذف باکتری‌های کلی فرم ۹۲ درصد بود.

در مطالعه حاضر، باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* نسبت به ۶ آنتی‌بیوتیک مورد مطالعه الگوی مقاومت یکسانی را در هر ٤ محل نمونه گیری ارائه دادند. نتایج نشان داد که در هر سه نوع باکتری مورد مطالعه بیشترین مقاومت مربوط به آنتی‌بیوتیک‌های سفکسیم و تری متوپریم- سولفامتوکسازول و کمترین میزان مقاومت را نسبت به آنتی‌بیوتیک ایمی‌پنم از خود نشان دادند. در جدایه‌های *اشریشیا کلی* میزان مقاومت تری متوپریم- سولفامتوکسازول در خروجی پساب نسبت به ورودی تصفیه‌خانه افزایش معنادار داشته است ($p<۰/۰۵$). در

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

جدایه‌های *پسودوموناس آئروژینوزا*، میزان مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های سیپروفلوکساسین، کانامایسین و تری متوپریم- سولفامتوکسازول در خروجی پساب نسبت به ورودی تصفیه‌خانه افزایش معنادار یافته است ($p<۰/۰۵$). برعکس، در جدایه‌های *لیستریا مونوسیتوژنز* مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها در خروجی پساب نسبت به ورودی تصفیه‌خانه کاهش معنادار یافته است ($p<۰/۰۵$). همچنین میزان تغییر مقاومت چندتایی به آنتی‌بیوتیک‌ها در خروجی پساب نسبت به ورودی تصفیه‌خانه در جدایه‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* به ترتیب بدون تغییر، افزایش و کاهش نشان دادند. نتایج فرشچیان و همکاران (۱۱) نشان داد که *انتروباکترها* نسبت به سایر باکتری‌ها دارای حساسیت بیشتری بودند. میزان مقاومت در آنتی‌بیوتیک‌های گروه پنی سیلین بالاتر از سایر آنتی‌بیوتیک‌ها بود. جدایه‌های *اشریشیا کلی* بالاترین میزان مقاومت را نسبت به آمپی سیلین، آموکسی‌سیلین، تتراسایکلین و کوتریموکسازول نشان دادند. علاوه بر این، میزان مقاومت در تمامی گونه‌ها در پساب نسبت به فاضلاب ورودی افزایش یافته بود. باکتری‌ها موجودات هوشمندی هستند که در شرایط نامساعد دچار تغییرات ژنتیکی می‌گردند. رهاشدن آنتی‌بیوتیک‌ها در فاضلاب‌ها موجب تغییرات ژنتیکی در باکتری‌ها و منجر به مقاوم شدن آنها به آنتی‌بیوتیک‌ها می‌گردد. از طرفی ژن‌های مقاومت به آنتی‌بیوتیک از یک باکتری‌های دیگر انتقال می‌یابد (۲٤).

مطالعات گوناگون ارتباط بین باکتری‌های موجود در فاضلاب و میزان مقاومت به آنتی‌بیوتیک در باکتری‌های موجود در محیط‌های آبی را ثابت کرده است. دبمنتال[1] و همکاران (۲۵) میزان شیوع مقاومت آنتی‌بیوتیکی را در بین جدایه‌های باکتریایی از نمونه‌های مختلف محیطی از قبیل نمونه‌های آب، خاک زمین‌های کشاورزی و نمونه‌های بالینی ادرار و چرک گلو بررسی و الگوهای مقاومت آنها را تعیین نمودند. در مجموع ۸۷ باکتری متعلق به ۱۳ جنس مختلف جدا شد که بالاترین میزان مقاومت مربوط به آموکسی سیلین (۸۲/۷۵٪) بود. تعیین الگوی مقاومت نشان داد که اکثر جدایه‌ها مقاومت چندتایی داشتند. سه نمونه *پسودوموناس آئروژینوزا* جدا شده از آب و یک نمونه بالینی به هر ۹ نوع آنتی‌بیوتیک مورد مطالعه مقاومت نشان دادند. رینتالر[2] و همکاران (۱۲) الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی ۷۶۷ جدایه *اشریشیا کلی* را در فاضلاب‌های بیمارستانی و شهری در برابر ۲٤ آنتی‌بیوتیک مختلف بررسی نمودند. بالاترین میزان مقاومت مربوط تتراسایکلین (۵۷٪)، سپس سفالوتین (۳۵٪)، آمپی سیلین (۱۸٪)، نالیدیکسیک اسید (۱۵٪) و تری متوپریم- سولفامتوکسازول (۱۳٪) بود. در مطالعه قانع و همکاران (۲۶) از ۳۲۰ جدایه باکتریایی جمع‌آوری شده از فاضلاب‌های بیمارستانی بیشترین فراوانی مربوط به *اشریشیا کلی* (۳۳٪) و *پسودوموناس آئروژینوزا* (۱۷٪) بود. الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی نشان‌دهنده مقاومت چندتایی بود. جنتامیسین و سفتریاکسون موثرترین آنتی‌بیوتیک و آمپی سیلین کمترین تاثیر را بر باکتری‌ها داشتند. اوجاجاره[3] و همکاران (۲۷) کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب آفریقای جنوبی از نظر وجود باکتری *لیستریا* و الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه مذکور گونه‌های *لیستریا ایناکوآ* و *ایوانووی* از نمونه‌های آب جدا شد. از میان ۲۰ آنتی‌بیوتیک مورد مطالعه الگوی متفاوت مقاومت ۹۱-٤/۵ درصدی به ۱۷ آنتی‌بیوتیک مشاهده شد. بالاترین مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های پنی سیلین جی، آمپی سیلین، اریترومایسین و سولفامتوکسازول و بالاترین حساسیت به

