

## Frequency of Plasmid-mediated Quinolone Resistance Genes in Extended-spectrum $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli*

Roya Chegenelorestani<sup>1</sup>,  
Alisha Akya<sup>2</sup>,  
Azam Elahi<sup>1</sup>, Yazdan Hamzavi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc Student in Microbiology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Microbiology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Parasitology and Mycology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

(Received December 31, 2017 Accepted May 1, 2017)

### Abstract

**Background and purpose:** Plasmid-mediated quinolone resistance (PMQR) genes play an important role in resistance to quinolones. The aim of this study was to determine the frequency of PMQR genes in extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing (ESBL) *Escherichia coli*.

**Materials and methods:** This study was done on 240 isolates of *E. coli* from urine samples of patients in Kermanshah, Iran. The susceptibility of isolates to selected antibiotics was tested using disc diffusion and broth microdilution methods. The isolates were screened for ESBL-producing phenotype by combined disc diffusion test. The *qnrA*, *qnrB*, *qnrS*, *aac(6)-Ib*, and *qepA* genes were detected by PCR. All PCR products for *aac(6)-Ib* gene were digested by BtsCI for detection of *aac(6)-Ib-cr* variant. Data analysis was done using statistical methods.

**Results:** Of 66 ESBL-producing isolates, 45 (68.1%) were resistant to ciprofloxacin and levofloxacin and 56 (84.8%) were found to be resistant to nalidixic acid. The *qnrA*, *qnrB*, *qnrS*, and *qepA* genes were detected in 28.7%, 40.9%, 4.5%, and 3% of the isolates, respectively. The *aac(6)-Ib* gene was found in 65.1% of the isolates amongst which 88.4% were *aac(6)-Ib-cr* variant.

**Conclusion:** Our results indicate a high prevalence of PMQR genes in ESBL-producing *E. coli* isolates in Kermanshah. A correlation was observed between resistance to beta-lactams and quinolones which may indicate the cotransfer of quinolone genes by plasmids carrying the ESBL. As a result, identifying *E. coli* strains with ESBL may indicate a high resistance to quinolones. So, before using quinolones, the screening test for ESBL is recommended to prevent the increasing resistance to this class of drugs.

**Keywords:** *Escherichia coli*, quinolones, plasmid-mediated resistant genes

## فراوانی ژن های مقاومت کینولونی وابسته به پلاسمید (PMQR) در جدایه های *اشرشیا کلی* مولد بتالاکتامازهای طیف گسترده

رویا چگنه لرستانی<sup>1</sup>

علیسا اکیا<sup>2</sup>

اعظم الهی<sup>1</sup>

یزدان حمزوی<sup>3</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** مقاومت کینولونی وابسته به پلاسمید در توسعه مقاومت به کینولون‌ها در باکتری‌ها نقش مهمی دارد. هدف از این مطالعه تعیین فراوانی ژن‌های PMQR در جدایه‌های *اشرشیا کلی* مولد بتالاکتامازهای طیف گسترده (ESBL) بود.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه بر روی 240 نمونه *اشرشیا کلی* جدا شده از نمونه ادرار بیماران در کرمانشاه انجام شد. تست تعیین حساسیت نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های منتخب به روش دیسک دیفیوژن و میکرودیالوژن برات انجام گرفت. جدایه‌های تولید کننده ESBL با استفاده از آزمون دیسک ترکیبی شناسایی شدند. ژن‌های *qnrA*، *qnrB*، *qnrS*، *aac(6')*، *qepA* و *Ib* با PCR تشخیص داده شد. تمام محصولات PCR برای ژن *aac(6')*-*Ib* جهت تشخیص واریانت *aac(6')*-*Ib*-*cr* با آنزیم BtsCI هضم شدند. داده‌ها توسط روش‌های آماری تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** از 66 جدایه مولد ESBL، 45 (68/1 درصد) جدایه به سیپروفلوکساسین و لووفلوکساسین و 56 (84/8 درصد) جدایه به نالیدیکسیک اسید مقاوم بودند. ژن‌های *qnrA*، *qnrB*، *qnrS* و *qepA* به ترتیب در 28/7 درصد، 40/9 درصد، 4/5 درصد و 3 درصد از جدایه‌ها یافت شدند. ژن *aac(6')*-*Ib* در 65/1 درصد از جدایه‌ها یافت شد که از این‌ها 88/4 درصد از نوع واریانت *aac(6')*-*Ib*-*cr* بودند.

**استنتاج:** نتایج بیانگر شیوع بالای ژن‌های PMQR در جدایه‌های *E. coli* مولد ESBL در کرمانشاه است. بین مقاومت به بتالاکتامازها و کینولون‌ها همبستگی مشاهده شد که می‌تواند بیانگر انتقال مشترک ژن‌های کینولونی به وسیله پلاسمیدهای حامل ESBL باشد. در نتیجه شناسایی سویه‌های *E. coli* مولد ESBL می‌تواند نشانگر مقاومت بالا به کینولون‌ها باشد. بنابراین پیش از استفاده کینولون‌ها آزمایش غربالگری ESBL پیشنهاد می‌شود تا از افزایش مقاومت به این دسته دارویی جلوگیری شود.

