

بررسی ژنهای حدت سالمونلا انتریکا جدا شده از گربه های خانگی مبتلا به عفونت گوارشی (آنتریت) به کمک تکنیک مولکولی Multiplex PCR

آرمان الحانی^۱، حسین فتاحی^{۲*}، امیر وفافر^۳

^۱فارغ التحصیل دکتری حرفه ای دامپزشکی، گروه درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران
^۲استادیار گروه میکروبیولوژی، گروه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران
^۳استادیار گروه جراحی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸ اصلاح نهایی: ۱۴۰۱/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: سالمونلا از باکتریهای گرم منفی میله ای شکل (باسیل) از خانواده انتروباکتریاسه است و سروتیپ بسیار زیادی دارد. سالمونلا از راه غذایی آلوده و یا خام، مدفوع و بزاق حیوان بیمار منتقل می شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی ژنهای حدت سالمونلا انتریکا جدا شده از گربه های خانگی مبتلا به عفونت گوارشی (آنتریت) با تکنیک Multiplex PCR (M-PCR) بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه ۵۰ نمونه مدفوع گربه های مبتلا به اسهال از سطح کلینیک های دامپزشکی شهر شیراز جمع آوری گردید و با رعایت کامل نکات استاندارد به آزمایشگاه بیطاران شهر شیراز منتقل شدند. برای جداسازی اولیه از محیط کشت های بافریپتون واتر، سلنیت F براث، XLD و SS آگار استفاده گردید. جهت تایید تشخیص، از تست های بیوشیمیایی نظیر TSI، اوره آز، VP، اندول، سیمون سترات و حرکت استفاده شد. کلنی های تائید شده با تست های بیوشیمیایی از روش M-PCR جهت ردیابی ژن های حدت *invA - spvC - spvR - ompC - rfs* استفاده شد.

یافته ها: در مطالعه حاضر ۶ جدایه باکتری سالمونلا با استفاده از روش کشت میکروبی بدست آمد اما در مقابل، با استفاده از روش M-PCR، ۹ مورد قطعی از باکتری سالمونلا برای ژنهای حدت *invA - spvC - spvR - ompC - rfs* ردیابی شد.

نتیجه گیری: M-PCR نسبت به کشت میکروبی ازدقت بالاتری برخوردار بوده و همچنین روش های سنتی کشت میکروبی اغلب زمان بر، خسته کننده و پرهزینه است. بنابراین پیشنهاد می گردد آزمایشگاه هایی که به طور اختصاصی بر روی سالمونلاها کار می کنند به تدریج روش M-PCR را جایگزینی روشهای سنتی نمایند.

واژه های کلیدی: سالمونلا، Multiplex PCR، مدفوع اسهالی، گربه، شیراز

آرمان الحانی، حسین فتاحی، امیر وفافر. بررسی ژنهای حدت سالمونلا انتریکا جدا شده از گربه های خانگی مبتلا به عفونت گوارشی (آنتریت) به کمک تکنیک مولکولی Multiplex PCR. مجله طب دامپزشکی جایگزین. ۱۴۰۱؛ ۵(۱۳): ۷۸۰-۷۹۶.

مقدمه

سالمونلا باسیل گرم منفی، واجد تاژک پری تریش (Peritrichous) و جزء خانواده ی انتروباکتریاسه می باشد که گروه سالمونلاها شامل یک جنس منفرد به نام سالمونلا اتریکا (*Salmonella enterica*) است. این جنس شامل ارگانسیم هایی است که قبلا تحت عنوان سالمونلا و آریزونا شناخته می شدند. این باکتری از طریق حیوان و فرورده های حیوانی به انسان سرایت می کنند و موجب تب روده ای، مسمومیت های غذایی و گاستروانتریت در انسان می شوند (Riedel et al., 2019).

بیش از ۵۳ سروتیپ سالمونلا از گربه و سگ جدا شده که بیشترین آنها مربوط به سالمونلا تیفی موریوم، سالمونلا آنا توم، سالمونلا پاناما و سالمونلا کرفلد بوده است (Taşkale et al., 2018). خانواده انتروباکتریاسه از تعداد زیادی باکتری باسیلی شکل گرم منفی و بدون اسپور تشکیل شده که در حالت طبیعی در روده انسان و حیوانات زندگی می کنند، فلور طبیعی روده به حساب می آیند و در برخی موارد عامل بیماریزای مهمی محسوب می شوند. اعضای این خانواده توزیع جغرافیایی وسیعی داشته و به وفور در محیط، خاک، آب و گیاهان در حال فساد یافت می شوند (Afzal et al., 2021). آلودگی آب به مدفوع از طریق اثبات حضور اشرشیاکلای که زیستگاه طبیعی آن روده است مشخص می گردد. گونه های کلبسیلا شامل کلبسیلا پنومونیه، انتروباکتر و سیتروباکتر از سبزیجات، خاک اره و بستر اسب ها جدا شده اند. سالمون و اسمیت در سال ۱۸۸۵ موفق به جداسازی سویه ای باسیلوس کلرا شدند که امروزه به نام سالمونلا اتریکا سرووار کلراسوئیس است. اولین بار توسط Wieght در سال ۱۹۲۹ و بعدا توسط Kauffman در سال ۱۹۹۱ طرح پادگنی

