

Prevalence of Enterotoxigenic and Enteropathogenic *E.coli* Isolated from Municipal, Hospital, and Industrial (Dairy and Slaughterhouse) Wastewater Treatment Plants in Kermanshah City

Almasi A¹, Pirsahab M², Shokoohizadeh MJ^{3*}, Khamutian R⁴, Dargahi A⁴, Mohajeri P⁵, Shokoohizadeh L⁶

1.Professor of Environmental Health Engineering, Social Development & Health Promotion Research Center, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

2.Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

3.MSc Student of Environmental Health Engineering, Students Research Committee, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

4.PhD Student of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

5.Associate Professor of Medical Bacteriology, School of Para-medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

6.Assistance Professor of Medical Bacteriology, School of Para-medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

*Corresponding author. Tel: +989185695491, Fax: +98831826007, E-mail: javadshokoohi22@gmail.com

Received: Dec 9, 2015 Accepted: Apr 17, 2016

ABSTRACT

Background & aim: The presence, identification, and removal of bacterial pathogens in water and wastewater are the most important health concern. The aim of this study was to identify two important pathotypes of *E. coli* (enterotoxigenic and enteropathogenic) in hospital, dairy, slaughterhouse, and municipal wastewater treatment plants of Kermanshah city.

Methods: In this descriptive study, 64 samples were collected from six wastewater treatment plants under sterile and standard conditions and transferred to the microbiology laboratory. *E.coli* strains were isolated and ETEC and EPEC pathotypes were identified using PCR method.

Results: The differential culture results showed *E. coli* strains in 90.62% of the 64 studied samples. ETEC strains were identified in 42.85, 33.3, 0, 28.6, 0, and 25% of the influent and in 20, 0, 0, 16.6, 0, and 20% of the effluent samples taken from municipal, Imam Reza hospital, Farabi hospital, dairy plant, Mohammad Kermanshahi hospital, and slaughterhouse wastewater treatment plants, respectively.

Conclusion: The results showed the presence of pathogenic Enterotoxigenic *E. coli* in effluent of hospital and municipal wastewater treatment plants and Enteropathogenic *E. coli* in slaughterhouse effluents. Considering the presence of enterotoxigenic pathotype in wastewaters, the importance of removing indicator coliform strains in wastewater treatment plants is highlighted. Therefore, serious measures should be taken to improve efficiency of the systems.

Keywords: Wastewater; *E. coli*; Enterotoxigenic; Enteropathogenic; Kermanshah.

بررسی فراوانی سویه های انتروتوکسیژنیک و انتروپاتوژنیک اشریشیاکلی در فاضلاب شهری، بیمارستانی و صنعتی (لبنی و کشتارگاه) شهر کرمانشاه

علی الماسی^۱، مقداد پیرصاحب^۲، محمدجواد شکوهی زاده^{۳*}، راضیه خامویطیان^۴، عبداله درگاهی^۵، پرویز مهاجری^۵، لیلی شکوهی زاده^۶

۱. استاد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران
۲. استاد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۳. گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران
۴. دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۵. دانشیار باکتری شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران
۶. استادیار باکتری شناسی پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۵۶۹۵۴۹۱ فکس: ۰۸۳۱۸۲۶۰۰۷ ایمیل: javadshokoohi22@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: حضور پاتوژن های میکروبی، شناسایی و حذف آنها در آب و فاضلاب از مهمترین معضلات بهداشتی محسوب می شود. هدف از این مطالعه شناسایی دو پاتوتایپ مهم اشریشیاکلی یعنی انتروتوکسیژنیک (ETEC) و انتروپاتوژنیک (EPEC) در تصفیه خانه فاضلاب شهری، بیمارستانی، لبنی و کشتارگاه در شهر کرمانشاه می باشد.

روش کار: این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی است. در این مطالعه از ۶ تصفیه خانه فاضلاب تحت شرایط استاندارد و استریل ۶۴ نمونه فاضلاب گرفته شد و به آزمایشگاه میکروب شناسی منتقل شد. در آنجا سویه های اشریشیاکلی جداسازی شده و پاتوتایپ های ETEC و EPEC توسط روش PCR شناسایی شدند.

یافته ها: بر اساس نتایج کشت افتراقی از ۶۴ نمونه فاضلاب برداشت شده ۹۰/۶۲ درصد از نمونه ها دارای سویه اشریشیاکلی بودند. سویه ETEC به ترتیب در ۲۵، ۴۲/۸۵، ۳۳/۳، ۲۸/۶ و ۰ درصد از نمونه های فاضلاب ورودی تصفیه خانه های فاضلاب شهری، بیمارستان های امام رضا و فارابی، کارخانه لبنیات، بیمارستان محمد کرمانشاهی و کشتارگاه صنعتی همچنین به ترتیب در ۲۰، ۲۰، ۰، ۱۶/۶ و ۰ درصد از نمونه های پساب خروجی این تصفیه خانه ها شناسایی گردید.