**واژه‌های کلیدی:** *اشرشیا کلی*، کینولون‌ها، ژن‌های مقاومت وابسته به پلاسمید.

### مقدمه

با افزایش روند مقاومت جدایه‌های *اشرشیا کلی* به آنتی‌بیوتیک‌ها، درمان عفونت‌های آن، از جمله عفونت

ادراری مشکل ساز شده است. فلوروکینولون‌ها در سال‌های اخیر به عنوان داروهای جایگزین مناسب در

Email: akya359@yahoo.com

**مؤلف مسئول:** علیسا اکیا - کرمانشاه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

1. کارشناس ارشد میکروب شناسی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، گروه میکروب شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

2. دانشیار میکروب شناسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، گروه میکروب شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

3. دانشیار انگل شناسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، گروه انگل شناسی & قارچ شناسی، دانشکده علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه

تاریخ دریافت: 1395/10/11 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1395/10/29 تاریخ تصویب: 1396/2/11

گزارش شده است (9). هم چنین نشان داده شده است که که پلاسمیدهایی که ژن های *qnr* را حمل می کنند دارای انواعی از بتالاکتامازها نیز هستند (10). نظر به اهمیت ژن های *PMQR* در باکتری های شایع پاتوژن و نبود اطلاعات کافی در این زمینه در منطقه ما، هدف این مطالعه تعیین فراوانی ژن های *qnr*، *aac(6)-Ib-cr* و *qepA* در جدایه های *اشرشیا لی* مولد بتالاکتامازهای طیف گسترده بود.

## مواد و روش ها

در این مطالعه توصیفی تعداد 240 جدایه *اشرشیا کلی* از 3200 نمونه ادراری بیماران سرپایی مراجعه کننده به دو مرکز پزشکی (آزمایشگاه مرکزی و کلینیک ویژه دانشگاه) در شهر کرمانشاه در طی سال های 1393 و 1394 جمع آوری شدند. نمونه میانی ادرار (Mid stream clean catch) در ظرف های استریل جمع آوری شد و بر روی محیط های اختصاصی EMB و بلاد آگار (Blood agar) (Merck, Germany) با استفاده از لوپ استاندارد کشت داده شد و پلیت ها به مدت 24 ساعت در انکوباتور 37 درجه سانتی گراد قرار داده شدند. سپس تعداد کلنی ها شمارش شد و وجود تعداد  $10^5$  یا بیش تر کلنی باکتری در هر میلی لیتر حجم ادرار افراد مشکوک به عفونت ادراری، عفونت در نظر گرفته شد (11). مواردی که علائم بالینی نداشتند از مطالعه حذف شدند. از طرفی اطلاعات بیماران از نظر سن و جنس گرد آوری شد. پس از جمع آوری نمونه های ادراری، سویه های *اشرشیا کلی* بر اساس روش استاندارد و با استفاده از واکنش گرم، ریخت شناسی، خصوصیات کشت و تست های تکمیلی بیوشیمیایی متداول (اکسیداز، سیمون سترات، اوره آز، فنیل آلانین دامیناز، لیزین دکربوکسیلاز، MRVP، TSI، SIM) شناسایی و جداسازی شدند (12). ابتدا سنجش حساسیت آنتی بیوتیکی با روش Disk Diffusion طبق دستورالعمل (Clinical and Laboratory Standards

عفونت ادراری به کار رفته اند، اما استفاده وسیع سبب مقاومت به آن ها شده است (1). مقاومت به کینولون ها در انتروباکتریاسه عمدتاً به علت موتاسیون در ژن های کروموزومی کد کننده توپوایزومرازها رخ می دهد (2). اما اخیراً گزارش هایی از مقاومت به کینولون ها با واسطه ژن های پلاسمیدی منتشر شده است (3). ژن های مقاومت به کینولون وابسته به پلاسمید (*PMQR*) اولین بار در سال 1998 در یک جدایه کلبسیلا پنومونیه در آمریکا تشخیص داده شد (3). سه گروه از ژن های *PMQR* شامل *qnr*، *aac(6)-Ib-cr* و *qepA* تشخیص داده شد و برای هر گروه نیز تعدادی ژن زیر گروه شناسایی شده است. پروتیین های *Qnr* (*qnrA*، *qnrB*، *qnrC*، *qnrD* و *qnrS*) به خانواده پنتاپتیدهای تکراری تعلق دارند و آن ها با مهار اتصال کینولون ها به DNA ژیراز و توپوایزومراز IV از DNA حفاظت می کنند (4). این ژن ها منجر به افزایش 8 تا 32 برابری در میزان MIC کینولون ها می شوند. سه نوع از ژن های *qnr* یعنی *qnrA*، *qnrB* و *qnrS* در گونه های مختلف انتروباکتریاسه یافت شده اند (5). گروه دوم ژن های *PMQR*، یک واریانت از آمینو گلیکوزید استیل ترانسفراز (*aac(6)-Ib-cr*) است که به وسیله N استیله کردن پیرازینیل آمین سبب کاهش حساسیت به سیپروفلوکساسین می شود (4). این گروه اولین بار در سال 2003 گزارش شد و می تواند سبب افزایش 2 تا 4 برابری در میزان MIC شود (6). ژن *aac(6)-Ib-cr* در نقاط مختلف جهان در جدایه های انتروباکتریاسه گزارش شده است (7). آخرین گروه ژن های *PMQR*، یعنی *qepA* یک انتقال دهنده وابسته به پروتون است که سبب افزایش 32 تا 64 برابری در میزان MIC فلورو کینولون های هیدروفیلک (سیپروفلوکساسین و نورفلوکساسین) می شود (6).