برای رده بندی سالمونلا ارائه شد که امروزه تحت عنوان طرح کافمن- وایت شناخته می شود (Sánchez-López et al., 2020; Usha Rani & Vijayalakshmi, 2016).

برخی از باکتریهای انتروباکتریاسه بیماریزا مانند سالمونلا، شگیلا و اشرشیاکلای در محیط روده سمومی ترشح می کنند که می توانند در سطح سلولهای مخاط روده کوچک تاثیر نموده و باعث جریان مایعات به سمت داخل روده و در نتیجه اسهال شوند. جنس آنتروتوکسین های مترشحه از انواع آنتروباکتریاسه ها یکسان نمی باشد و با هم تفاوت دارد. بعضی از اجزای خانواده انتروباکتریاسه جزء فلور معمولی روده نمی باشند مثل سالمونلا و شگیلا، یعنی چنان چه از کشت مدفوع به دست آیند دلیل بر بیماری و یا ناقل بودن شخص یا حیوان است (Besharati et al., 2017). سویه های سالمونلا سه نوع بیماری اصلی را در جانداران ایجاد می کنند شامل گاستروانتریت، تب روده (تیفوئید) و بیماری خارج روده ای غیر حصبه همراه با باکتری می باشد. تجزیه و تحلیل ژنتیکی نشان می دهد که هر سندرم بالینی به مجموعه های مشخصی از ژنهای حدت نیاز دارد و در مجموع جدایه های سالمونلا دارای تنوعی از صفات و حدت متفاوت هستند. جایگاه *spv* به شدت با سویه هایی مرتبط است که باعث باکتری می غیر تیفوئیدی می شوند، اما در سویه های سالمونلای تیفوئیدی وجود ندارد. ناحیه *spv* شامل سه ژن مورد نیاز برای فنوتیپ حدت است که شامل ژن تنظیم کننده رونویسی مثبت *spvR* و دو ژن ساختاری *spvB* - *spvC* است (Priya et al., 2020).

باکتریهای روده ای مسئول اغلب عفونت های بیمارستانی بوده که در این خانواده مهمترین عوامل بیماری های گوارشی از قبیل عامل تب تیفوئید و دیسانتری باسیلی وجود دارد

باکتری سالمونلا و نحوه تیپ ترشحی توکسین که نوع III بوده، لازم است و بوسیله آن باکتری به قسمت‌های عمقی تر روده نفوذ می‌کند برای جنس سالمونلا اختصاصی است (Murray et al., 2021). این مطالعه در شهر شیراز انجام شد و بررسی نمونه‌های کلینیکی (مدفوع) گربه‌های مبتلا به اسهال سالمونلایی با استفاده از محیط‌های اختصاصی سالمونلا انجام شد و سپس از روش مولکولی Multiplex PCR (M-PCR) برای شناسایی ژنهای پاتوژنی سالمونلا استفاده شد. هدف از این مطالعه شناسایی دقیق تر ژنهای حدت سالمونلا/انتریکا در نمونه‌های کلینیکی (مدفوع) با استفاده از یافتن ژنهای *invA* - *spvC* - *spvR* - *ompC* - *rfs* به وسیله M-PCR که مقایسه روش PCR با روش‌های کشت سنتی برای تشخیص سالمونلا است.