[1] Debmandal

[2] Reinthaler
[3] Odjadjare

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

آنتی‌بیوتیک‌های آزترئونام، مروپنم و ارتاپنم مشاهده گردید. علاوه بر این، در ۹۵/۷ درصد موارد مقاومت چندتایی مشاهده شد. ضروری است مکانیسم‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های جدا شده از هر چهار محل تصفیه‌خانه فاضلاب تعیین و مقایسه گردد که از محدودیت پژوهش حاضر بوده است.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق حضور باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب و مقاومت به چند آنتی‌بیوتیک را نشان داد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که فرآیندهای متداول تصفیه‌خانه فاضلاب هر چند موجب کاهش معنادار باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* شد ولی ماندگاری و مقاوم‌ترشدن تعدادی از باکتری‌ها در پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب نیازمند فرایندهای تصفیه کامل‌تری می‌باشد. تعدادی از باکتری‌های *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* توانایی ماندگاری طولانی مدت در محیط دارند و به عنوان مخازن بالقوه ژن‌های مقاومت دارویی، باعث انتقال ژن‌های مقاومت شوند، از این رو تجهیز تصفیه‌خانه‌ها به فرآیندهای تصفیه پیشرفته می‌تواند در کاهش گونه‌های مقاوم باکتری‌ها موثر واقع گردد. به دلیل پیچیدگی عوامل موثر در ایجاد مقاومت دارویی در باکتری‌های محیطی، انجام تحقیقات دوره ای و جامع برای پایش توسعه مقاومت آنتی‌بیوتیکی ضروری است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه با عنوان «ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر یاسوج در حذف باکتری‌های بیماریزای *اشریشیا کلی*، *پسودوموناس آئروژینوزا* و *لیستریامونوسیتوژنز*» در مقطع کارشناسی ارشد و کد ۱۲ است که با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج اجرا شده است.

References

1-Majlesi Nasr M, Yazdanbakhsh AR. Study on wastewater treatment systems in hospitals of Iran. Iranian J. Environ. Health Sci. Eng. 2008; 5(3): 211-15. (In Persian).
2-Sadat SA, Amin MM, Jamshidi A, Hasani A. Comparison the effect of disinfection of Yasuj sewage effluent with UV/Paa/Naocl combined treatment: a pilot plant study. Armaghane Danesh. 2008; 13(3): 91-100. (In Persian).
3-Amin MT, Alazba AA, Manzoor U. A review of removal of pollutants from water/wastewater using different types of nanomaterials. Adv. Mater. Sci. Eng. 2014; 2014: 825910.
4-U.S. Environmental Protection Agency. Water security initiative: Guidance for building laboratory capabilities to respond to drinking water contamination. EPA 817-R-13-001, 2013. 1-53.
5-World Health Organization. Guidelines for drinking –water quality. Washington: WHO, 2011. 1-518.
6-World Health Organization. Guidelines for drinking –water quality. Washington: WHO, 2017. 1-120.
7-Mena KD, Gerba CP. Risk assessment of *Pseudomonas aeruginosa* in water. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 2009; 201: 71-115.
8-Semenza JC, Herbst S, Rechenburg A, Suk JE, Höser C, Schreiber C, Kistemann T. Climate change impact assessment of food- and waterborne diseases. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 2012; 42(8): 857-90.
9-Ferranti G, Marchesi I, Favale M, Borella P, Bargellini A. Aetiology, source and prevention of waterborne healthcare-associated infections: a review. J. Med. Microbiol. 2014; 63(Pt 10): 1247-59.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 13:47 IRDT on Tuesday July 16th 2019