پژوهش ها یک ارتباط قوی مثبت بین جدایه های دارای ژن های *qnr* و جدایه های مولد ESBL را نشان داده اند (8). به طوری که ژن های *PMQR* با فراوانی بالا در میان جدایه های ESBL مثبت در سراسر جهان

CLSI (Institute of Standards and Standards) با استفاده از دیسک های آنتی بیوتیکی شرکت MAST (England, Merseyside) شامل سفنازیدیم (30 میکرو گرم)، سفوتاکسیم (30 میکرو گرم)، سفتریاکسون (30 میکرو گرم)، سیپروفلوکساسین (5 میکرو گرم)، لووفلوکساسین (5 میکرو گرم) و نالیدیکسیک اسید (30 میکرو گرم) انجام شد. جهت کنترل کیفی از سویه های استاندارد /شرشیا کلی ATCC25922 استفاده شد. در پایان قطر هاله عدم رشد اندازه گیری و بر اساس جداول CLSI تفسیر شد (13).

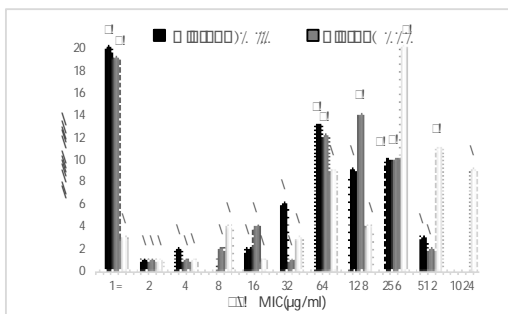
برای تشخیص جدایه های مولد ESBL از میان کل جدایه ها از تست فنوتیپی تائیدی (Phenotypic confirmatory tests) استفاده شد. در این روش از دیسک های ترکیبی شامل سفنازیدیم (30 میکرو گرم) همراه اسید کلانولانیک (10 میکرو گرم) و سفوتاکسیم (30 میکرو گرم) همراه اسید کلانولانیک MAST (10 میکرو گرم) استفاده شد. در صورتی که قطر هاله عدم رشد باکتری اطراف دیسک ترکیبی، حداقل 5 میلی متر یا بیش تر از قطر هاله عدم رشد اطراف دیسک منفرد همان آنتی بیوتیک بود، به عنوان جدایه مولد ESBL قلمداد گردید (13). از سویه استاندارد /شرشیا کلی ATCC 35218 به منظور کنترل کیفی جدایه های مولد ESBL استفاده شد (13). سپس برای تعیین حداقل غلظت ممانعت کننده از رشد (MIC) جدایه های مولد ESBL نسبت به آنتی بیوتیک های سیپروفلوکساسین، لووفلوکساسین و نالیدیکسیک اسید (Sigma, USA) از روش میکرودايلوشن برات استفاده شد. در این روش ابتدا از کشت 24 ساعته جدایه ها روی محیط مولر هیتون آگار، رقتی معادل کدورت نیم مک فارلند تهیه و طبق دستور کار CLSI رقیق شد. به طوری که غلظت نهایی باکتری ها در هر چاهک میکروپلیت  $10^5$  باکتری بود. غلظت های 0/015 میکرو گرم در هر میلی لیتر تا 1024 میکرو گرم در هر میلی لیتر برای هر سه آنتی بیوتیک به کار رفت. هر چاهک میکروپلیت حاوی

حجم نهایی 200 میکرو لیتر شامل محیط کشت، آنتی بیوتیک و سوسپانسیون باکتری بود. محیط مولر هیتون برات به همراه باکتری و بدون آنتی بیوتیک به عنوان کنترل مثبت و هم چنین محیط مولر هیتون برات به تنهایی بدون باکتری به عنوان کنترل منفی به کار رفت. پانل ها 24 ساعت در 37 درجه سانتی گراد انکوبه شدند و کم ترین غلظت آنتی بیوتیک در چاهکی که هیچ کدورتی از رشد باکتری در آن مشاهده نشد، معادل MIC بر آورد گردید (13). از سویه /شرشیا کلی ATCC 25922 به عنوان کنترل منفی استفاده شد. میزان Breakpoints پیشنهادی توسط CLSI برای نالیدیکسیک اسید بصورت حساس ( $\geq 16$  میکرو گرم در هر میلی لیتر) مقاوم ( $\leq 32$  میکرو گرم در هر میلی لیتر)، برای سیپروفلوکساسین حساس ( $\geq 1$  میکرو گرم در هر میلی لیتر) و مقاوم ( $\leq 4$  میکرو گرم در هر میلی لیتر) و در مورد لووفلوکساسین حساس ( $\geq 2$  میکرو گرم در هر میلی لیتر) و مقاوم ( $\leq 8$  میکرو گرم در هر میلی لیتر) بود (13). DNA جدایه ها با روش جوشاندن استخراج شد. وجود ژن های *aac (6)-Ib*، *qepA*، *qnrS*، *qnrB*، *qnrA* با استفاده از پرایمرهای اختصاصی (سینا کلون، تهران) مشخص شدند. واکنش PCR در حجم نهایی 25 میکرو لیتر (12/5 میکرو لیتر مسترمیکس شرکت سینا کلون، 2 میکرو لیتر از هر پرایمر و 2 میکرو لیتر DNA باکتری و بقیه آب مقطر استریل) در طی 35 سیکل، شامل: مرحله اولیه باز شدن دو رشته DNA به مدت 5 دقیقه در دمای 94 درجه سانتی گراد، مرحله باز شدن دو رشته DNA 1 دقیقه در 94 درجه سانتی گراد، مرحله اتصال پرایمرها 1 دقیقه در 55 درجه سانتی گراد برای *qnrA* و *qepA* 53 درجه سانتی گراد برای *qnrB* و *qnrS* 57 درجه سانتی گراد برای *aac (6)-Ib*، مرحله طولیل شدن رشته هدف به مدت 1 دقیقه در 72 درجه سانتی گراد و مرحله طولیل شدن نهایی به مدت 5 دقیقه در 72 درجه سانتی گراد انجام شد. محصول PCR پس از الکتروفورز بر روی ژل آگارز 1 درصد، مورد

