

# گوناگونی ژنتیکی ایزوله های سالمونلا انتریکا سرووار انتریتیدیس جمع آوری شده از مراکز درمانی شهر کرمان با استفاده از روش ERIC-PCR

ابوالفضل مقدم<sup>۱</sup>، شهرام نظریان<sup>۲\*</sup>

## چکیده

زمینه و هدف: سالمونلوز یکی از مهمترین بیماری های عفونی مشترک انسان و حیوانات است. سالمونلا انتریتیدیس یکی از رایجترین سروتایپ هایی است که باعث گاستروانتریت در انسان می شود. مطالعات اپیدمیولوژیک و تایپینگ مولکولی سویه های سالمونلا می-تواند استراتژی های پیشگیری بیماری های عفونی و اقدامات کنترلی را بهبود بخشد. هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی تنوع ژنتیکی سویه های سالمونلا انتریکا سرووار انتریتیدیس جدا شده از نمونه های انسانی به روش ERIC-PCR بود.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی سویه های سالمونلا از بیماران مراجعه کننده به مراکز درمانی شهر کرمان جداسازی شد. شناسایی سویه های انتریتیدیس با استفاده از روش های استاندارد میکروبیولوژی و بیوشیمیایی و سروتایپینگ انجام شد. تایپینگ مولکولی سویه ها با روش ERIC-PCR مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: ۴۸ سویه به عنوان سالمونلا انتریکا سرووار انتریتیدیس تأیید شد. آنالیزهای ERIC-PCR سویه ها را در ۱۳ خوشه دسته بندی کرد (E1-E13). ۱۸ سویه (۳۷.۵ درصد) با داشتن الگوی مشابه در کلاسترهای E9 و E13 قرار گرفتند.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که سویه های سالمونلا انتریتیدیس از نظر ژنتیکی ناهمگون بوده و می توان آنها را به خوشه های مختلف ERIC نسبت داد. نتایج مشخص کرد که ERIC-PCR روشی مناسب برای تمایز ژنوتیپی سویه های جدا سازی شده *S. enteritidis* است.

کلید واژگان: سالمونلا انتریتیدیس، تایپینگ مولکولی، ERIC-PCR

۱-کارشناس ارشد زیست شناسی گرایش سلولی و مولکولی.  
۲-استادیار مرکز تحقیقات زیست شناسی.

۱-گروه زیست شناسی سلولی مولکولی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.  
۲-مرکز تحقیقات زیست شناسی، دانشکده و پژوهشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.

\*نویسنده مسؤل:

شهرام نظریان، مرکز تحقیقات زیست شناسی، دانشکده و پژوهشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

تلفن: ۰۲۱۷۷۱۰۴۹۳۴

Email: kpnazari@ihu.ac.ir

اعلام قبولی: ۱۳۹۶/۲/۳

دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۹۵/۱۲/۲۲

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۸/۱۰

## مقدمه

گونه های سالمونلا، باکتری های گرم منفی و جزء عوامل بیماری زای ایجاد کننده گاستروانتریت و منتقله از راه مواد غذایی هستند. سالمونلوز یکی از مهمترین بیماری های باکتریایی روده ای است که توسط گونه های سالمونلا ایجاد شده و در سرتاسر جهان میلیون ها انسان و حیوان را درگیر می کند (۱-۳). سروتیپ های سالمونلا به دو دسته سالمونلا تیفوئیدی و سالمونلا غیر تیفوئیدی تقسیم می شوند که معمولا نوع غیر تیفوئیدی باعث ایجاد گاستروانتریت های خود محدود شونده در میزبان های سالم می شوند. گاستروانتریت حاد، تب روده ای تیفوئید یا پاراتیفوئید و عفونت های سیستمیک، از جمله موارد ایجاد شده توسط سروتیپ های سالمونلا تیفی موریوم و انتریتیدیس هستند. مطالعات اپیدمیولوژیک در کشورهای مختلف نشان دهنده افزایش عفونت سالمونلا انتریتیدیس در سال های اخیر است. بر طبق گزارش سازمان WHO از سال ۱۹۹۰ سالمونلا انتریتیدیس شایعترین عامل گاستروانتریت در نظر گرفته می شود (۴)، در حالی که پیش از آن سالمونلا تیفی موریوم به عنوان عامل اصلی گاستروانتریت شناخته می شد (۵).

به منظور نظارت اپیدمیولوژیک موثر و کنترل سالمونلا، اطلاعات دقیقی در مورد گوناگونی ژنتیکی و تایپینگ سویه های مختلف سالمونلا مورد نیاز است. قبل از ابداع روش های بیولوژی مولکولی، دانشمندان برای تحقیق در مورد گسترش بیماری، یافتن منابع عفونت و نیز نحوه انتشار عفونت، با مشکلات زیادی مواجه بودند و مطالعات اولیه اپیدمیولوژیک در مورد عفونت های سالمونلاهای غیر تیفوئیدی توسط روش های فنوتیپیک از جمله سروتایپینگ، بیوتایپینگ، کولیسین تایپینگ، بررسی الگوهای مقاومت آنتی بیوتیکی و تعیین پروفایل پلاسمیدی انجام می شد. به علت اینکه روش های فنوتیپیک زمان بر، پرهزینه و خسته کننده است، از نظر اپیدمیولوژیک دارای ارزش محدود بوده و