نتیجه گیری: نتایج نشان از حضور اشریشیاکلی اسهال زای انتروتوکسیژنیک در پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهری و بیمارستانی و همچنین اشریشیاکلی انتروپاتوژنیک در فاضلاب کشتارگاه دام است. با توجه به حضور سویه انتروتوکسیژنیک در فاضلاب ها اهمیت حذف کلیفرم ها و کلیفرم های گرمای در تصفیه خانه های فاضلاب پر رنگ تر می گردد. بنابراین می بایستی نسبت به بهبود کارایی این سیستم ها اقدامات جدی به عمل آورد.

واژه های کلیدی: فاضلاب، اشریشیاکلی، انتروتوکسیژنیک، انتروپاتوژنیک، شهر کرمانشاه

دریافت: ۹۴/۹/۱۸ پذیرش: ۹۵/۱/۲۹

مقدمه

پساب تصفیه خانه های فاضلاب یکی از مهمترین منابع پاتوژن ها و آلوده کننده های آب های زیرزمینی و سطحی می باشد (۱). بیماری های ناشی از آب آلوده مسئول ۴ درصد از کل مرگ و میر و عامل ۵/۷

حضور پاتوژن های میکروبی، شناسایی و حذف آنها در آب و فاضلاب از مهمترین معضلات بهداشتی محسوب می شود. بر اساس گزارش های منتشر شده

درصد از کل بیماری‌های دنیا است (۲). علاوه بر این ۱۵ الی ۲۰ درصد از بیماری‌های اسهال در کشورهای در حال توسعه ناشی از مصرف آب‌های آشامیدنی آلوده می‌باشد (۳). در روش‌های تشخیصی آلودگی میکروبی آب، از باکتری اشریشیاکلی به عنوان شاخص آلودگی آب به مدفوع استفاده می‌گردد. اشریشیاکلی بارزترین کلی فرم مدفوعی و بخشی از فلور نرمال روده انسان و حیوانات خونگرم است که چند ساعت پس از تولد در سیستم گوارش انسان و حیوان تکثیر پیدا کرده و به این ترتیب نقش مهمی در سیستم فیزیولوژی دستگاه گوارش ایفا می‌کند، اما با این حال برخی از سویه‌های اشریشیاکلی با به دست آوردن عوامل و فاکتورهای ویروالانس به سویه‌های بیماری‌زا و اسهال‌زا تبدیل می‌شوند (۴).

اشریشیاکلی‌های اسهال‌زا بر اساس علائم و فاکتورهای ویروالانس به شش زیرگروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از اشریشیاکلی انتروپاتوژنیک (EPEC)، اشریشیاکلی انتروتوکسیژنیک (ETEC)، اشریشیاکلی انترواینویسیو (EIEC)، اشریشیاکلی انترواگریگیتیو (EAEC)، اشریشیاکلی انتروهموراژیک (EHEC) و اشریشیاکلی با چسبندگی پراکنده (DAEC) (۵،۶). از بین سویه‌های نام برده سویه ETEC شایعترین عامل اسهال در کشورهای در حال توسعه می‌باشد و مسئول بیش از یک میلیارد مورد اسهال در سال است که ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیون آن در کودکان زیر ۵ سال رخ می‌دهد. این سویه با تمرکز در روده کوچک و تولید دو نوع توکسین LT (حساس به حرارت) و ST (مقاوم به حرارت) موجب اسهال می‌شود (۷). سویه EPEC نیز عامل عمده اسهال نوزادان و از قدیمی‌ترین پاتوتایپ‌های شناسائی شده اشریشیاکلی می‌باشد که در روده کوچک تکثیر یافته و اساساً باعث اسهال حاد و غیرخونی می‌گردد. این ارگانیزم از طریق اتصال به دیواره روده باعث به هم ریختگی ساختارسلول گردیده و منجر به ایجاد ضایعات هیستوپاتولوژیک

در سطح روده می‌شود و با این عمل پدیده جذب و دفع روده مختل می‌گردد (۸).

روش‌های قدیمی تشخیص اشریشیاکلی بر پایه کشت و رنگ سنجی می‌باشد. این روشها وقت گیر و پر زحمت بوده و تنها وجود باکتری‌های کومنسال^۱ را مشخص می‌کنند بدون اینکه هیچ گونه ارتباط و نسبتی با باکتری‌های پاتوژن و عامل اسهال داشته باشند. اخیراً دانشمندان برای تشخیص باکتری‌های اشریشیاکلی به دنبال روش‌های جایگزین و تکمیلی بوده‌اند. از جمله این روش‌ها، استفاده از روش مولکولی واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR) می‌باشد (۹،۱۰). در ارتباط با نمونه‌های بالینی مطالعات بسیاری انجام شده که نشان از حضور اشریشیاکلی پاتوژن و نقش مؤثر آنها در ایجاد اسهال می‌باشد (۱۱،۱۲). با توجه به نقش پر اهمیت اشریشیاکلی‌های مولد اسهال این سؤال مطرح است که اشریشیاکلی شناسایی شده جزء کدام یک از سویه‌های اسهال‌زا می‌باشد؟

از آنجا که تاکنون در خصوص شناسایی و ردیابی سویه‌های بیماری‌زای اشریشیاکلی در محیط (آب و فاضلاب) در شهر کرمانشاه مطالعه‌ای صورت نگرفته است و با توجه به نقش پر اهمیت اشریشیاکلی‌های اسهال‌زا در ایجاد بیماری در کشورهای در حال توسعه همچون ایران، هدف از این مطالعه شناسایی دو گونه بیماری‌زای شایع و مهم اشریشیاکلی‌های EPEC و ETEC در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (شهری، بیمارستانی و کشتارگاه و لبنی) در شهر کرمانشاه می‌باشد.

روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی است. از فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری کرمانشاه (۱۴ نمونه)، کارخانه لبنیات بیستون (۸ نمونه)، کشتارگاه صنعتی بیستون (۶ نمونه) و

^۱ Commensal

تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان امام رضا (۱۲ نمونه)، محمد کرمانشاهی (۱۴ نمونه) و فارابی (۱۰ نمونه) در مجموع ۶۴ نمونه جمع آوری گردید. نمونه ها در شرایط استریل و رعایت زنجیره سرد به آزمایشگاه میکروپزشناسی جهت جداسازی و شناسایی اشریشیاکلی از نمونه های فاضلاب با استفاده از روش پیشنهادی در استاندارد متد منتقل شدند (۱۳). در آزمایشگاه جهت تعیین بار میکروبی بر روی نمونه ها آزمون تخمیر ۹ لوله ای (MPN) شامل مراحل احتمالی، تاییدی و تکمیلی انجام گردید. سپس از لوله های مثبت مرحله تکمیلی، مقداری از نمونه بر روی محیط EMB کشت داده و در انکوباتور به

مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. بر روی کلتی های تیپیک تست افتراقی IMVIC انجام گردید. سپس کلتی های اشریشیاکلی خالص سازی شد و با استفاده از کیت استخراج DNA CinaPure (شرکت سیناکلون) و طبق پروتکل شرکت سازنده استخراج DNA باکتری انجام شد. سپس شناسایی سویه های اشریشیاکلی انتروتوکسوژنیک (ETEC) و اشریشیاکلی انتروپاتوژنیک (EPEC) به روش PCR انجام گردید. برای انجام PCR از پرایمرهای پیشنهادی سلطان دلال و همکاران استفاده شد (۷). کلیه مواد و محلول های مورد استفاده در این مطالعه جهت انجام PCR، از شرکت سیناکلون تهیه گردید.

جدول ۱. ژن های هدف، توالی پرایمرها (۷)

پاتوتایپ	سکانس پرایمر ۵' تا ۳'	سایز bp	ژن هدف
ETEC	GGCGACAGATTATACCGTGCCGGTCTCTATATTCCTGTT	۴۵۰	elt F elt R
EPEC	CTGAACGGCGATTACGCGAACGAGACGATACGATCCAG	۹۱۷	eae F eae R

برای تهیه مخلوط واکنش PCR جهت شناسایی ژن elt در هر واکنش از ۲/۵ 10X buffer (۱μ)، MgCl₂ (۱μ)، dNTP (۱μ)، آنزیم Taq پلیمرز (۰/۱۲۵μ)، آب مقطر دیونیزه استریل (۱۵/۴ μ)، DNA (۲/۵μ)، پرایمر فوروارد و ریورس هر کدام

(۱/۲۵μ) در حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر استفاده گردید. تمام نمونه ها با استفاده از دستگاه ترموسایکلر (BIO- RAD C1000- Germany) و طبق برنامه حرارتی جدول ۲ در ۳۰ چرخه (سیکل) بسط گردید.

جدول ۲. برنامه حرارتی برای ژن elt در PCR

ژن هدف	مرحله	واسرشت اولیه	واسرشت برای هر سیکل	مرحله اتصال	مرحله بسط	بسط نهایی
ژن elt	۹۵	۹۴	۵۴	۷۲	۷۲	۷۲
	۵	۱	۱	۱	۱	۷
ژن eae	۹۵	۹۴	۵۸	۷۲	۷۲	۷۲
	۵	۱	۱	۱	۱	۷

در هر مرحله از انجام PCR جهت اطمینان از صحت آزمایش از یک تست بعنوان کنترل منفی با استفاده از آب مقطر دیونیزه، و همچنین یک تست کنترل مثبت با استفاده از DNA استاندارد ETEC دارای ژن هدف elt و DNA استاندارد EPEC دارای ژن هدف eae که از آزمایشگاه مرجع کشوری اشریشیاکلی (انستیتو

پاستور تهران) تهیه گردید، استفاده شد. محصول PCR در ژل ۱٪ آگارز در ولتاژ ۸۰ به مدت ۴۵ دقیقه الکتروفورز گردید. سپس توسط اتیديوم بروماید رنگ آمیزی و در دستگاه Gel Doc- ساخت کشور آلمان تحت اشعه UV مطالعه گردید (شکل شماره ۱). جهت اطمینان از نتایج PCR و تعیین توالی

نوکلئوتیدها، محصولات PCR به شرکت فزا پژو (تهران) ارسال شد. بر اساس نتایج دریافتی از این شرکت محصولات PCR ۱۰۰ درصد با ژن مورد نظر سویه‌های ETEC و EPEC انطباق داشتند.