بالای 40 سال 40 نفر (6/60 درصد) بودند. بر اساس نتایج حاصل از آزمون دیسک دیفیوژن میزان مقاومت به کینولون‌ها در جدایه‌های مولد ESBL بالاتر بود (جدول شماره 2) و بر طبق نتایج آزمون میکرودیلوژن برات تعداد 56 جدایه (8/84 درصد) نسبت به نالیدیکیسک اسید و 45 جدایه (1/68 درصد) نسبت به سیپروفلوکساسین و لووفلوکساسین مقاوم بودند. در کل 45 جدایه (1/68 درصد) به هر سه آنتی‌بیوتیک مورد مطالعه مقاوم بودند و فقط 9 جدایه (6/13 درصد) به آن‌ها حساسیت داشتند. در بیشتر جدایه‌ها میزان مقاومت به کینولون‌ها بالا  $\leq MIC$  (64 میکروگرم در هر میلی‌لیتر) بود (نمودار شماره 1).

جدول شماره 2: الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی جدایه‌های اشرشیا کلی ESBL مثبت و منفی با روش دیسک آگار دیفیوژن

آنتی‌بیوتیک‌ها	ESBL مثبت (66/275)			ESBL منفی (174/725)		
	مقاوم	نیبه‌مقاوم	حساس	مقاوم	نیبه‌مقاوم	حساس
مفتریدیم	5(33)	17(25/7)	16(24/3)	4(2/3)	5(2/9)	165(94/8)
سفروکسیم	63(95/6)	1(1/5)	2(3)	6(3/5)	3(1/7)	165(94/8)
سفریکون	65(98/6)	0	1(1/5)	4(2/3)	5(2/9)	165(94/8)
سپروفوکسین	43(65/2)	4(6)	19(28/8)	35(20/1)	6(3/5)	133(76/4)
لووفلوکسین	44(66/7)	3(4/5)	19(28/8)	37(21/3)	4(2/3)	133(76/4)
تایدیکسک‌اسید	56(84/8)	0	10(15/2)	37(21/3)	0	137(78/7)



نمودار شماره 1: توزیع جدایه‌های اشرشیا کلی مولد ESBL بر حسب مقدار MIC ( $\mu\text{g/ml}$ ) برای سیپروفلوکساسین، لووفلوکساسین و نالیدیکیسک اسید

محصول PCR حاصل از ژن‌های *qnrB*، *qnrA*، *qnrS* و *aac(6)-Ib* به ترتیب 516، 469، 417، 482 و 720 جفت باز بود (تصویر شماره 1). در مورد ژن‌های PMQR در جدایه‌های اشرشیا کلی، از میان 66

ارزیابی قرار گرفت. سپس تعدادی از محصولات PCR توالی یابی (Applied Biosystem ABI3130, USA) شد و نتیجه آن با استفاده از نرم افزار BLAST آنالیز گردید.

جدول شماره 1: توالی پرایمرهای بکار رفته در PCR و اندازه محصولات آن‌ها

نام ژن	توالی پرایمر	اندازه محصول (bp)	منبع
<i>qnrA</i>	5'-TCAGCAAGAGGATTCTCA-3' 5'-GCCAGCACTATTACTCCCA-3'	516	14
<i>qnrB</i>	5'-GATCGTGAAGCCAGAAAGG-3' 5'-ACGATGCCCTGGTAGTTGCC-3'	469	14
<i>qnrS</i>	5'-ACGACATTCTGCAACTGCAA-3' 5'-TAAATTGGCACCCGTAGGC-3'	417	14
<i>qepA</i>	5'-GGACATCTACGGCTTCTCG-3' 5'-AGCTGCAGGTACTGGCTCAT-3'	720	6
<i>aac(6)-Ib</i>	5'-TTGCGATGCTCTATGAGTGGTA-3' 5'-CTCGAATGCCTGGCGTGT-3'	482	15

برای تمایز ژن *Ib(6)-aac* از واریانت *aac-cr* *Ib(6)* آن‌که در ارتباط با مقاومت به کینولون‌هاست، هضم آنزیمی انجام شد. محصول PCR برای ژن *Ib(6)* با آنزیم BtsCI هضم شد (Fermentase, England). در صورت برش آن به قطعات 272-bp و 210-bp نشان دهنده *Ib(6)-aac*، اما عدم برش نشان دهنده واریانت *Ib-cr(6)-aac* بود.

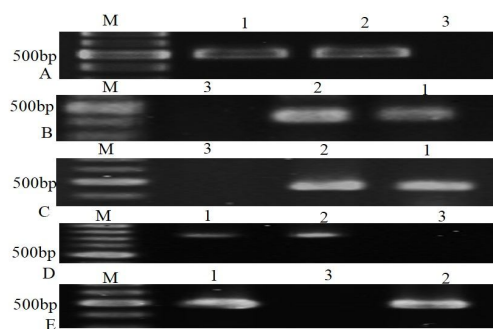
در پایان، داده‌ها با استفاده از نسخه 20 نرم افزار SPSS به وسیله تست‌های آماری کای دو (Chi-square) و T-Test تحلیل شدند. مقادیر p کم‌تر از 0/05 معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