قدرت افتراق دهی بین سویه هایی که ارتباط بسیار نزدیکی باهم دارند را ندارد (۶-۸). روش های مولکولی مبتنی بر DNA برای شناسایی و طبقه بندی میکروب ها، وابستگی کمتری به عوامل متغییر و موثر در رشد باکتری داشته و در مدت زمان کوتاه تر و با انعکاس روابط فیلوژنی بین جدایه های مختلف، می تواند آنها را در گروه های خاص قرار دهد. در حال حاضر از روش هایی مانند Repetitive Element Palindromin (REP-PCR) (9,10) pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) Random Ribotyping (12,13) (9,11) و Amplified Polymorphic DNA (RAPD) (14,15) RFLP برای تفریق سویه های سالمونلا به کار گرفته می شود. در بین روش های مختلفی که بر پایه DNA جهت ژنوتایپینگ سویه ها وجود دارد بسیاری از آنها زمان بر بوده، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و دارای قدرت افتراق دهی مناسبی نیستند. به عنوان مثال PFGE اگرچه دارای قدرت تفکیک و تمایز بالایی بوده و همچنین بسیار تکرار پذیر می باشد، با این حال به ۳ تا ۴ روز زمان نیاز داشته و نسبتا هزینه بر می باشد. درحالی که از ویژگی های مهم روش ERIC-PCR می توان در دسترس بودن، سرعت بالا، راحتی استفاده و قابل انجام بودن در هر آزمایشگاه است. تایپینگ بر اساس REP-PCR نیز روشی معتبر، تکرار پذیر و سریع بوده و قدرت تفکیک کنندگی بالایی در میان جدایه های باکتری ها برخوردار است (۱۶) و (۱۷).

سه گروه از توالی های تکرار شونده پراکنده در ژنوم باکتری ها، که به شکل وسیعی در بررسی تنوع و شناسایی گونه ها و زیرگونه ها کاربرد داشته و استفاده از آنها رو به فزونی است شامل توالی های REP، BOXها و ERIC می باشد. الگوی ژنومی به دست آمده توسط روش های REP-PCR، BOX-PCR و ERIC-PCR برای جدایه

جنس *سالمونلا* با روش های استاندارد سرولوژی و باکتریولوژی در محیط راپاپورت واسیلیادیس (مرک آلمان) در مجاورت یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی منتقل شدند. کشت اولیه و افتراقی نمونه ها روی محیط های افتراقی سالمونلا-شیگلا (SS) آگار و بیسموت سولفیت آگار انجام شد و سپس پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انکوبه شدند. با تست های بیوشیمیایی و محیط های افتراقی مانند TSI, MR-VP, لیزین آیرون آگار، سیمون سیترات و اوره (مرک آلمان)، کلنی های مشکوک به *سالمونلا* بررسی شدند. سپس استفاده از، آزمون های سروتایپینگ با آنتی سرم های O و H تعیین هویت سویه تکمیل گردید (۲۲). واکنش آگلوتیناسیون به عنوان واکنش مثبت ثبت شد.

استخراج DNA: به منظور استخراج DNA از روش Cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) استفاده شد (۲۳). برای تخلیص DNA، بافر TE به رسوب باکتری اضافه و همگن شد. مقدار ۳ میکرولیتر آنزیم پروتیناز K با غلظت ۲۰ میلی گرم در میلی لیتر و ۳۰ میکرولیتر از SDS ۱۰ درصد به میکروتیوب اضافه و به مدت یک ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از گرمخانه گذاری، ۱۰۰ میکرولیتر محلول کلرید سدیم ۵ مولار و ۶۰ میکرولیتر از CTAB/NaCl اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. در ادامه با استفاده از مخلوط کلروفورم-ایزواکسیل الکل (به نسبت ۱:۲۴) پروتئین ها حذف و با استفاده از ایزوپروپانول سرد، رسوب دادن DNA رسوب داده شد. شستشو با اتانول ۷۰ درصد انجام گرفت و پس از حذف الکل، رسوب خشک شده در ۳۰ میکرولیتر بافر TE و ۲ میکرولیتر آنزیم RNaseA با غلظت ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر حل گردید. برای ارزیابی DNA تخلیص شده از روش الکتروفورز روی ژل آگارز استفاده شد. پس از اطمینان از

ها و پاتوارها، اختصاصی عمل کرده و تایپینگ حاصل از rep-PCR ابزار تشخیصی مناسبی به منظور گروه بندی، شناسایی و بررسی سیر تکاملی پاتوارها بوده است (۱۸). ژنوم باکتری های خانواده انتروباکتریاسه شامل توالی های تکراری داخل ژنی (ERIC) است. این توالی ها و تفاوت در تکرار آنها به عنوان یک ابزار بیولوژیک مولکولی برای بررسی ژنتیکی خانواده انتروباکتریاسه از جمله سالمونلا کاربرد داد. این توالی ها در ابتدا در *E. coli* و سپس در *سالمونلا انتریکا* گزارش شدند (۱۹). توالی های ERIC در واقع توالی های 124-127bp هستند که واجد یک ناحیه معکوس تکرار شوند مرکزی حفاظت شده بوده که به شکل خارج ژنی در ژنوم باکتری های روده ای موجود بوده و پرایمر های مورد استفاده در ERIC-PCR مکمل این توالی ها هستند و برای ژنوتایپینگ باکتری های گرم منفی روده ای مانند گونه های *سالمونلا* بکار می رود. این روش یک روش ارزشمند و کارا جهت تایپینگ مولکولی سویه های مربوط به جنس *سالمونلا* ارزیابی شده است (۲۱،۲۰،۹).

از آنجایی که سالمونلوز یک تهدید عمومی برای سلامت جامعه می باشد بررسی رفتارها و تغییرات ژنتیکی این باکتری در جامعه ضروری به نظر میرسد. از این رو با توجه به شیوع سروتایپ *سالمونلا انترتیدیس*، این مطالعه به منظور بررسی تنوع ژنوتایپی سویه های جداسازی شده این سروتایپ از بیماران مراجعه کننده به مراکز درمانی شهر کرمان با استفاده از روش ERIC-PCR صورت گرفت.