مواد و روش‌ها

گردآوری نمونه‌های پژوهش

در این تحقیق ۵۰ نمونه اسهالی از گربه‌های خانگی دارای آنتریت مراجعه کننده به کلینیک‌های دامپزشکی شهر شیراز جمع‌آوری گردید. نمونه‌های مدفوع در ظرف پلاستیکی تمیز استریل، دهان‌گشاد و با درپوش محکم و فاقد نشی جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها در کنار یخ به آزمایشگاه بیطاران شهر شیراز منتقل گردیدند و حداکثر ظرف مدت ۲ ساعت بعد از نمونه‌گیری کشت شدند. پس از مراحل پیش‌غنی‌سازی در محیط بافر پیتون واتر (BPW) (مرک، آلمان) و سپس غنی‌سازی در محیط سلنیت F براث نمونه‌ها بر روی محیط‌های دزوکسی کولات آگار (XLD) و SS آگار (سالمونلا-شیگلا آگار) کشت داده شدند. در این پژوهش از محیط‌های کشت اختصاصی مانند: اوره آز، گزیلوز لیزین دزوکسی کولات آگار (XLD)- سلنیت F براث- بافر پیتون

(Moghadam & Nazarian, 2017). تفریق و تمایز باکتریها در خانواده انتروباکتریاسه در درجه اول بستگی به حضور یا عدم حضور ژنوم آنزیمهای متفاوت در کروموزوم باکتری مربوطه دارد، الگوی بیوشیمیایی باکتری مورد نظر به همراه تعیین هویت گونه آن حاصل خواهد شد (Hamad & Saleh, 2019). امروزه در آزمایشگاه‌های میکروبی شناسی از سه روش رایج جهت شناسایی و تشخیص باکتری استفاده می‌شود. در روش‌های مولکولی واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراس (PCR) یکی از رایج‌ترین روش‌های مولکولی است که بر اساس حضور ژن خاص و یا به عبارت دیگر قطعه‌ای از DNA است در این روش قطعه‌ای از ژن هدف تشکیل شده و وجود عامل پاتوژن اثبات می‌گردد. چندین ژن هدف (*InvA*, *spvC*, *InvB*, *OmpC*) در سویه‌های سالمونلا وجود دارد. وجود ژنهای *OmpF* و *OmpC* در ایجاد سوراخهای کوچک و بزرگ جهت ایجاد تعدیل فشار اسمزی در سطح غشای سلولی موثر هستند (Callegari et al., 2014). بررسی‌های پژوهشی برسون نشان داد که ژنهای *spvR* و *spvC* مسئول حدت باکتری، *OmpC* و *rfs* مسئول افزایش تحمل به اسید و تغییرات اسمزی در سالمونلا هستند. حداقل aw جهت رشد سالمونلا ۹۳٪ می‌باشد. بنابراین باکتری به خوبی در مواد غذایی خشک زنده می‌ماند و با کاهش aw بقای باکتری افزایش می‌یابد. غلظت بیش از ۹٪ آب نمک اثر کشندگی بر روی سالمونلا دارد و غلظت ۳٪ تا ۴٪ نمک طعام باعث ممانعت رشد سالمونلا می‌شود، اگر چه افزایش درجه حرارت از ۱۰ تا ۳۰ درجه مقاومت باکتری نسبت به نمک را افزایش می‌دهد. مقاومت به نمک سالمونلا در غذاهایی که با تغییر شرایط اتمسفریک و یا وکیوم شده نگه‌داری می‌شوند افزایش می‌یابد. ژن *InvA* که برای تهاجم

واتر (BPW) - محیط کشت سالمونلا شیگلا آگار - محیط کشت اوره آگار - محیط کشت TSI - محیط کشت SIM (جهت بررسی حرکت باکتری) - محیط کشت اندول - محیط کشت سیمون سترات - VP (مرک، آلمان) جهت یافتن و تایید باکتری مورد نظر استفاده شد (Andrews & Ryan, 2015).

آزمون‌های بیوشیمیایی جهت تشخیص گونه باکتری

برای شناسایی باکتری از ویژگی‌های بیوشیمیایی آن استفاده شد. واکنش‌های بیوشیمیایی میکروارگانیسم‌ها تحت کنترل فعالیت‌های آنزیمی آنها است. برای این منظور ۵ گرم نمونه مدفوع را با یک سوآب در ۱۰ سی سی از محیط مایع سلنیت F قرار داده شد و سپس در دمای ۳۵ تا ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ ساعت نگهداری شد. سپس یک لوپ از محیط فوق را داخل ۲ نوع از محیط‌های XLD و سالمونلا شیگلا آگار تلقیح نموده و در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد. حداقل ۳ کلنی مشکوک به سالمونلا از هر کدام از محیط‌های فوق را برداشت نموده و با استفاده از تست‌های بیوشیمیایی TSI، اوره آز، VP، MR، اندول، سیمون سترات و حرکت شناسایی آن انجام شد. تمامی محیط‌ها از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. بررسی و ارزیابی محصولات نهایی واکنش‌های بیوشیمیایی به شناسایی سیستم‌های آنزیمی خاص باکتری‌ها، شناسایی، جداسازی و طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها کمک می‌کند. آنزیم‌ها و مواد حاصل از فعالیت‌های آنزیمی باکتری‌ها به عنوان آزمون‌های بیوشیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Tang & Stratton, 2013; Mahon et al., 2023).