یافته‌ها

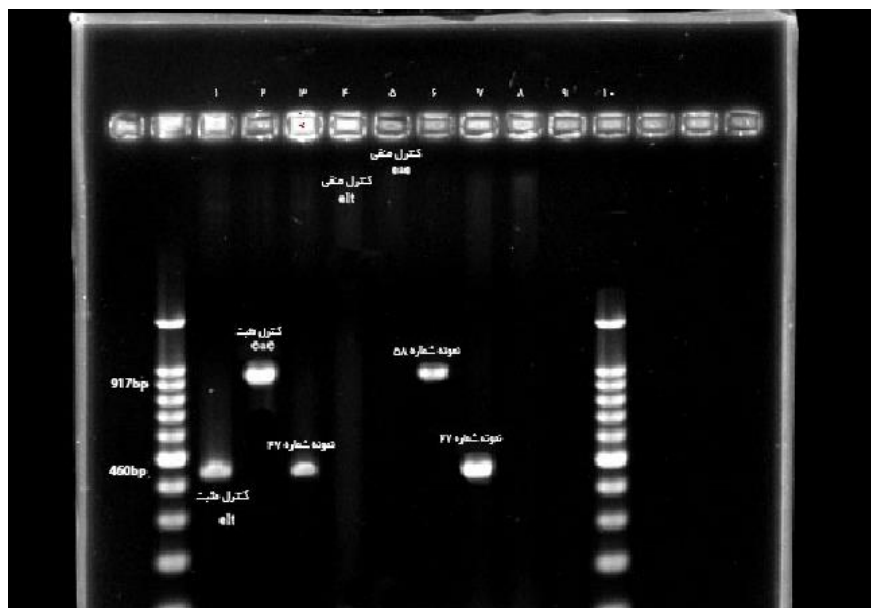
نتایج آزمون MPN نشان داد آلوده‌ترین فاضلاب از نظر بار میکروبی مربوط به تصفیه‌خانه فاضلاب کشتارگاه صنعتی و کمترین آلودگی مربوط به تصفیه‌خانه فاضلاب شهری بود (جدول ۳). بر اساس نتایج کشت افتراقی از ۶۴ نمونه فاضلاب برداشت شده از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، لبنی، بیمارستانی و کشتارگاه به طور میانگین در مجموع ۹۰/۶۲٪ از نمونه‌ها دارای اشریشیاکلی بودند. شناسایی سویه‌های اشریشیاکلی اسهال‌زا (DEC) از نمونه‌های آب و فاضلاب به سهولت امکان پذیر نیست و در اکثر آزمایشگاه‌ها جهت شناسایی سویه‌های E.coli مولد اسهال از آزمون‌های فنوتیپی استفاده می‌شود که به تنهایی جهت تشخیص هویت و شناسایی انواع سویه‌های DEC کافی نمی‌باشد (۷). در

در این مطالعه روش PCR با استفاده از دو جفت پرایمر مربوط به پاتوتایپ‌های مولد اسهال (ETEC و EPEC) به ترتیب ژن‌های elt و eae مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. بر اساس نتایج PCR از ۵۸ نمونه آلوده به اشریشیاکلی ۱۱ سویه اشریشیاکلی مولد اسهال (DEC) جدا شد، به طوری که در مجموع ۲۰/۶۸٪ از کل اشریشیاکلی شناسایی شده دارای فاکتور ویرولانسان elt و از نوع ETEC بودند. ژن eae در ۱/۷۲٪ از کل سویه‌های اشریشیاکلی وجود داشت. سویه EPEC فقط در فاضلاب کشتارگاه و آن هم در ۲۰٪ سویه‌های اشریشیاکلی پیداشده در این فاضلاب یافت شد.

سویه ETEC به ترتیب در ۲۲/۵، ۲۱/۳۵ و ۰ درصد از سویه‌های اشریشیاکلی نمونه‌های فاضلاب‌های شهری، فاضلاب لبنی، فاضلاب بیمارستانی و کشتارگاه شناسایی گردید، بدین ترتیب بیشترین فراوانی سویه‌های ETEC در فاضلاب بیمارستانی مشاهده گردید ژن eae در ۱/۷۲٪ از کل سویه‌های اشریشیاکلی وجود داشت (جدول ۴).

جدول ۳. مقادیر کلیفرم کل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، بیمارستانی، کشتارگاه و لبنیات