### روش بررسی

ایزوله های باکتریایی: بر اساس طرح تحقیقاتی به شماره ۳۱۳۴، در یک مطالعه مقطعی از بهمن ماه سال ۱۳۹۳ تا مردادماه سال ۱۳۹۴، ۵۶۷ نمونه از بیماران مبتلا به اسهال و استفراغ حاد مراجعه کننده به مراکز درمانی و بیمارستان های مختلف کرمان گرفته شد. نمونه ها برای شناسایی

TBE، تحت ولتاژ ۱۰۰ و به مدت ۴۵ دقیقه الکتروفورز گردید. از با محلول اتیدیوم بروماتید با غلظت ۰,۵ میکروگرم در میلی لیتر برای رنگ آمیزی ژل استفاده شد. مشاهده و تصویر برداری با دستگاه ژل داگ انجام گرفت.

#### واکنش ERIC-PCR:

سویه های شناسایی شده سالمونلا انتریتیدیس با استفاده از آزمایش ERIC-PCR تایپینگ شدند. توالی پرایمرهای استفاده شده برای این آزمایش طبق جدول ۱ بودند. آزمایش ERIC-PCR در حجم ۲۵ میکرولیتر تهیه شدند که شامل ۱ میکرولیتر (۱۰ پیکومول) از هرکدام از پرایمر ها، ۱۰ میکرولیتر مسترمیکس Amplicon 2X، ۴ میکرولیتر آب دیونیزه و ۴ میکرولیتر DNA الگوی استخراج شده (۱۵۰ نانوگرم) بود.

واکنش PCR طی ۳۵ سیکل انجام شد. در ابتدای شروع واکنش به منظور واسرشت کردن رشته های DNA الگو، دمای ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه اعمال شد و سپس توالی های DNA هدف طی ۳۵ چرخه شامل واسرشته سازی در ۹۵ درجه سانتی گراد و به مدت ۴۰ ثانیه، اتصال پرایمرها در ۵۶ درجه سانتی گراد به مدت ۴۵ ثانیه و گسترش در ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱ دقیقه تکثیر شدند. در انتها نیز مرحله تکثیر نهایی به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد انجام شد. نتیجه حاصل از واکنش PCR روی ژل آگارز الکتروفورز گردید.

تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش ERIC-PCR توسط نرم افزار NTSYS:

مقایسه الگوهای ERIC-PCR توسط نرم افزار NTSYS انجام گرفت بدین صورت که وجود باند با عدد ۱ و عدم وجود باند با عدد ۰ در یک ماتریکس کد گذاری شدند. ماتریکس ایجاد شده با نرم افزار NTSYS تجزیه و تحلیل شد و دندوگرام نشان دهنده تنوع ژنتیکی با استفاده از ضریب تشابه جاکارد و استفاده از الگوریتم UPGMA رسم گردید.

خلوص مناسب DNA، نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی-گراد نگهداری شدند.

برای اندازه گیری غلظت نمونه های استخراج شده، از دستگاه نانودراپ و طول موج ۲۶۰ و ۲۸۰ نانومتر استفاده گردید.

واکنش PCR: طبق بررسی های به عمل آمده و مرور مطالعات انجام شده قبلی توسط سایر محققین، جفت پرایمر های اختصاصی برای شناسایی سالمونلا انتریتیدیس انتخاب گردید (جدول ۱). جهت اطمینان از عملکرد پرایمرهای مورد استفاده، با استفاده از نرم افزار Oligo 5 برخی ویژگیهای پرایمرها مانند میزان GC، دمای Tm، احتمال تشکیل لوپ و جفت شدگی بررسی شد. پرایمرها توسط شرکت سینا کلون سنتز گردید.

به منظور اطمینان از صحت عملکرد PCR از سالمونلا انتریتیدیس ATCC 13076 بعنوان کنترل مثبت و از *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606 و بعنوان کنترل منفی استفاده شد. به منظور بهینه سازی روش PCR، مقادیر و غلظت های مختلف  $MgCl_2$ ، dNTPs و DNA ژنومی و همچنین دماهای مختلف برای مرحله اتصال پرایمرها مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت واکنش PCR در حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر شامل بافر PCR (10X) ۲ میکرولیتر، dNTPs ۰,۲ میلی مول، پرایمر ها هرکدام ۰,۵ میکرومولار و ۱ واحد آنزیم Taq پلیمرز،  $MgCl_2$  ۲ میلی مول، DNA الگو ۱۵۰ نانوگرم و آب مقطر استریل ۱۰,۵ میکرولیتر راه اندازی گردید.

واکنش PCR با ۳۵ سیکل شامل مرحله واسرشت در درجه حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد و ۴۰ ثانیه، مرحله اتصال پرایمر در درجه حرارت ۵۶ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۴۵ ثانیه، مرحله تکثیر در درجه حرارت ۷۲ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۱ دقیقه انجام شد. در انتها نیز مرحله تکثیر نهایی به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد انجام شد. محصولات PCR بر روی ژل آگارز لود و در بافر