در مطالعه حاضر از مجموع 3200 نمونه ادراری، 240 جدایه اشرشیا کلی جداسازی شد (5/7 درصد)، از میان کل جدایه‌ها اشرشیا کلی، تعداد 66 جدایه (5/27 درصد) مولد ESBL بودند که متعلق به 57 نفر زن (4/86 درصد) و 9 نفر (6/13 درصد) مرد بودند. میانگین سنی بیماران  $22/1 \pm 43/5$  سال و ماکزیم سن 97 سال و مینیم سن 1 سال بود. از نظر توزیع سنی بیماران مورد مطالعه، در گروه سنی زیر 20 سال 12 نفر (2/18 درصد)، 40-21 سال 14 نفر (2/21 درصد) و گروه سنی

جدایه، 51 (77/2 درصد) جدایه حداقل یکی از ژن های PMQR را دارا بودند. ژن *qnrB* در 27 جدایه (40/9 درصد)، *qnrA* در 19 جدایه (28/7 درصد)، *qnrS* در 3 جدایه (4/5 درصد) و *qepA* در 2 جدایه (3 درصد) تشخیص داده شد. تعداد 43 جدایه (65/1 درصد) دارای ژن *aac(6)-Ib* بودند که 38 (88/4 درصد) مورد آن ها با آنزیم BtsCI برش نخوردند که نشانگر واریانت *cr* بودند. در مورد ارتباط بین ژن *aac(6)-Ib-cr* و مقاومت به سیپروفلوکساسین، مشخص شد که در میان جدایه های دارای این ژن، 48/5 درصد به سیپروفلوکساسین مقاوم بودند که از لحاظ آماری معنی دار بود (p=0/002). اما در مورد ژن *qepA* علی رغم این که تنها در جدایه های مقاوم یافت شدند، اما بین حضور این ژن و مقاومت به سیپروفلوکساسین ارتباط معنی داری وجود نداشت (p=0/559). بین حضور ژن های *qnr* و مقاومت به سیپروفلوکساسین، لوفلوکساسین و نالیدیکسیک اسید نیز از لحاظ آماری بررسی شد (جدول شماره 3).

از میان 51 جدایه هایی که دارای ژن های PMQR، 31 (60/8 درصد)، 34 (66/6 درصد) و 43 (84/3 درصد) جدایه به ترتیب دارای MIC بالا ( $MIC \geq 64$  میکروگرم در هر میلی لیتر) برای سیپروفلوکساسین، لوفلوکساسین و نالیدیکسیک اسید بودند. در حالی که از 15 جدایه فاقد ژن های PMQR، فقط 4 جدایه (26/6 درصد) برای سیپروفلوکساسین و لوفلوکساسین دارای  $MIC \geq 64$  بودند. آنالیز آماری داده های فوق یک رابطه معنی دار بین افزایش MIC آنتی بیوتیک ها و ژن های PMQR را نشان داد (سیپروفلوکساسین p=0/024، لوفلوکساسین p=0/045 و نالیدیکسیک اسید



تصویر شماره 1: الکتروفورز ژل آگارز محصول PCR ژن های *qnrA* (A)، *qnrB* (B)، *qnrS* (C)، *qepA* (D) و *aac(6)-Ib* (E). ردیف M: مارکر (DNA ladder، 100bp)، ردیف 1: کنترل مثبت، ردیف 2: *qnrA*، *qnrB*، *qnrS*، *qepA*، *aac(6)-Ib*؛ ردیف 3: کنترل منفی

جدول شماره 3: ارتباط بین ژن های PMQR با مقاومت به سیپروفلوکساسین، لوفلوکساسین و نالیدیکسیک اسید

ژن های PMQR	سیپروفلوکساسین و لوفلوکساسین				سطح معنی داری	نالیدیکسیک اسید			
	بدون ژن		دارای ژن			بدون ژن		دارای ژن	
	حساس	مقاوم	حساس	مقاوم		حساس	مقاوم	حساس	مقاوم
<i>qnrA</i>	(28/8) 19	(42/4) 28	(3/1) 2	(25/7) 17	0/021	(28/8) 19	(42/4) 28	(3/1) 2	(25/7) 17
<i>qnrB</i>	(24/2) 16	(34/8) 23	(7/6) 5	(33/4) 22	0/065	(27/3) 18	(31/8) 21	(4/5) 3	(36/4) 24
<i>qnrS</i>	(31/8) 21	(63/7) 42	(0) 0	(4/5) 3	0/546	(31/8) 21	(63/7) 42	(0) 0	(4/5) 3

جدول شماره 4: توزیع جدایه های دارای ژن های PMQR بر حسب مقدار MIC (µg/ml) سیپروفلوکساسین، لووفلوکساسین و نالیدیکسیک اسید

ژن های PMQR	تعداد جدایه ها	سیپروفلوکساسین			لووفلوکساسین			نالیدیکسیک اسید		
		<0/5-4	8-64	<128-256	<0/5-4	8-64	<128-256	<0/5-4	8-64	<128-256
<i>Aac(6)-Ib-cr + qnrA+qnrB+qepA</i>	1		1			1				1
<i>Aac(6)-Ib-cr + qnrA+qnrB+qnrS</i>	1			1			1			5
<i>Aac(6)-Ib-cr + qnrA+qnrB</i>	5		3	2		3	2			5
<i>qnrA+qnrB</i>	1		1			1				1
<i>qnrA+ Aac(6)-Ib-cr</i>	7	1	2	4	1	1	5	1	1	5
<i>qnrB+ Aac(6)-Ib-cr</i>	13	2	7	4	2	4	7		2	11
<i>qepA+ Aac(6)-Ib-cr</i>	1	1			1				1	
<i>qnrA</i>	4	1	1	2	1	1	2	1	1	2
<i>qnrB</i>	6	3	3		3	3		1	1	4
<i>Aac(6)-Ib-cr</i>	10	1	2	5	3	2	5	1	4	5
<i>qnrS</i>	2		1	1		1	1			2