استخراج DNA از نمونه‌های تایید شده

کلنی‌های تایید شده از بین موارد کشت داده شده به کمک تست‌های بیوشیمیایی ذکر شده، به صورت جداگانه در محیط کشت نوترینت برات تلقیح کرده، و به مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد و طبق روش کیت استخراج DNA از شرکت سیناژن که شامل مراحل مختلف هست استخراج شدند. در این مطالعه برای استخراج DNA باکتری از کیت Cinna Pure DNA (سیناژن، ایران) با شماره PR881613 استفاده شد. استخراج DNA بر روی ویال‌های حاوی باکتری، پس از خروج از فریزر ۷۰- درجه سانتیگراد، در محیط بیرون قرار داده شد تا کاملاً ذوب شود صورت گرفت. از روش تست M-PCR جهت شناسایی ژنهای *invA* - *spvC* - *spvR* - *ompC* - *rfs* انتخاب شد. مقادیر مصرفی مواد در آزمایش به حجم ۲۵ میکرولیتر که شامل ۱/۵ mM کلرید منیزیم، ۲۵۰ μmol از dNTP، ۰/۴ μmol از هر یک از پرایمرهای اختصاصی و ۱ واحد از Taq پلی‌مراز و ۵ میکرولیتر DNA با غلظت (۱۰ نانوگرم) الگو انجام شد. برای تهیه مخلوط اصلی (Master Mix) واکنش بر اساس حجم مورد نیاز برای ۵۰ نمونه (۵ نمونه مورد آزمایش DNA تخلیص شده - بهمراه ۱ نمونه کنترل منفی) انجام شد. ترکیب DNA تخلیص شده با حجم مورد نیاز واکنش در یک میکروتیوپ و انتقال میکروتیوپ‌ها به دستگاه ترموسایکر براساس برنامه زیر انجام شد: شرایط سیکل حرارتی برای PCR اینگونه بود که واسرشت اولیه در ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه، ۳۵ سیکل هر کدام شامل: واسرشت در ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال در ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ ثانیه، مرحله بسط در ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه و نیز بسط نهایی در ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد (جدول ۱). محصولات

PCR در ژل آگارز ۱/۵ درصد الکتروفورز شدند و با مستند سازی شدند. اتیدیوم بروماید رنگ آمیزی و تحت نور UV مشاهده و

عملکرد	زمان (ثانیه)	درجه حرارت (°C)	نام مرحله
تک رشته ای شدن اولیه	۶۰	۹۵	واسرشت اولیه
تک رشته ای شدن کل	۳۰	۹۵	واسرشت
اتصال آغازگر	۴۵	۶۵	اتصال
سنتز DNA	۶۰	۷۲	بازآرایی (گسترش)
تکمیل سنتز DNA	۶۰۰	۷۲	بازآرایی نهایی

جدول ۱. برنامه دمایی PCR در جهت شناسایی باکتری سالمونلا (*Salmonella enterica*)

داده شد. جدول ۲ توالی پرایمری و مشخصات طول قطعه تکثیر را نشان می دهد. در حال حاضر روش Multiplex PCR وجود دارد که در آن چندین ژن به عنوان هدف در نظر گرفته می شوند و روشی بسیار مناسب برای شناسایی سریع باکتری هاست (Panicker et al., 2004).

آماده سازی پرایمرها

پس از مطالعه و جستجو در مقالات مختلف پرایمرهای مناسب باکتری سالمونلا برای ژن های *rfs - ompC - spvR - invA - spvC* انتخاب شدند. پرایمرها در سایت (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) مقایسه و بلاست شدند و به شرکت ماکروژن، کره جنوبی سفارش