میانگین سنی افراد تحت مطالعه ۱۵-۵۵ سال که ۲۷ مورد (۵۶٪) مرد و مابقی زن بودند. به طور کلی با آنالیز شکل ها و دندوگرام حاصل از آنها، تمامی سویه ها در سطح تشابه ۷۰ درصد به ۱۳ کلاستر مجزا قابل تمایز بودند. به طوری که در گروه های E1 تا E3، E5، E6 و E12 هر کدام یک ایزوله، دو ایزوله در گروه E4، دو ایزوله در گروه E7، نه ایزوله در گروه E9، دو ایزوله در گروه E10، شش ایزوله در گروه E11، نه ایزوله در گروه E13 قرار گرفتند (جدول ۲). تعداد باندهای موجود در هر نمونه بین ۶ تا ۱۵ عدد بود که اندازه این باندها در گروه های E11، E8، E4، E9، E13 و E11 بین ۲۰۰bp تا ۳۵۰۰bp، در گروه های E1 و E3 بین ۲۰۰bp تا ۳۰۰۰bp، در گروه E2 بین ۳۵۰bp تا ۱۵۰۰bp، در گروه E6 بین ۵۰۰bp تا ۳۵۰۰bp، در گروه E7 بین ۲۰۰bp تا ۲۰۰۰bp، در گروه E10 بین ۴۰۰bp تا ۲۰۰۰bp و در گروه E12 بین ۲۰۰bp تا ۱۵۰۰bp بود. دندوگرام سروتایپ های سالمونلا انترتیدیس و نتایج حاصل از ERIC-PCR در شکل ۱ آمده است.

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۲ و تعداد تیپ های ژنتیکی بدست آمده، قدرت تمایزی روش ERIC-PCR، ۰/۸۳ محاسبه شد.

قدرت تمایزی روش ERIC-PCR نیز توسط معادله Simpson's Index Diversity بر طبق فرمول زیر انجام

$$D = 1 - \frac{1}{N(N-1)} \sum_{j=1}^S n_j(n_j-1)$$

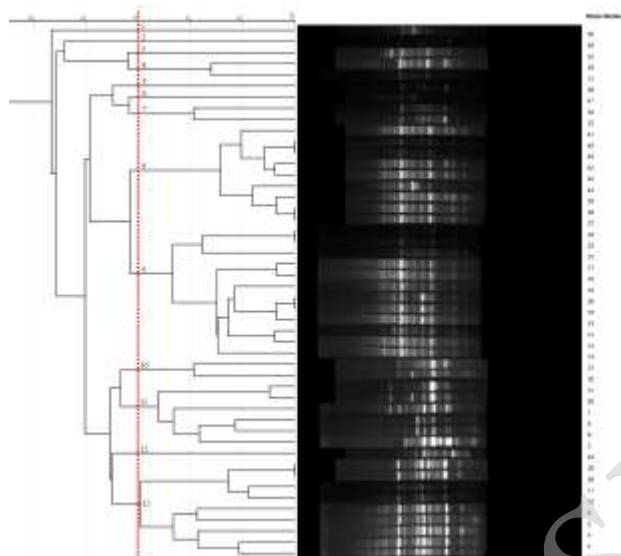
گرفت: که N تعداد کل سویه های مورد مطالعه جهت روش ERIC-PCR، S تعداد تیپ های ژنتیکی محاسبه شده،  $n_j$  تعداد سویه های متعلق به تیپ j است.

#### یافته‌ها

نتایج شناسایی سویه ها:

شناسایی سویه ها: در این پژوهش ۵۶۷ نمونه مدفوع و خون بیماران مبتلا به گاستروانتریت جداسازی گردید. از نظر خصوصیات مورفولوژی و تست های بیوشیمیایی سویه به عنوان سالمونلا تعیین هویت شدند. نتایج سروتایپینگ بر روی نمونه های مثبت نشان داد که ۴۸ سویه جدا شده از ۱۰ نمونه خون و ۳۸ نمونه مدفوع سالمونلا انترتیدیس بود. تکثیر قطعه ۳۰۴ جفت بازی مربوط به ژن *Sdf I* در ۴۸ سویه، نیز تأیید کننده جداسازی سالمونلا انترتیدیس بود. نمونه های مثبت برای تایپینگ مولکولی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج ERIC-PCR:



شکل ۱: دندوگرام حاصل از آزمایش ERIC-PCR با ضریب تشابه جاکارد و روش UPGMA و Cut off ۷۰ درصد که نمونه ها به ۱۳ گروه تقسیم شده اند. الکتروفورز نمونه های PCR بر روی ژل آگارز ۲ درصد انجام شده است.

جدول ۱: مشخصات پرایمر های استفاده شده

| منبع    | دمای اتصال<br>(سانتیگراد) | طول<br>قطعه (bp) | توالی پرایمر<br>F=فرداست، R=فرو دست                             | توالی<br>هدف   | هدف                            |
|---------|---------------------------|------------------|---|----------------|--------------------------------|
| (۳۵،۳۶) | ۵۶                        | ۳۰۴              | F:TGTGTTTTATCTGATGCAAGA<br>GG<br>R:TGA ACTACGTTTCGTTCTTCTG<br>G | Sdf I          | شناسایی سالمونلا<br>انتریتیدیس |
| (۳۷)    | ۴۰                        | متغییر           | F:ATGTAAGCTCCTGGGGATTCA<br>C<br>R:AAGTAAGTGACTGGGGTGAG<br>CG    | ERIC<br>region | ERIC-PCR                       |