## بحث

می کرد در میان جدایه های انتروباکتریاسه تشخیص داده شد (22). فراوانی بالای این ژن در میان جدایه های مولد ESBL قبلاً در دیگر مطالعات نیز گزارش شده است، به طوری که در مطالعه ای که Karah و همکارانش در نروژ و سوئد انجام دادند ژن های *Ib-cr(6)-aac* و *qnr* در میان جدایه های مولد ESBL فراوانی بالاتری داشتند. در مطالعه ای که گودرزی و همکاران در تهران روی جدایه های اشرشیا کلی مولد ESBL انجام دادند نیز این ژن فراوانی بالایی (74/7 درصد) داشت. هم چنین در گزارشی از سوریه توسط Alheib و همکارانش، فراوانی ژن *Ib-cr(6)-aac* در میان جدایه های اشرشیا کلی مولد ESBL، 78/7 درصد بود (4، 19، 23).

در مطالعه حاضر، فراوانی ژن های *qnrA*، *qnrB* و *qnrS* بالاتر از نتایج تعدادی از مطالعات پیشین بود (27، 24). و فراوان ترین ژن *qnr*، ژن *qnrB* بود به طوری که در دیگر مطالعات نیز گزارش شده (21، 23) البته نتایج تعدادی از مطالعات پیشین در ایران از جمله مطالعه حریفی و همکاران در مشهد و مطالعه پاکزاد و همکاران در مرکز ایران فراوانی ژن های *qnr* در میان جدایه های اشرشیا کلی مولد ESBL به این مطالعه نزدیک است (28، 18). به نظر می رسد ارتباطی بین ESBL با ژن های *qnr* و *Ib-cr(6)-aac* وجود داشته باشد و اغلب پلاسمیدهایی که ژن های بتالاکتاماز را حمل می کنند توانایی حمل ژن های PMQR را هم دارند (19، 29).

جدایه های مولد ESBL معمولاً به گروه های مختلف آنتی بیوتیک ها از جمله کینولون ها مقاومت بالایی دارند، به طوری که تحقیقات نشان داده که مقاومت به سیپروفلوکساسین در جدایه های اشرشیا کلی مولد ESBL بالاتر از جدایه های فاقد ESBL است (19، 16). در مطالعه حاضر نیز میزان بالای مقاومت به نالیدیکسیک اسید، سیپروفلوکساسین و لووفلوکساسین در جدایه های اشرشیا کلی مولد ESBL دیده شد که با یافته های فوق هماهنگی دارد. البته مقاومت به نالیدیکسیک اسید نسبت به سیپروفلوکساسین و لووفلوکساسین بالاتر بود که احتمالاً با استفاده بیش از پنج دهه از این آنتی بیوتیک قابل توجیه می باشد (20). گرچه عامل اصلی مقاومت به کینولون ها موتاسیون در ژن های هدف کینولون ها است اما در سال های اخیر ژن های مقاومت به کینولون وابسته به پلاسمید (PMQR) به دلیل قابلیت بالای انتقال پذیری افقی در گسترش جدایه های مقاوم به کینولون ها نقش داشته اند (21). نتایج مطالعه حاضر بیانگر فراوانی بالای ژن های *qnr*، *Ib-cr(6)-aac* و *qepA* در میان جدایه های اشرشیا کلی مولد ESBL در شهر کرمانشاه است. به طوری که در مطالعه حاضر، فراوان ترین ژن PMQR، ژن *Ib-cr(6)-aac* بود. این ژن اولین بار در سال 2003 روی پلاسمیدی که ژن *CTX-M15* را حمل

دارای ژن های PMQR با کینولون ها، ممکن است سبب افزایش میزان شکست در درمان شود (4).  
 نتایج این مطالعه بیانگر فراوانی نسبتاً بالای ژن های PMQR در جدایه های *اشرشیا کلی* مولد بتالاکتامازهای طیف گسترده در کرمانشاه است. ژن های *aac(6)-Ib-cr* و *qnrB* شایع ترین بودند. هم چنین ژن *qepA* در جدایه ها یافت شد که به ندرت در ایران گزارش شده است. ارتباطی بین مقاومت به بتالاکتام ها و کینولون ها مشاهده شد که می تواند بیانگر انتقال مشترک ژن های مقاومت کینولونی به وسیله پلاسمیدهای ناقل ESBL باشد. در نتیجه شناسایی سویه های *اشرشیا کلی* عامل عفونت ادراری که دارای ESBL هستند می تواند نشان دهنده احتمال داشتن مقاومت بالا به کینولون ها باشد. هم چنین در این مطالعه ارتباط بین ژن های PMQR با افزایش میزان MIC جدایه ها معنی دار بود. بنابراین قبل از تجویز کینولون ها انجام آزمایش غریالگری ESBL پیشنهاد می شود تا بتوان از روند روبه افزایشی مقاومت به این دسته دارویی پیشگیری نمود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از پرسنل آزمایشگاه تحقیقاتی میکروبی شناسی دانشکده پزشکی کرمانشاه تقدیر و تشکر می گردد. این مقاله بخشی از پایان نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد میکروبی شناسی می باشد.

در جدایه های مورد بررسی ژن *qepA* تنها در دو جدایه (3 درصد) یافت شد. پمپ برونریز *qepA*، اولین بار در سال 2007 در دو جدایه *اشرشیا کلی* از ژاپن و بلژیک مطرح شد (30، 31) و یک واریانت جدید آن (*QepA2*) در فرانسه یافت شد (32). بنابراین شیوع این ژن هنوز گسترش نیافته است و در بیش تر مطالعات صفر یا بسیار پایین گزارش شده که با نتایج مطالعه حاضر هم خوانی دارد (7، 19، 23). همچنین جدایه هایی که ژن *qnrA* را حمل می کردند مقدار MIC بالاتری داشتند که این احتمال را مطرح می کند این ژن می تواند در ایجاد سطح بالای مقاومت به کینولون ها نقش داشته باشد.