نمونه	کلیفرم کل MPN/100ml			کلیفرم مدفوعی MPN/100ml		
	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل
فاضلاب شهری	ورودی (خام)	$2/1 \times 10^6 \pm 4/77 \times 10^6$	9×10^6	$10^6 \times 2/1$	$3/23 \times 10^6 \pm 3/88 \times 10^6$	$9/2 \times 10^5$
	خروجی	$1/2 \times 10^5 \pm 1/88 \times 10^5$	$10^5 \times 4$	.	$7/1 \times 10^3 \pm 4/5 \times 10^3$	$1/5 \times 10^4$
کشتارگاه صنعتی	ورودی (خام)	$2/3 \times 10^4 \pm 4/84 \times 10^4$	$1/1 \times 10^9$	$1/1 \times 10^7$	$2/3 \times 10^4 \pm 4/87 \times 10^7$	$1/1 \times 10^9$
	خروجی	.	.	.	.	.
کارخانه لبنیات	ورودی (خام)	$5/5 \times 10^7 \pm 7/7 \times 10^7$	$1/1 \times 10^8$	$7/4 \times 10^5$	$5/5 \times 10^7 \pm 7/7 \times 10^7$	$1/1 \times 10^8$
	خروجی	$1/72 \times 10^7 \pm 2/37 \times 10^7$	$3/4 \times 10^7$	4×10^5	$1/7 \times 10^7 \pm 2/37 \times 10^7$	$3/4 \times 10^7$
بیمارستان فارابی	ورودی	$9/6 \times 10^7 \pm 8/1 \times 10^7$	$2/1 \times 10^8$	4×10^7	$1/1 \times 10^7 \pm 2/1 \times 10^8$	7×10^6
	خروجی بعد از ته نشینی	$1/6 \times 10^4 \pm 2/1 \times 10^4$	۴۰۰۰	۴۳۰۰	$4/4 \times 10^3 \pm 2379$	۷۰۰۰
	خروجی نهایی بعد از صافی	$9 \times 10^2 \pm 115/47$	۹۰۰	۷۰۰	$4 \times 10^2 \pm 57/73$	۴۰۰
بیمارستان محمد کرمانشاهی	ورودی	$1/21 \times 10^8 \pm 2/25 \times 10^8$	$4/6 \times 10^8$	7×10^5	$9 \times 10^7 \pm 3/66 \times 10^7$	$3/4 \times 10^8$
	خروجی	$1/9 \times 10^7 \pm 3/66 \times 10^7$	$7/4 \times 10^7$	$1/1 \times 10^5$	$1 \times 10^5 \pm 1/23 \times 10^5$	$3/4 \times 10^5$
بیمارستان امام رضا	ورودی	$1/15 \times 10^8 \pm 1/95 \times 10^8$	$1/1 \times 10^9$	9×10^6	$3/42 \times 10^7 \pm 6/46 \times 10^7$	$3/4 \times 10^8$
	خروجی	$3/55 \times 10^7 \pm 6/4 \times 10^7$	$1/5 \times 10^8$	$4/3 \times 10^4$	$1/2 \times 10^7 \pm 1/67 \times 10^7$	4×10^7



شکل ۱. تصویرالکتروفورز محصول PCR ژن های eae و elt در نمونه های کنترل مثبت و تعدادی از نمونه ها

جدول ۴. فراوانی سویه های ETEC و EPEC در فاضلاب شهری، کشتارگاه، بیمارستان ها و کارخانه لبنیات

نمونه	تعداد سویه های اشرشیاکلی	تعداد نمونه های مثبت ETEC	تعداد نمونه های مثبت EPEC	درصد نمونه های مثبت ETEC	درصد نمونه های مثبت EPEC	درصد سویه های ETEC مثبت	درصد سویه های EPEC مثبت	در صد
فاضلاب	۸	۲	۰	۲۵	۰	۰	۰	در صد
شهری	۵	۱	۰	۲۰	۰	۰	۰	در صد
کشتارگاه	۵	۰	۱	۰	۲۰	۰	۰	در صد
صنعتی	۵	۰	۱	۰	۲۰	۰	۰	در صد
بیمارستان	۷	۳	۰	۴۲/۸۵	۰	۰	۰	در صد
امام رضا	۵	۱	۰	۲۰	۰	۰	۰	در صد
بیمارستان محمد	۷	۲	۰	۲۸/۶	۰	۰	۰	در صد
کرمانشاهی	۶	۱	۰	۱۶/۶	۰	۰	۰	در صد
ورودی (خام)	۳	۱	۰	۳۳/۳	۰	۰	۰	در صد
بیمارستان فارابی	۴	۱	۰	۲۵	۰	۰	۰	در صد
خروجی ته نشینی ثانویه	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	در صد
خروجی نهایی	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	در صد
ورودی (خام)	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	در صد
خروجی	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	در صد
مجموع	۵۸	۱۲	۱	۲۰/۶۸	۱/۷۲	۰	۰	در صد

بحث

بر اساس نتایج تست افتراقی از ۶۴ نمونه فاضلاب برداشت شده از تصفیه خانه های فاضلاب مورد

مطالعه، از ۵۸ نمونه (۹۰/۶۲٪) اشریشیاکلی جدا گردید. یافته های این مطالعه با دیگر مطالعات مطابقت داشت، بعنوان مثال در مطالعه ای که توسط

الماسی و همکاران بر روی نمونه‌های آب آلوده در شهر کرمانشاه انجام شد، در ۹۵٪ از نمونه‌ها سویه اشريشياکلی جدا شد (۱۴). در مطالعه دیگر که در تونس توسط سالم و همکاران بر روی فاضلاب شهری انجام شد در ۷۶/۶٪ از نمونه‌ها اشريشياکلی شناسایی شد (۱۵). این یافته‌ها نشان می‌دهد که اشريشياکلی باکتری غالب کلیفرم‌های مدفوعی جدا شده از فاضلاب می‌باشد.