جدول ۲: مشخصات ایزوله های سالمونلا انتریکا سرووار انترتیدیس (ب ۱: بیمارستان افضلی پور، ب ۲: بیمارستان ارجمند، ب ۳: بیمارستان باهنر)

| شماره سویه و بیمارستان | نوع نمونه | کلاستر | شماره سویه و بیمارستان | نوع نمونه | کلاستر | شماره سویه و بیمارستان | نوع نمونه | کلاستر |
|------------------------|-----------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|-----------|--------|
| ۱ (ب ۱)                | مدفوع     | E13    | ۱۷ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۳ (ب ۲)               | مدفوع     | E7     |
| ۲ (ب ۱)                | مدفوع     | E11    | ۱۸ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۴ (ب ۲)               | مدفوع     | E7     |
| ۳ (ب ۱)                | مدفوع     | E13    | ۱۹ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۵ (ب ۳)               | مدفوع     | E1     |
| ۴ (ب ۱)                | مدفوع     | E13    | ۲۰ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۶ (ب ۳)               | مدفوع     | E5     |
| ۵ (ب ۱)                | مدفوع     | E13    | ۲۱ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۷ (ب ۳)               | خون       | E8     |
| ۶ (ب ۱)                | مدفوع     | E13    | ۲۲ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۸ (ب ۳)               | مدفوع     | E8     |
| ۷ (ب ۱)                | خون       | E11    | ۲۳ (ب ۲)               | مدفوع     | E9     | ۳۹ (ب ۳)               | مدفوع     | E8     |
| ۸ (ب ۱)                | مدفوع     | E11    | ۲۴ (ب ۲)               | خون       | E9     | ۴۰ (ب ۳)               | مدفوع     | E8     |
| ۹ (ب ۱)                | مدفوع     | E11    | ۲۵ (ب ۲)               | خون       | E10    | ۴۱ (ب ۳)               | خون       | E8     |
| ۱۰ (ب ۱)               | مدفوع     | E13    | ۲۶ (ب ۲)               | مدفوع     | E13    | ۴۲ (ب ۳)               | مدفوع     | E8     |
| ۱۱ (ب ۱)               | خون       | E13    | ۲۷ (ب ۲)               | مدفوع     | E10    | ۴۳ (ب ۳)               | مدفوع     | E8     |
| ۱۲ (ب ۱)               | مدفوع     | E4     | ۲۸ (ب ۲)               | مدفوع     | E13    | ۴۴ (ب ۳)               | مدفوع     | E12    |
| ۱۳ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۲۹ (ب ۲)               | مدفوع     | E4     | ۴۵ (ب ۳)               | خون       | E8     |
| ۱۴ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۰ (ب ۲)               | مدفوع     | E12    | ۴۶ (ب ۳)               | مدفوع     | E8     |
| ۱۵ (ب ۱)               | مدفوع     | E9     | ۳۱ (ب ۲)               | مدفوع     | E12    | ۴۷ (ب ۳)               | مدفوع     | E6     |
| ۱۶ (ب ۱)               | خون       | E9     | ۳۲ (ب ۲)               | خون       | E3     | ۴۸ (ب ۳)               | خون       | E2     |

### بحث و نتیجه گیری

جنوبی Lim و همکاران تایپینگ مولکولی ۵۷ سویه سالمونلا را با روش ERIC-PCR انجام دادند و ۵۰ الگوی ERIC-PCR بدست آوردند و نشان دادند که این روش برای مطالعات اپیدمیولوژیکی سویه ها مفید است (۲۸). تعداد باندهای مشاهده شده توسط Lim در کلاسترهای مختلف بین ۵ تا ۱۱ بود که تا حدود زیادی با تعداد باندهای ۶ تا ۱۲ به دست آمده در تحقیق حاضر همخوانی دارد. در مطالعات دیگری در کشور هند که توسط Sexana و همکارانش صورت گرفت، ۲۴ ایزوله از سرووار های سالمونلا را با روش ERIC-PCR مورد تمایز قرار دادند و ۲۱ تپ ژنتیکی بدست آمد و نتایج این

یافته‌های این پژوهش نشان داد که ERIC-PCR می تواند ایزوله های سالمونلا انترتیدیس را به خوبی تمیز دهد، چرا که تمامی ایزوله ها با این روش قابل تایپ بندی بودند بطوریکه این روش سویه ها را به ۱۳ الگوی ژنتیکی متفاوت تقسیم بندی نمود. در این مطالعه مشاهده شد که برخی از سویه های با الگوی یکسان ERIC-PCR، در مراکز درمانی مختلف یافت شدند که نشان دهنده انتقال گسترده باکتری در بین این بیمارستان ها است.

روش ERIC-PCR در پژوهش های قبلی در سراسر دنیا از جمله ایران برای تایپینگ مولکولی ایزوله های سالمونلا مورد استفاده قرار گرفته است، بطوری که در کره

قدرت تمایزی این روش را ۰/۴۴ تا ۰/۵۵ گزارش نمودند. در مقایسه با تحقیق حاضر که قدرت تمایزی بین جدایه ها ۸۳ درصد تعیین شد، توانایی روش مورد استفاده توسط Soria و همکاران کمتر بوده و احتمالا سبب می شود که جدایه های متفاوت ژنتیکی در یک کلاستر قرار گیرند. بنابراین با توجه به هزینه، وقت و قابلیت در دسترس بودن روش، تکرارپذیری و مقایسه قدرت تمایزی، روش ERIC-PCR روش مناسبی جهت ژنوتایپینگ مولکولی سویه های سالمونلا می باشد (۳۳).

در مطالعه انجام شده توسط پور حسن سنگری و همکاران از روش ERIC-PCR برای تمایز سویه های اینترتیدیس در نمونه های انسانی و دامی استفاده گردید که بر این اساس ۲ تا ۱۲ باندها در کلاسترهای مختلف دیده شد که در مقایسه با تحقیق حاضر تنوع کمتری در تکثیر باندها دیده می شود (۳۴).