فراوانی ژن *aac(6)-Ib-cr* در میان جدایه های دارای ژن *qnr* (71 درصد) نسبت به جدایه های فاقد ژن *qnr* (29 درصد) بالاتر بود که با مطالعه Yan Jiang و همکارانش در چین هم خوانی دارد که می تواند بیانگر انتقال مشترک این ژن ها باشد (5).

*yugendran* و همکارانش در هند نشان دادند که بین افزایش MIC و حضور ژن های PMQR ارتباط وجود دارد (34). در این مطالعه نیز ژن های *qnr* و *aac(6)-Ib-cr* در جدایه های با MIC بالاتر (64  $\geq$  MIC) فراوانی بیشتری داشتند. حضور آن ها ایجاد موتاسیون ها در ژن های کروموزومی مثل DNA ژیراز و توپوایزومراز IV را تسهیل می کند و احتمالاً این ژن ها در ایجاد سطح بالای مقاومت نقش دارند (35). بنابراین درمان عفونت های ایجاد شده به وسیله جدایه های

### References

1. Akya A, Najafi F, Sohrabi N, Vaziri S, Mansouri F, Aziziand M, et al. The systematic review of quinolones resistance of Escherichia coli isolated from urinary tract infections in Iran over the last ten years (2001-2011). *Annu Res Rev Biol*. 2015;6(4):234-244.
2. Briales A, Rodriguez-Martinez JM, Velasco C, Diaz de Alba P, Rodriguez-Bano, Martinez-Martinez L, et al. Prevalence of plasmid-mediated quinolone resistance determinants *qnr* and *aac(6)-Ib-cr* in Escherichia coli and klebsiella pneumonia producing extended-spectrum  $\beta$ -lactamase in



- spain. *Int J Antimicrob Agents* 2012; 39(5):431-434.
3. Rodriguez-Martinez JM, Cano ME, Velasco C, Martinez-Martinez L, Pascual AI. Plasmid-mediated quinolone resistance: an update. *J Infect Chemother* 2011;17(2):149–182.
  4. Karah N, Poirel L, Bengtsson S, Sundqvist M, Kahlmeter G, Nordmann P, et al. plasmid-mediated quinolone resistance determinants qnr and aac(6)-Ib-cr in *Escherichia coli* and *klebsiella* spp. From Norway and Sweden. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2010; 66(4): 425-431.
  5. Jiang Y, Zhou Z, Qian Y, Wei Z, Yu Y, Hu S, et al. Plasmid-mediated quinolone resistance determinants qnr and aac(60)-Ib-cr in extended-spectrum b-lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in China. *J Antimicrob Chemother*. 2008; 61(5): 1003-1006.
  6. Kang HY, Tamang MD, Seol SY, Kim J. Dissemination of Plasmid-mediated qnr, aac(6)-Ib-cr, and qepA Genes Among 16S rRNA Methylase Producing Enterobacteriaceae in Korea. *J Bacteriol Virol* 2009; 39(3):173-182
  7. Hassan WM, Hashim A, Domany R. Plasmid mediated quinolone resistance determinants qnr, aac(6)-Ib-cr, and qep in ESBL-producing *Escherichia coli* clinical isolates from Egypt. *Indian J Med Microbiol* 2012;30(4):442-447.
  8. Cattoir V, Poirel L, Rotimi V, Soussy CJ, Nordmann P. Multiplex PCR for detection of plasmid-mediated quinolone resistance qnr genes in ESBL-producing enterobacterial isolates. *J Antimicrob Chemother* 2007; 60(2): 394-397.
  9. Shams E, Firoozeh F, Moniri R, Zibaei M. Prevalence of Plasmid-Mediated Quinolone Resistance Genes among Extended-Spectrum -Lactamase-Producing *Klebsiella pneumoniae* Human Isolates in Iran. *J Pathog* 2015; 2015: 434391.
  10. Lavilla S, Gonzalez-Lopez JJ, Sabate M, Garcia-Fernandez A, Larrosa MN, Bartolome RM, et al. Prevalence of qnr genes among extended-spectrum beta-lactamase-producing enterobacterial isolates in Barcelona, Spain. *J Antimicrob Chemother* 2008; 61(2):291-295.
  11. Fauci S, Braunwald E, Kasper DL, et al. *Harrison's principles of internal medicine*. 17th ed. USA: McGraw-Hill; 2008
  12. Koneman EW. *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. 6th ed. Washington C; LWW. 2006
  13. Clinical and Laboratory Standards Institute. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: Twenty-second Informational Supplement M100-S22*. Wayne, PA, USA: CLSI; 2012.
  14. Robicsek A, Strahilevitz J, Sahn DF, Jacoby GA, Hooper DC. qnr Prevalence in Ceftazidime-Resistant Enterobacteriaceae Isolates from the United States. *Antimicrob Agents Chemother* 2006; 50(8):2872-2874
  15. Park CH, Robicsek A, Jacoby GA, Sahn D, Hooper DC. Prevalence in the United States of aac(6)-Ib-cr Encoding a Ciprofloxacin-Modifying Enzyme. *Antimicrob Agents Chemother* 2006;50(11): 3953–3955.
  16. Raei F, Eftekhari F, Feizabadi MM. Prevalence of Quinolone Resistance Among Extended-Spectrum beta-Lactamase Producing Uropathogenic *Klebsiella pneumoniae*. *Jundishapur J Microbiol* 2014;7(6):e10887 (persian).