پرایمر	توالی نوکلئوتیدی	ژن هدف	اندازه محصول
<i>ST11</i>	AGCCAACCATTGCTAAATTGGCGCA	<i>rfs</i>	۴۲۹
<i>ST15</i>	GGTAGAAATCCCAGCGGGTACTG	<i>rfs</i>	
<i>S18</i>	ACCGCTAACGCTCGCCTGTAT	<i>ompC</i>	۱۵۹
<i>S19</i>	AGAGGTGGACGGGTTGCTGCCGTT	<i>ompC</i>	
<i>Sal3</i>	TATCGCCACGTTCCGGCAA	<i>invA</i>	۲۷۵
<i>Sal4</i>	TCGCACCGTCAAAGG	<i>invA</i>	
<i>Sal5</i>	ACAGTGCTCGTTTACGACCTGAAT	<i>spvR</i>	۲۵۴
<i>Sal5</i>	AGACGACTGGTACTGATCGATAAT	<i>spvR</i>	
<i>Sal6</i>	ACTCCTTGACACAACCAATGCGGA	<i>spvC</i>	۵۷۱
<i>Sal6</i>	TGTCTTCTGCATTTGCCACCATCA	<i>spvC</i>	

جدول ۲. مشخصات پرایمر های مورد استفاده جهت یافتن ژنهای سالمونلا انتریکا (*Salmonella enterica*) (Lotfy et al., 2011).

آنالیز آماری

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. شاخص‌هایی نظیر میانگین و انحراف معیار به عنوان نتایج توصیفی محاسبه شدند. برای بررسی فرضیه‌های تحقیق از آزمون کروسکال والیس که معادل ناپارامتری آنالیز واریانس یک طرفه است، استفاده شد. سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شد. نتایج بصورت نمودار با استفاده از نرم افزار Excel بررسی شد.

نتایج

در این پژوهش که از ۵۰ نمونه مدفوع گربه‌های مبتلا به اسهال مرجوعی به کلینیک‌های دامپزشکی شهر شیراز تهیه گردید. مرحله غنی سازی موجب افزایش نسبی تعداد سالمونلا در کل فلور میکروبی شده و این عمل با فراهم نمودن امکان تغذیه سالمونلا و محدود کردن رشد سایر میکروارگانیسم‌های موجود صورت می‌گیرد.

نتایج آزمایشات بیوشیمیایی جهت جداسازی و تشخیص سالمونلا انتریکا

در این مطالعه از ۵۰ نمونه مدفوع گربه‌های مبتلا به اسهال مورد بررسی ۶ جدایه سالمونلا انتریکا به دست آمد. پیش غنی سازی و غنی سازی نمونه‌ها برای استخراج مستقیم DNA در روش PCR امری ضروری است و محیط‌های غنی کننده تعداد باکتری را افزایش داده و از رشد فلور غیراختصاصی جلوگیری می‌کند. یکی از مشکلات PCR تولید باندهای غیر اختصاصی و اضافی است که استفاده از محیط‌های غنی کننده و انتخابی این باندها را کاهش می‌دهند. به همین منظور

از محیط انتخابی SS Agar استفاده شد و کلنی‌های بی رنگ با مرکز سیاه (کلنی چشم ماهی شکل) بعنوان سالمونلا شناسایی (شکل ۱) و بعد از انجام تست‌های بیوشیمیایی که نتایج آن در جدول ۳ ذکر شده است سالمونلا انتریکا تایید هویت شد. (جدول ۳).

نتایج آزمایشات میکروبیولوژیکی M-PCR جهت تشخیص سالمونلا انتریکا

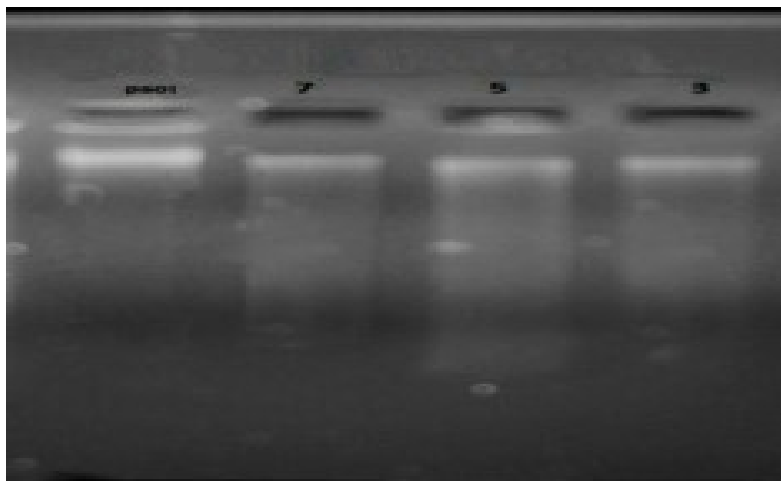
بعد از انجام تست‌های روتین میکروبیولوژی با استفاده از محیط‌های کشت جامد اختصاصی و محیط‌های افتراقی تعداد ۶ مورد آلوده به سالمونلا شناسایی شدند و ۴۴ نمونه از نظر وجود باکتری سالمونلا منفی بودند. بعد از استخراج DNA با استفاده از انجام آزمایش تاییدی مولتی پلکس M-PCR مشخص شد که تعداد ۴۰ مورد از نظر آلودگی به سالمونلا منفی بودند و ۹ مورد از نمونه‌های مدفوع، آلوده به سروارهای سالمونلا انتریکا بوده‌اند که همگی آنها با استفاده از روش مولکولی مورد تایید قرار گرفت (شکل ۲). هر ۹ مورد دارای ژن *invA* بودند. همه نمونه‌هایی که با روش کشت از نظر وجود سالمونلا مثبت بودند در آزمون M-PCR نیز مثبت بودند و همه نمونه‌هایی که در آزمون M-PCR منفی بودند در شناسایی با روش کشت نیز منفی بودند (شکل ۳ و ۴). نتایج حاصله از درصد جداسازی باکتری از محیط‌های کشت جامد اختصاصی و محیط‌های افتراقی (نمودار ۱) و نتایج حاصله از درصد جداسازی باکتری به روش مولتی پلکس M-PCR بصورت درصد آلودگی گزارش شده است (نمودار ۲).