در مطالعه صانعی و همکاران گوناگونی ژنتیکی بین سویه های سالمونلا اینترتیدیس جدا شده دیده نشد و این در حالی است که در تحقیق حاضر با استفاده از روش ERIC-PCR سویه های سالمونلا اینترتیدیس دارای الگوهای متفاوتی بودند که نشان دهنده تنوع ژنتیکی سویه های سالمونلا اینترتیدیس در شهر کرمان می باشد. احتمالا این سویه ها منشأ متفاوتی داشته که در حال چرخش بین حیوانات و انسان است. بنابراین پیدایش سویه های جدید و شناسایی کلون های کم شیوع در مطالعات مولکولار اپیدمیولوژی به لحاظ پیش بینی های روش های کنترل بهداشتی به منظور محدود کردن آن ها از دیگر رویکردهای مفید این مطالعه است. روش ERIC-PCR روش مناسبی جهت تایپینگ مولکولی سویه های سالمونلا و تعیین کانون های شیوع عفونت می باشد که می توان از آن جهت مطالعات اپیدمیولوژیک و تعیین راهبردهای کنترل عفونت استفاده نمود. لذا لازم است بررسی های مستمر، برنامه های نظارتی و غربالگری انجام شود و گونه سالمونلای غالب یا

پژوهشگران نشان داد که این روش قادر است واریانت های ژنتیکی مختلفی در سالمونلا تیفی موریوم را از هم تمایز دهد (۲۹). همچنین Oliviera و همکارانش در سال ۲۰۰۷، تعداد ۱۰۲ سویه از سالمونلا اینترتیدیس را با روش ERIC-PCR مورد مطالعه قرار دادند و نتایج این مطالعه نشان داد که با استفاده از روش ERIC-PCR سویه ها دارای ۳ الگوی ژنتیکی هستند (۳۰). در ایران نیز مطالعاتی بر روی تایپینگ سالمونلا اینترتیدیس انجام شده است بطوریکه رنجبر و همکاران تعداد ۵۷ سویه سالمونلا اینترتیدیس را توسط ERIC-PCR مورد مطالعه قرار دادند و ۹ الگوی ERIC-PCR بدست آوردند. نتایج این محققین نشان داد که روش ERIC-PCR می تواند ایزوله های سالمونلا انتریکا را به خوبی تمایز دهد زیرا تمامی ایزوله ها با این روش قابل تایپ بندی بودند (۳۱).

همچنین در مطالعات قبلی ارزیابی قدرت تمایزی روش ERIC-PCR نیز مورد محاسبه قرار گرفتند. در مطالعه حاضر قدرت تایپینگ روش ERIC-PCR، ۰/۸۳ محاسبه شد، بطوریکه در مطالعه Gopal و همکارانش در سال ۲۰۱۰ در هند، تعداد ۱۱۳ سویه سالمونلا را مورد مطالعه قرار دادند و از این تعداد، به صورت تصادفی ۸۹ و ۳۳ سویه را به ترتیب با روش ERIC-PCR و RAPD مورد ژنوتایپینگ مولکولی قرار دادند و قدرت تمایزی این روش ها را به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۸۹ محاسبه کردند (۳۲)، همچنین در ایران رنجبر و همکاران ۵۷ ایزوله سالمونلا اینترتیدیس را با روش ERIC-PCR مورد ژنوتایپینگ قرار دادند و قدرت تمایزی روش ERIC-PCR را ۰/۷۷ محاسبه کردند (۳۱) که این اعداد نزدیک به عدد محاسبه شده در مطالعه ما می باشد و هر چقدر این عدد به عدد ۱ نزدیک تر باشد، نشان دهنده میزان بالای قدرت تمایزی روش تایپینگ می باشد. همچنین در مطالعه Soria و همکاران در اسپانیا تعداد ۴۳ سویه از سالمونلا را با روش Ribotyping مورد ژنوتایپینگ مولکولی قرار دادند و



تا تصویر جامع تری از مولکولار اپیدمیولوژی و ارتباط کلون‌های سالمونلا انتریتیدیس در کشور بدست آید.

### قدردانی

بدین وسیله از حمایت‌های حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه امام حسین (ع) و همچنین گروه پژوهشی میکروبی شناسی پاسارگاد قدر دانی می‌گردد

ژنوتایپ غالب آن در جامعه مشخص گردد. با توجه به محدود بودن تعداد نمونه‌ها و یکسان بودن منبع جداسازی آنها لازم است بررسی روی سویه‌های بیشتری با منابع غذایی و انسانی نیز صورت پذیرد. پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری از این دست در استان‌های دیگر کشور انجام شود