17. Hsueh P R. Study for monitoring antimicrobial resistance trends (SMART) in the Asia-Pacific region, 2002–2010. *Int J Antimicrob Agents* 2012;40( 1):S1–S3.
18. Pakzad I, Ghafourian S, Taherikalani M, sadeghifard N, Abtahi H, Rahbar M, et al. qnr Prevalence in Extended Spectrum Beta-lactamases (ESBLs) and None-ESBLs Producing *Escherichia coli* Isolated from Urinary Tract Infections in Central of Iran. *Iran J Basic Med Sci* 2011;14(5):458-464.(persian).
19. Goudarzi M, Azad M, Seyedjavadi SS. Prevalence of plasmid-mediated quinolone resistance determinants in extended-spectrum  $\beta$ -lactamase producing *Escherichia coli* isolated from patients with nosocomial urinary tract infection in Tehran, Iran. *Scientifica* .2015; 2015
20. Firoozeh F, Zibaei M, Soleimani-Asl Y. Detection of plasmid-mediated qnr genes among the quinolone-resistant *Escherichia coli* isolates in Iran. *J Infect Dev Ctries* 2014; 8(7):818-822.
21. Bouchakour M, Zerouali Kh, Perrier Gros Claude JD, Amarouch H, Mdaghri NE, Courvalin P, et al. Plasmid-mediated quinolone resistance in expanded spectrum beta lactamase producing enterobacteriaceae in Morocco. *J Infect Dev Ctries* 2010; 4(12):799-803.
22. Ambrozic Avgustin J, Keber R, Zerjavic K, Orazem T, Grabnar M. Emergence of the quinolone resistance-mediating gene aac(6)-Ib-cr in extended-spectrum-beta- lactamase-producing *Klebsiella* isolates collected in Slovenia between 2000 and 2005. *Antimicrob Agents Chemother* 2007;51(11):4171-4173.
23. Alheib O, Al Kayali R, Abajy MY. Prevalence of Plasmid-Mediated Quinolone Resistance (PMQR) Determinants Among Extended Spectrum Beta-Lactamases (ESBL)-Producing Isolates of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in Aleppo, Syria. *Arch Clin Infect Dis* 2015; 10(3): e20631.(Persian)
24. Jacoby GA, Chow N, Waites KB. Prevalence of plasmid-mediated quinolone resistance. *Antimicrob Agents Chemother* 2003;47(2):559–562.
25. Kim NH, Choi EH, Sung JY, Oh CE, Kim HB, Kim EC, et al. Prevalence of Plasmid-Mediated Quinolone Resistance Genes and Ciprofloxacin Resistance in Pediatric Bloodstream Isolates of Enterobacteriaceae over a 9-Year Period. *Jpn J Infect Dis* 2013; 66(2): 151-154.
26. Zhou TL, Chen XJ, Zhou MM, Zhao YJ, Luo XH, Bao QY. prevalence of plasmid-mediated quinolone resistance in *Escherichia coli* isolates in Wenzhou, southern china, 2002-2008. *Jpn J Infect Dis* .2011; 64(1): 55-57.
27. Yang H, Chen H, Yang Q, Chen M, Wang H. High Prevalence of Plasmid-Mediated Quinolone Resistance Genes qnr and aac(6)-Ib-cr in Clinical Isolates of Enterobacteriaceae from Nine Teaching Hospitals in China. *Antimicrob Agents Chemother*. 2008; 52(12): 4268-4273.
28. Harifi Mood E, Meshkat Z, Izadi N, Rezaei M, Jamehdar SA, Naderi Nasab M, et al. Prevalence of Quinolone Resistance Genes Among Extended-Spectrum B-Lactamase-Producing *Escherichia coli* in Mashhad, Iran. *Jundishapur J Microbiol* .2015; 8(12): e16217.
29. Robicsek A, Jacoby GA, Hooper DC. The worldwide emergence of plasmid-mediated quinolone resistance. *Lancet Infect Dis* 2006; 6(10): 629-640.

30. Yamane K, Wachino J, Suzuki S, Kimura K, Shibata N, Kato H, et al. New plasmid-mediated fluoroquinolone efflux pump, QepA, found in an *Escherichia coli* clinical isolate. *Antimicrob Agents Chemother* 2007; 51(9): 3354–3360.
31. Perichon B, Courvalin P, Galimand M. Transferable resistance to aminoglycosides by methylation of G1405 in 16S rRNA and to hydrophilic fluoroquinolones by QepA-mediated efflux in *Escherichia coli*. *Antimicrob Agents Chemother*. 2007; 51(7): 2464–2469.
32. Cattoir V, Poirel L, Nordmann P. Plasmid-mediated quinolone resistance pump QepA2 in an *Escherichia coli* isolate from France. *Antimicrob Agents Chemother* 2008; 52(10): 3801–3804.
33. Yang HY, Nam YS, Lee HJ. prevalence of plasmid-mediated quinolone resistance genes among ciprofloxacin-nonsusceptible *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* isolated from blood cultures in Korea. *Can J Infect Dis Med Microbiol* 2014; 25 (3): 163-169.
34. Yugendran T, Harish B N. High incidence of plasmid-mediated quinolone resistance genes among ciprofloxacin-resistant clinical isolates of Enterobacteriaceae at a tertiary care hospital in Puducherry, India. *PeerJ*. 2016 4:e1995.
35. Robicsek A, Jacoby GA, Hooper DC. The worldwide emergence of plasmid-mediated quinolone resistance. *Lancet Infect Dis* 2006; 6(10): 629-640.