شکل ۱. کلنی ها با مرکز مشکی بر روی محیط SS آگار

تست	اوره آز	سیمون سیترات	اندول	حرکت	TSI	MR	VP
سالمونلا انتریکا	-	+	-	+	Alk/A+H ₂ S	+	-

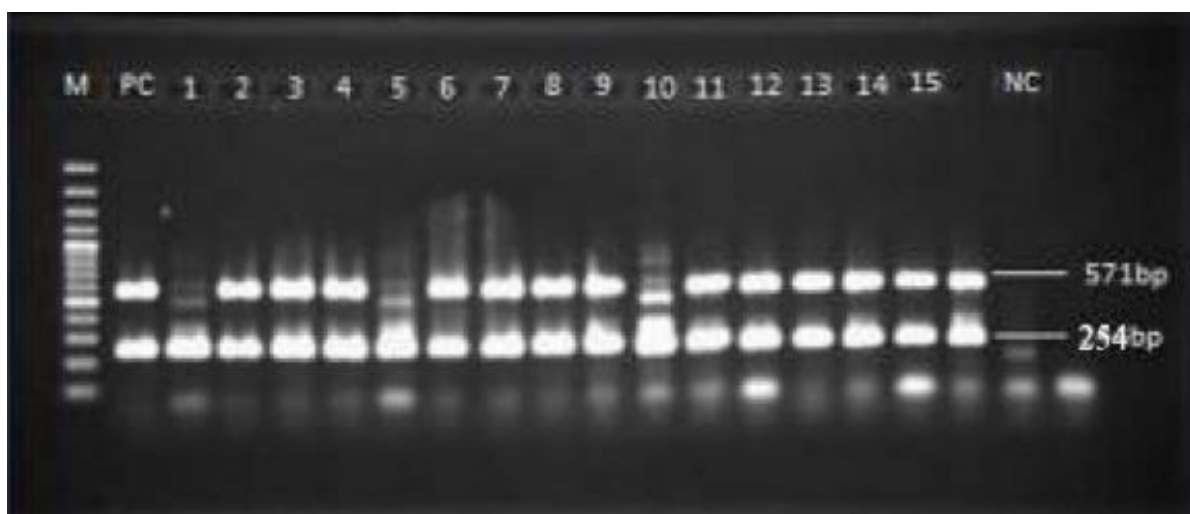
جدول ۳. نتایج بیوشیمیایی سویه های سالمونلا انتریکا (*Salmonella enterica*)



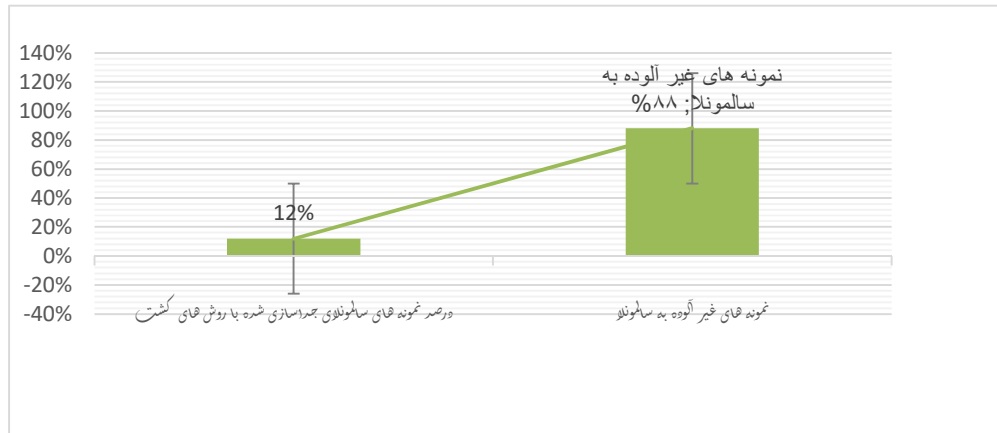
شکل ۲. تایید استخراج DNA پس از انجام تست PCR