### منابع

- 1-Kirk MD, Pires SM, Black RE, Caipo M, Crump JA, Devleeschauwer B, et al. World Health Organization estimates of the global and regional disease burden of 22 foodborne bacterial, protozoal, and viral diseases, 2010: a data synthesis. PLoS Med. 2015 Dec 3;12(12):e1001921.
- 2-Yang X, Wu Q, Zhang J, Huang J, Guo W, Cai S. Prevalence and Characterization of Monophasic Salmonella Serovar 1,4,[5],12:i:- of Food Origin in China. Rishi P, editor. PLoS One. 2015 Sep 11;10(9):e0137967.
- 3-Fardsanei F, Nikkhahi F, Bakhshi B, Salehi TZ, Tamai IA, Soltan Dallal MM. Molecular characterization of *Salmonella enterica* serotype *Enteritidis* isolates from food and human samples by serotyping, antimicrobial resistance, plasmid profiling, (GTG)5-PCR and ERIC-PCR. New Microbes New Infect. 2016;14:24-30.
- 4-Chaitram JM, Jevitt LA, Lary S, Tenover FC. The World Health Organization's External Quality Assurance System Proficiency Testing Program Has Improved the Accuracy of Antimicrobial Susceptibility Testing and Reporting among Participating Laboratories Using NCCLS Methods. J Clin Microbiol. 2003 Jun 1;41(6):2372-7.
- 5-van Pelt W, de Wit MAS, Wannet WJB, Ligthvoet EJJ, Widdowson MA, van Duynhoven YTHP. Laboratory surveillance of bacterial gastroenteric pathogens in The Netherlands, 1991-2001. Epidemiol Infect. 2003 Jun;130(3):431-41.
- 6-Muñoz P, Díaz MD, Rodríguez-Crèixems M, Cercenado E, Peláez T, Bouza E. Antimicrobial resistance of *Salmonella* isolates in a Spanish hospital. Antimicrob Agents Chemother. 1993 May;37(5):1200-2.
- 7-Llanes C, Kirchgessner V, Plesiat P. Propagation of TEM- and PSE-type beta-lactamases among amoxicillin-resistant *Salmonella* spp. isolated in France. Antimicrob Agents Chemother. 1999 Oct;43(10):2430-6.
- 8-Wray C, McLaren I, Parkinson NM, Beedell Y. Differentiation of *Salmonella typhimurium* DT204c by plasmid profile and biotyping. Vet Rec. 1987 Nov 28;121(22):514-6.
- 9-Weigel RM, Qiao B, Teferedegne B, Suh DK, Barber DA, Isaacson RE, et al. Comparison of pulsed field gel electrophoresis and repetitive sequence polymerase chain reaction as genotyping methods for detection of genetic diversity and inferring transmission of *Salmonella*. Vet Microbiol. 2004 Jun 3;100(3-4):205-17.
- 10-Rasschaert G, Houf K, Imberechts H, Grijspeerd K, De Zutter L, Heyndrickx M. Comparison of five repetitive-sequence-based PCR typing methods for molecular discrimination of *Salmonella enterica* isolates. J Clin Microbiol. 2005 Aug;43(8):3615-23.
- 11-Thong KL, Puthucheary S, Yassin RM, Sudarmono P, Padminewi M, Soewandjo E, et al. Analysis of *Salmonella typhi* isolates from Southeast Asia by pulsed-field gel electrophoresis. J Clin Microbiol. 1995 Jul;33(7):1938-41.
- 12-Pang T, Altwegg M, Martinetti G, Koh CL, Puthucheary S. Genetic variation among Malaysian isolates of *Salmonella typhi* as detected by ribosomal RNA gene restriction patterns. Microbiol Immunol. 1992;36(5):539-43.
- 13-Altwegg M, Hickman-Brenner FW, Farmer JJ. Ribosomal RNA gene restriction patterns provide increased sensitivity for typing *Salmonella typhi* strains. J Infect Dis. 1989 Jul;160(1):145-9.
- 14-Soler-García ÁA, De Jesús AJ, Taylor K, Brown EW. Differentiation of *Salmonella* strains from the SARA, SARB and SARC reference collections by using three genes PCR-RFLP and the 2100 Agilent Bioanalyzer. Front in microbiol. 2014 Aug 11;5:417.
- 15-Khoodoo MHR, Issack MI, Jaufferally-Fakim Y. Serotyping and RAPD profiles of *Salmonella enterica* isolates from Mauritius. Lett Appl Microbiol. 2002 Aug;35(2):146-52.
- 16-Adzitey F, Huda N, Ali GR. Molecular techniques for detecting and typing of bacteria, advantages and application to foodborne pathogens isolated from ducks. 3 Biotech. 2013 Apr 1;3(2):97-107.