در مطالعه حاضر درصد فراوانی سویه ETEC بیش از سویه EPEC به دست آمد. به طوری که میزان فراوانی ETEC به عنوان یک سویه اشريشياکلی اسهال را به طور میانگین ۲۰/۶۸ درصد از اشريشياکلی‌های شناسایی شده در نمونه‌های فاضلاب را تشکیل می‌دهد. همانگونه که در قبل نیز ذکر شد این سویه شایعترین عامل اسهال در کشورهای در حال توسعه و مسئول بیش از یک میلیارد مورد اسهال در سال است (۷). در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۰ در جنوب آفریقا انجام شد و فاضلاب ۶ تصفیه‌خانه فاضلاب از نظر آلودگی به پاتوتایپ‌های اشريشياکلی مورد سنجش واقع شد، بیشترین فراوانی سویه‌های اسهال زای اشريشياکلی مربوط به سویه ETEC بود، به طوری که ۸۰٪ از سویه‌های پاتوتایپ اشريشياکلی، ETEC و فقط ۲۰٪ از سویه‌های پاتوتایپ از نوع EPEC بودند (۱۶). در مطالعه ای دیگر در کشور تونس بر روی سویه‌های پاتوتایپ اشريشياکلی در ۶۰ نمونه فاضلاب برداشت شده از تصفیه‌خانه فاضلاب بررسی صورت گرفت. بر اساس یافته‌های این مطالعه در ۷۶/۶٪ نمونه‌های فاضلاب ورودی اشريشياکلی شناسایی گردید. از بین سویه‌های اشريشياکلی اسهال زا ۵۳/۳ ETEC، ۱۶/۶ EAEC و ۶/۶ EIEC بود. در این مطالعه سویه EPEC و فاکتور ویرولانس eae در نمونه‌ها یافت نشد (۱۷). در مطالعه ای که بر روی ۴۶ نقطه از رودخانه‌های اصلی کشور بنگلادش انجام شد، درصد فراوانی سویه‌های اسهال‌زای اشريشياکلی

مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه سویه ETEC با فراوانی ۸۶/۶۰٪ از سویه EPEC با فراوانی ۱۹/۵۶٪ بیشتر بود (۱۸).

در سواحل غربی هند نیز در مطالعه ای که توسط هاتا و همکاران بر روی شناسایی سویه‌های پاتوتایپ اشريشياکلی انجام گرفت، از ۸۱ سویه اشريشياکلی شناسایی شده، سویه ETEC با میزان ۲/۵ درصد بیشترین فراوانی را داشت و فراوانی سایر سویه‌ها از قبیل EPEC و UPEC هرکدام به میزان ۲/۱ درصد به دست آمد (۱۹).

همانگونه که ذکر شد در مطالعه حاضر سویه EPEC تنها در کشتارگاه صنعتی بیستون یافت شد. در مطالعه‌ای که توسط اردن و همکاران در اسپانیا بر روی نمونه‌های مدفوع گاو انجام گردید، سویه EPEC و فاکتور ویرولانس eae حتی در گوساله‌های سالم شناسایی شد (۲۰).

در تعدادی دیگر از مطالعات انجام شده در گذشته مقادیر سویه EPEC بیش تر از ETEC گزارش شده است، به طور مثال در مطالعه ای که سلطان دلال و همکاران بر روی آب چاه پارک‌های تهران انجام دادند، از ۹۰ نمونه آب آلوده ۶۷ سویه اشريشياکلی اسهال زا شناسایی گردید که ۴ سویه (۶٪) آن مربوط به ETEC و ۴۲ سویه (۶۲٪) EPEC بود (۷). منشاء آلودگی آب چاه پارک‌های مورد مطالعه می‌تواند فضولات حیوانی مورد استفاده جهت فضای سبز باشد. البته برای اثبات این موضوع نیاز به بررسی‌های ژنتیکی بیشتر جهت شناسایی منشاء EPEC در نمونه‌های محیطی می‌باشد.

در مطالعه ای دیگر که توسط بتایال و همکاران بر روی شناسایی سویه‌های اسهال زا در ۴۱۱ نمونه آب آشامیدنی در غرب هند انجام شد، ۸۸ نمونه (۲۱/۴٪) حاوی اشريشياکلی بودند که از این میزان ۴/۵٪ از سویه‌های اشريشياکلی حاوی ژن ویرولانس eae (EPEC)، ۳/۴٪ حاوی فاکتورهای ویرولانس elt و ۱/۱٪ دارای سویه EIEC بودند و ETEC () و