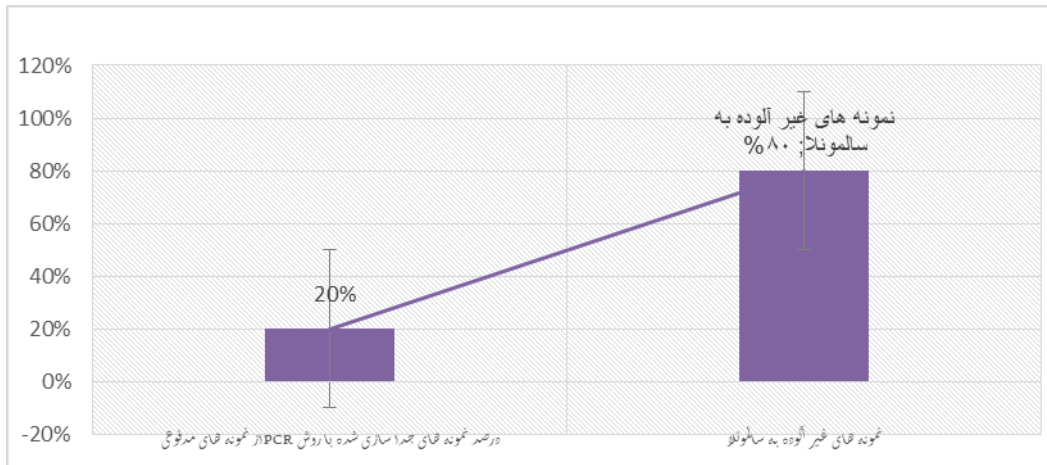
شکل ۳. نتیجه آزمایش Multiplex PCR با استفاده از پرایمرهای اختصاصی ژن *invA* به طول ۲۷۵ جفت باز جنس سالمونلا، ژن *ompC* به طول ۱۵۹ جفت باز مربوط به سرووارهای سالمونلا انتریکا و ژن *Rfs* به طول ۴۲۹ جفت باز مربوط به سرووارهای سالمونلا انتریکا. ستون ۱: نشانگر ۱Kb. ستون ۲: کنترل مثبت سالمونلا انتریتیدیس. ستون ۳: کنترل مثبت سالمونلا پاراتیفی *B*. ستون ۴: کنترل مثبت سالمونلا پاراتیفی *C*. ستون ۵: کنترل مثبت سالمونلا تیفی موربوم. ستون ۶: کنترل منفی (آب مقطر). ستون‌های ۸ و ۱۱ و ۱۵: نمونه‌های آلوده به باکتری سالمونلا.



شکل ۴. نتیجه آزمایش Multiplex PCR با استفاده از پرایمرهای اختصاصی ژن *spvR* به طول ۲۵۴ جفت باز جنس سالمونلا، ژن *spvC* به طول ۵۷۱ جفت باز مربوط به سرووارهای سالمونلا انتریکا.



نمودار ۱. درصد آلودگی نمونه های مدفوع گربه ها به باکتری سالمونلا انتریکا به روشهای معمولی جداسازی



نمودار ۲. درصد آلودگی نمونه های مدفوع گربه ها به باکتری سالمونلا انتریکا به روش M-PCR

معمول آزمایشگاهی مشکل می باشد. در ایران دومین عامل ایجاد کننده اسهال در انسان پس از شیگلا باکتری سالمونلا می باشد. در مقابل، شیوع آن در محل پرورش حیوانات باعث از دست رفتن تولیدات دامی، مرگ و میر، افزایش ضرر های اقتصادی می باشد. جهت جلوگیری از انتشار بیماری می بایست خیلی سریع تشخیص داده شود. روش واکنش زنجیره ای پسی مرز یا PCR از حساسیت و ویژگی بالایی برای شناسایی عوامل عفونی برخوردار است. روش PCR چند گانه ای یا M-PCR روشی بسیار دقیق، موثر، مناسب و با استفاده از چند آغاز گر به طور همزمان در کمتر از ۱۲ ساعت