- 17-Eriksson J, Lofstrom C, Aspan A, Gunnarsson A, Karlsson I, Borch E, et al. Comparison of genotyping methods by application to *Salmonella livingstone* strains associated with an outbreak of human salmonellosis. *Int J Food Microbiol.* 2005 Sep;104(1):93-103.
- 18-Louws FJ, Fulbright DW, Stephens CT, de Bruijn FJ. Specific genomic fingerprints of phytopathogenic *Xanthomonas* and *Pseudomonas* pathovars and strains generated with repetitive sequences and PCR. *Appl Environ Microbiol.* 1994 Jul;60(7):2286-95.
- 19-Hulton CS, Higgins CF, Sharp PM. ERIC sequences: a novel family of repetitive elements in the genomes of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and other enterobacteria. *Mol Microbiol.* 1991 Apr;5(4):825-34.
- 20-Chmielewski R, Wieliczko A, Kuczkowski M, Mazurkiewicz M, Ugorski M. Comparison of ITS profiling, REP- and ERIC-PCR of *Salmonella Enteritidis* isolates from Poland. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.* 2002 May;49(4):163-8.
- 21-Burr MD, Josephson KL, Pepper IL. An evaluation of ERIC PCR and AP PCR fingerprinting for discriminating *Salmonella* serotypes. *Lett Appl Microbiol.* 1998 Jul;27(1):24-30.
- 22-Eshraghi S, Soltan Dalall M, Fardsanei F, Zahraei Salehi T, Ranjbar R, Nikmanesh B. *Salmonella enteritidis* and antibiotic resistance patterns: A study on 1950 children with diarrhea. *Tehran Univ Med J.* 2010;67(12):876-82.
- 23-Wang TY, Wang L, Zhang JH, Dong WH. A simplified universal genomic DNA extraction protocol suitable for PCR. *Genet Mol Res.* 2011;10(1):519-25.
- 24-Hendriksen SWM, Orsel K, Wagenaar JA, Miko A, van Duijkeren E. Animal-to-human transmission of *Salmonella Typhimurium* DT104A variant. *Emerg Infect Dis [Internet].* 2004 Dec;10(12):2225-7.
- 25-Boyd EF, Hartl DL. *Salmonella* virulence plasmid. Modular acquisition of the *spv* virulence region by an F-plasmid in *Salmonella enterica* subspecies I and insertion into the chromosome of subspecies II, IIIa, IV and VII isolates. *Genetics.* 1998 Jul;149(3):1183-90.
- 26-Ross IL, Heuzenroeder MW. A comparison of three molecular typing methods for the discrimination of *Salmonella enterica* serovar *Infantis*. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 2008 July;53(3):375-84.
- 27-Stevens A, Kerouanton A, Marault M, Millemann Y, Brisabois A, Cavin J-F, et al. Epidemiological analysis of *Salmonella enterica* from beef sampled in the slaughterhouse and retailers in Dakar (Senegal) using pulsed-field gel electrophoresis and antibiotic susceptibility testing. *Int J Food Microbiol.* 2008 Apr 30;123(3):191-7.
- 28-Lim H, Kyung HL, Chong-Hae H, Bahk GJ, Choi WS. Comparison of four molecular typing methods for the differentiation of *Salmonella* spp. *Int J Food Microbiol* 2005 Sep;105:411-418.
- 29-Saxena MK, Singh VP, Lakhcharua BD, Taj G, Sharma B. Strain differentiation of Indian isolates of *Salmonella* by ERIC-PCR. *Res Vet Sci.* 2002 Dec;73(3):313-4.
- 30-Madalena V, Mario G, Rogerio T, Concelicao M. Evaluation of PCR-based fingerprinting comparatively to the RFLP-PFGE for discrimination of *Salmonella* sp. isolated from slaughtered pork polymerase chain reaction identification of *Salmonella* serotypes. *J Food Drug Anal.* 2008;16:88-95.
- 31-Ranjbar R, Torabi R, Mirzaie A. Molecular typing of *Salmonella enteritidis* strains isolated in several laboratory centers in Tehran by ERIC-PCR. *SJKU.* 2013;18(2):77-85.
- 32-Nath G, Maurya P, Gulati AK. ERIC PCR and RAPD based fingerprinting of *Salmonella Typhi* strains isolated over a period of two decades. *Infect Genet Evol.* 2010 May;10(4):530-6.
- 33-Soria G, Barbé J, Gibert I. Molecular fingerprinting of *Salmonella typhimurium* by IS200-typing as a tool for epidemiological and evolutionary studies. *Microbiol (Madrid, Spain).* 10(1-2):57-68.
- 34-Amini K, Moradli G. Evaluation of genetic diversity of *salmonella enterica* serovar *enteritidis* isolated from human and animals samples by eric-pcr. *Urmia Med Journal.* 2016 Aug 15;27(5):411-8.
- 35-Agron PG, Walker RL, Kinde H, Sawyer SJ, Hayes DC, Wollard J, et al. Identification by subtractive hybridization of sequences specific for *Salmonella enterica* serovar *enteritidis*. *Appl Environ Microbiol.* 2001 Nov;67(11):4984-91.
- 36-de Freitas CG, Santana AP, da Silva PHC, Gonçalves VSP, Barros M de AF, Torres FAG, et al. PCR multiplex for detection of *Salmonella Enteritidis*, *Typhi* and *Typhimurium* and occurrence in poultry meat. *Int J Food Microbiol.* 2010 Apr 30;139(1-2):15-22.
- 37-Versalovic J, Koeuth T, Lupski JR. Distribution of repetitive DNA sequences in eubacteria and application to fingerprinting of bacterial genomes. *Nucleic Acids Res.* 1991 Dec;19(24):6823-31.

## Genetic Variation of *Salmonella enteritidis* Isolated from Kerman Health Centers by ERIC-PCR

Abolfazl Moghadam<sup>1</sup>, Shahram Nazarian<sup>2\*</sup>

1-Master of Science in Cellular and Molecular Biology.

2-Assistant Professor of Biology.

1-Department of Science in Cellular and Molecular Biology, University of Tehran, Tehran, Iran.

2-Department of Biology, Faculty of Science, Imam Hossain University, Tehran, Iran.

\*Corresponding author:

Shahram Nazarian; Department of Biology, Faculty of Science, Imam Hossain University, Tehran, Iran.

Tel: 02177104934

Email: nazarian56@gmail.com

### Abstract

**Background and Objective:** Salmonellosis is one the most important zoonotic infectious disease. *Salmonella enteritidis* is one of the most prevalent serotypes that cause gastroenteritis in human. Epidemiological studies and molecular typing of *Salmonella* strains could improve infectious disease prevention strategies and control measures. The purpose of the present study was evaluation of genetic diversity of *Salmonella enterica* serovar *enteritidis* isolated from human samples by ERIC-PCR method.

**Subjects and Methods:** In this cross sectional study, *Salmonella* strains were isolated from patients referred to health centers in Kerman. Enteritidis strains was identified by standard microbiological, biochemistry and serotyping methods. Molecular typing of strains was evaluated by ERIC-PCR method.

**Results:** Forty eight of isolated samples were identified as *S. enteritidis*. ERIC-PCR analysis differentiated strains into 13 clusters (E1-E13). Eighteen strains (37.5%) with the same pattern were clustered in E9 and E13.

**Conclusion:** The results showed that *Salmonella enteritidis* strains are genetically heterogeneous and could be attributed to diverse ERIC clusters. The results demonstrated that ERIC-PCR is a proper approach for genotypic discrimination of *S. enteritidis* isolates.

**Key words:** *Salmonella enteritidis*, Molecular typing, ERIC-PCR.

►Please cite this paper as:

Moghadam A, Nazarian Sh. Evaluation of Genetic Variation of *Salmonella enteritidis* Isolated from Kerman Health Centers by ERIC-PCR  
Jundishapur Sci Med J 2017;16(1):53-63.

Received: Oct 31, 2016

Revised: Mar 12, 2017

Accepted: Apr 23, 2017