(۳). در ارتباط با نمونه‌های محیطی مطالعات کمی در این زمینه صورت گرفته است، اما در خصوص نمونه‌های بالینی مطالعات به نسبت بیشتر است. بطور مثال در مطالعه‌ای که پارک و همکاران بر روی طغیان اسهال ناشی از اشریشیاکلی در یکی از دبیرستان‌های پایتخت کره جنوبی انجام دادند، از ۵۱ نمونه مدفوع گرفته شده از دانش آموزان بیمار، ۱۹ مورد ETEC (۳۷/۲٪) جدا سازی شد، همچنین در این مطالعه از آب مصرفی، دستگاه تصفیه آب و مخزن آب زیر زمینی این مدرسه نیز نمونه برداری انجام شد که در آن نمونه‌ها نیز سویه ETEC شناسایی گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه بین شیوع اسهال در بین دانش آموزان و آلودگی آب مصرفی ارتباط معناداری وجود داشت (۲۱). در مطالعه‌ای که در تایوان انجام شد ۲۶۱ نمونه مدفوع بیماران دچار اسهال مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله سویه ETEC بیشترین فراوانی را داشت با ۶۶/۷٪ و سویه EPEC با درصد فراوانی ۱۳/۳٪ در بین سویه‌های اشریشیاکلی یافت شد (۶). در مطالعه‌ای دیگر که توسط جعفری و همکاران بر روی شیوع پاتوژن‌های روده‌ای اسهال حاد در تهران انجام شد، در بین سویه‌های اشریشیاکلی اسهال را، شیوع سویه ETEC به میزان ۳۲/۹٪ بعد از سویه اشریشیاکلی مولد شیکاتوکسین (STEC) بیشترین فراوانی را داشت (۲۲). از آنجا که در تهران بیش از ۷۰٪ از منابع تامین کننده آب، آبهای سطحی است که در معرض آلودگی با پساب فاضلاب‌های شهری می‌باشد، میزان فراوانی ETEC در نمونه‌های مدفوع بیماران می‌تواند با فراوانی این سویه در فاضلاب شهری ارتباط مستقیم داشته باشد که البته این موضوع نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر فراوانی ETEC در فاضلاب شهری و بیمارستان‌های مورد بررسی به ترتیب ۲۲/۵ و ۲۱/۳۵ درصد به دست آمد که از نظر میزان نزدیک به هم بود که علت آن می‌تواند

بدلیل ورود پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بیمارستانی به شبکه جمع آوری فاضلاب شهری و در نهایت تصفیه‌خانه فاضلاب شهری باشد. لازم به ذکر است در این مطالعه با توجه به امکانات تنها دو سویه پاتوتایپ اشریشیاکلی مورد سنجش قرار گرفت و در صورتی که سایر سویه‌های بیماریزای اشریشیاکلی نیز شناسایی گردد، آمار کامل تری از میزان اشریشیاکلی‌های مولد اسهال در فاضلاب‌های شهری، بیمارستانی و سایر موارد به دست خواهد آمد. علاوه بر این از محدودیت‌های مطالعه حاضر، دوره زمانی کوتاه آن است و اگر سایر فصول نیز مورد بررسی قرار گیرد می‌توان بررسی مقایسه‌ای در دما و شرایط آب و هوایی مختلف نیز انجام داد. با توجه به حضور سویه انتروتوکسیژنیک در فاضلاب‌ها اهمیت حذف کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های گرمپای در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب پررنگ تر می‌گردد. یکی از بهترین تمهیدات در جهت کاهش مؤثر این سویه‌های پاتوتایپ اشریشیاکلی، استفاده از گندزدایی می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که اشریشیاکلی‌های بیماریزا همچون سایر اشریشیاکلی‌های غیربیماریزا در برابر گندزدایی از جمله کلرزنی حساس بوده و از بین می‌روند (۴). بنابراین کلرزنی پساب خروجی تصفیه‌خانه‌ها به ویژه تصفیه‌خانه‌های شهری و بیمارستانی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه نشان از حضور اشریشیاکلی اسهال‌زای انتروتوکسیژنیک در پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و بیمارستانی و همچنین اشریشیاکلی انتروپاتوژنیک در فاضلاب کشتارگاه دام دارد. بنابراین با توجه به حضور سویه انتروتوکسیژنیک در فاضلاب بیمارستانی و از آنجا که فاضلاب‌های بیمارستانی در نهایت وارد فاضلاب شهری می‌شود،

ارتقاء سیستم، اقدامات جدی به عمل آورد، در غیر این صورت آب‌های زیرزمینی منطقه در مواجهه جدی آلودگی میکروبی قرار خواهند گرفت.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط و بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه به شماره قرارداد ۹۳۱۲۱ می باشد. بدین طریق مراتب تشکر و قدردانی از معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه به دلیل حمایت‌های مالی به عمل می‌آید.

اهمیت حذف کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های گرمای از جمله اشریشیاکلی و انواع پاتوتایپ‌های آن در تصفیه‌خانه فاضلاب شهری پررنگ تر می‌گردد با توجه به اینکه پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری وارد رودخانه می‌شود و در پایین دست آن اقدام به آبیاری سبزی با آب رودخانه می‌گردد، این امر می‌تواند باعث بوجود آمدن مخاطرات بهداشتی شود. بنابراین بهبود کارایی این سیستم‌ها در حذف پاتوژن‌های میکروبی الزامی است.