10-Falkinham JO, Pruden A, Edwards M. Opportunistic premise plumbing pathogens: increasingly important pathogens in drinking water. Pathogens. 2015; 4(2): 373-86.
11-Farshchian, MR., Roshani, M., Dehghanzadeh Reihani, R. Determination of antibiotic resistance pattern in bacteria isolated from municipal wastewater treatment plant. J. Mazandaran Univ. Med. Sci. 2015; 25(126): 11-21. (In Persian).
12-Reinthaler FF, Posch G, Feierl G, Wust D, Haas G, Ruckenbauer F, Marth E. Antibiotic resistance of *E. coli* in sewage and sludge. Water Res. 2003; 37:1685-90.
13-Navidjouy N, Jalali M, Khorsandi H, Movahedian H. Study of sludge processing units efficiency in north Isfahan wastewater treatment plant to remove *Listeria* species. Iranian J. Environ. Health Sci. Eng. 2014; 7(1): 65-72. (In Persian).
14-Hadi M, Shokoohi R, Ebrahimzadeh Namvar A, Karimi M, Solaimany Aminabad M. Antibiotic resistance of isolated bacteria from urban and hospital wastewaters in Hamadan city. Iranian J. Environ. Health Sci. Eng. 2011; 4(1): 105-14. (In Persian).
15-dos Santos Furtado AL, Casper P. Different methods for extracting bacteria from freshwater sediment and a simple method to measure bacterial production in sediment samples. J. Microbiol. Methods. 2000; 41(3): 249-57.
16-Keshavarz ES, Khodavandi A, Alizadeh F, Rahimi G. The microbial quality of drinking water in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province, Iran (2013-2014). J. Micro. Nano. Biomed. 2017; 2(1): 1-7.
17-Holt JG. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000: 175-289.
18-Rahmani S, Forozandeh M, Mosavi M, Rezaee A. Detection of bacteria by amplifying the 16s rRNA gene with universal primers and RFLP. Med. J. Islam. Repub. Iran. 2006, 19(4): 331-8.
19-American Public Health Association. American Water Works Association, Water Environment Federation. In: Rice EW, Baird RB, Eaton AD, Clesceri LS, editors. Microbiological Examination. 22nd ed. Washington: Standard methods for the examination of water and wastewater; 2012: 9.49-9.52.
20-Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests. CLSI document M_{02}-A_{12}. Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards, 2015. 1-73.
21-Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. CLSI document M_{100}-S_{25}. Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards, 2015. 1-231.
22-Nourmoradi H, Karimi H, Alihosseini A, Baghi A, Farokhi moghadam K. Survey on the performance of Ilam wastewater treatment plant in the removal of total coliform, fecal coliform and other factors influencing the quality of water. J. Ilam Univ. Med. Sci. 2014; 22(1): 77-83. (In Persian).
23-Taghavirad SS, Takdastan A, Mohammadi MJ, Montazeri zadeh S. Evaluation of wastewater treatment plant specialty and subspecialty Hospital Mehr Ahvaz, Iran. J. Torbat Heydariyeh Univ. Med. Sci., 2: 47-54. (In Persian).
24-Joakim Larsson DG, Fick J. Transparency throughout the production chain--a way to reduce pollution from the manufacturing of pharmaceuticals? Regul. Toxicol. Pharmacol. 2009; 53(3): 161-3.
25-DebMandal M, Mandal SH, Pal NK. Antibiotic resistance prevalence and pattern in environmental bacterial isolates. Antimicrob. Agents. J. 2011; 3: 45-52.
26-Ghane M, Khanpour Zarenji R. Detection of antibiotic resistant Gram negative bacteria and plasmid profiling of multi-drug resistant isolates in hospital effluents. Med. Sci. 2015, 24(4): 235-41.
27-Odjadjare EEO, Obi LC, Okoh AI. Municipal wastewater effluents as a source of Listerial pathogens in the aquatic milieu of the eastern cape province of South Africa: a concern of public health importance. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2010; 7: 2376-94.

www.SID.ir