علاوه بر این از آنجا که در پساب برکه تثبیت کشتارگاه بیستون سویه آنتروپاتوژنیک مشاهده شد و همچنین از آنجا که میانگین هندسی کلیفرم کل و گرمای در آن نیز نسبت به سایر فاضلاب‌ها بالا است، می‌بایست نسبت به ایزولاسیون کف برکه و یا

References

- 1- Lee DY, Shannon K, Beaudette LA. Detection of bacterial pathogens in municipal wastewater using an oligonucleotide microarray and real-time quantitative PCR. *Journal of microbiological methods*. 2006;65 (3):453-67.
- 2- Prüss A, Kay D, Fewtrell L, Bartram J. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environmental health perspectives*. 2002;110 (5):537-42.
- 3- Batabyal P, Mookerjee S, Sur D, Palit A. Diarrheogenic *Escherichia coli* in potable water sources of West Bengal, India. *Acta tropica*. 2013;127 (3):153-7.
- 4- Hunter P. Drinking water and diarrhoeal disease due to *Escherichia coli*. *J Water Health*. 2003;1:65-72.
- 5- Ahmed W, Tucker J, Bettelheim KA, Neller R, Katouli M. Detection of virulence genes in *Escherichia coli* of an existing metabolic fingerprint database to predict the sources of pathogenic *E. coli* in surface waters. *Water research*. 2007;41 (16):3785-91.
- 6- Yang JR, Wu FT, Tsai JL, Mu JJ, Lin LF, Chen KL, et al. Comparison between O serotyping method and multiplex real-time PCR to identify diarrheagenic *Escherichia coli* in Taiwan. *Journal of clinical microbiology*. 2007;45 (11):3620-5.
- 7- Soltan Dalal MM, Sepehri S, Hoseini M, Tabatabaee A, Deilami Khiabani Z. Determining of the genetic diversity of *E. coli* in well water parks in Tehran by PCR Multiplex, Pagohandeh. 2011;16 (5): 226-233.
- 8- Clarke SC. Diarrhoeagenic *Escherichia coli*—an emerging problem? *Diagnostic microbiology and infectious disease*. 2001;41 (3):93-8.
- 9- Bertrand R, Roig B. Evaluation of enrichment-free PCR-based detection on the *rfbE* gene of *Escherichia coli* O157—application to municipal wastewater. *Water research*. 2007;41 (6):1280-6.
- 10- Kong R, Lee S, Law T, Law S. Rapid detection of six types of bacterial pathogens in marine waters by multiplex PCR. *Water Research*. 2002;36 (11):2802-12.
- 11- Tornieporth NG, John J, Salgado K, de Jesus PA, Latham E, Melo MC. John & Riley, L. W. Differentiation of pathogenic *Escherichia coli* strains in Brazilian children by PCR. *Journal of clinical microbiology*. 1995; 33 (5): 1371-1374

- 12- Levine MM. Escherichia coli that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic, and enteroadherent. *Journal of infectious Diseases*, 1987;155 (3), 377-389.
- 13- APHA. AWWA. WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed. Washington APHA. 1998, 208- 291.
- 14- Almasi, A, Mansoor R, and Habibah M. Compatibility Rate of Three Laboratory Methods for Enumerating Thermo-tolerant Coliforms in Water Resources. *Journal water and wastewater*. 2009;2: 75-79. (In Persian).
- 15- Salem IB, Ouwardani I, Hassine M, Aouni M. Bacteriological and physico-chemical assessment of wastewater in different region of Tunisia: impact on human health. *BMC research notes*. 2011;4: 144.
- 16- Omar K, Barnard T. The occurrence of pathogenic Escherichia coli in South African wastewater treatment plants as detected by multiplex PCR. *Water SA*. 2010;36 (2):172-6.
- 17- Salem IB, Ouwardani I, Hassine M, Aouni M. Bacteriological and physico-chemical assessment of wastewater in different region of Tunisia: impact on human health. *BMC research notes*. 2011;4 (1):144.
- 18- Akter S, Islam M, Afreen K, Azmuda N, Khan S, Birkeland N. Prevalence and distribution of different diarrhoeagenic Escherichia coli virulotypes in major water bodies in Bangladesh. *Epidemiology and infection*. 2013;141 (12):2516-25.
- 19- Hatha AM, Chandran A, Rahiman KM. Prevalence of diarrhegenic serotypes of Escherichia coli in the Cochin estuary, along west coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences*. 2004;33 (3):238-42.
- 20- Orden J, Cid D, Ruiz-Santa-Quiteria J, Garcia S, Martinez S, De la Fuente R. Verotoxin-producing Escherichia coli (VTEC), enteropathogenic E. coli (EPEC) and necrotoxigenic E. coli (NTEC) isolated from healthy cattle in Spain. *Journal of Applied Microbiology*. 2002;93 (1):29-35.
- 21- Park S, Kim SH, Kee HY, Seo JJ, Ha DR, Cho SH, et al. Enterotoxigenic Escherichia coli outbreak in a high school. *Infection and Chemotherapy*. 2006;38 (1):30-8.
- 22- Jafari F, Shokrzadeh L, Hamidian M, Salmanzadeh-Ahrabi S, Zali MR. Acute diarrhea due to enteropathogenic bacteria in patients at hospitals in Tehran. *Jpn J Infect Dis*. 2008;61 (4):269-73.