بحث

سالمونلا انتریکا زیر گونه انتریکا سرووار انتریتیدیس با فرمول آنتی ژنیک ۱۲ و ۹، ۱ و O: H:gm یکی از مهم ترین عوامل گاستروانتریت اپیدمیک و آندمیک در انسان و دام در سرتاسر جهان است. در ایران نیز گزارش های متعددی از اپیدمی های مربوط به سرووارهای انتریتیدیس و تیپی موریوم انتشار یافته است. از سوی دیگر وجود حاملین چه در انسان و چه در حیوانات جایگاه ویژه ای در اپیدمیولوژی این بیماری پیدا کرده است که معمولاً تشخیص و شناسایی آنها با روش

در مورد نمونه های مشکوک به سالمونلا می توان اظهار نظر کرد. جداسازی سروتیپهای مشابه سالمونلا از انسانها و حیوانات وحشی بیانگر نقش مهم حیوانات وحشی در انتقال سالمونلا به انسان می باشد. از طرف دیگر مقاومت آنتی بیوتیکی سالمونلاهای جدا شده از انسانها و حیوانات یک مسئله رو به رشد بوده و مشکلات گستردهای را در درمان سالمونلوز ایجاد کرده است (Markey *et al.*, 2013).

جمعیت گربه های خانگی در ایران به عنوان یک پل ارتباطی بین حیات وحش و انسانها، می تواند نقش مهمی در انتشار سالمونلا ایفا کند. با وجود گزارشهای متعدد از انتقال سالمونلا از سگها و گربه های اهلی به انسان، نقش گونه هایی از سگها که در مناطق روستایی در تماس نزدیک با حیوانات و انسانها قرار دارند، در اپیدمیولوژی سالمونلا بسیار ناشناخته مانده است. متوسط آلودگی ۴ تا ۲۸ درصدی گربه های اهلی به سالمونلا، بیانگر میزان بالای تماس این حیوانات در محیط با باکتری سالمونلا می باشد و از طرف دیگر با توجه به دفع متناوب سالمونلا از مدفوع حیوانات آلوده و امکان تنها یکبار نمونه گیری در این تحقیق، بنظر می رسد آلودگی گربه ها در این ناحیه بالاتر از ۱۰٪ باشد. جداسازی باکتری سالمونلا از گربه های خانگی در بازه سنی زیر ۲ سال تا بالای ۵ سال می تواند بیانگر تماس مداوم گربه ها با این باکتری و آلودگی بالای این منطقه باشد. آلودگی توله گربه های زیر ۲ سال به سالمونلا نسبت به گربه هایی که سن بالاتری داشتند، فراوانتر بود. در مطالعات صورت گرفته بر جمعیت اهلی چنین نتیجه ای ذکر شده و علت آن کاهش اختلال در عملکرد سیستم ایمنی حیوانات جوانتر نسبت به مسن ترها ذکر شده است (Markey *et al.*, 2013). در مطالعه حاضر نیز تفاوت معنی داری در آلودگی به سالمونلا در دو جنس نر و ماده مشاهده نشد.

Panizzon و همکاران به تشخیص و شناسایی سالمونلا/اتریکا سرووار تیپیفی موریوم و اینترتیدیس در جوجه های گوشتی با روش M-PCR پرداختند. سالمونلا/اتریتیدیس و تیپیفی موریوم از عوامل مهم سالمونلوز منتقله از راه مواد غذایی به انسان می باشند. تخمین زده شده که تقریباً ۷۵٪ از موارد عفونت سالمونلوز در انسان از طریق محصولات غذایی آلوده به سالمونلا مشتق شده از گوشت گاو و خوک و مرغ و همچنین تخم مرغ است. جهت کاهش این سطح از عفونت در میان جوامع مختلف نیاز به بررسی جدی و کنترل این سری از محصولات غذایی قبل از استفاده مصرف کنندگان است. تشخیص عفونت محصولات از طریق روش های سنتی صورت گیرد نیاز به زمانی طولانی دارد و همچنین خطای این سری از تشخیص ها بسیار بالا است. پس استفاده از روش های مولکولی روز به روز در جامعه در حال افزایش است. در این تحقیق از سه جفت پرایمر جهت شناسایی استفاده شد. پرایمرها عبارت بودند از *invA* جهت شناسایی عمومی سالمونلاها، *fliC* جهت شناسایی سالمونلا تیپیفی موریوم و *IE-1* جهت شناسایی سالمونلا/اتریتیدیس. محققان در این مطالعه به این نتیجه رسیدند که روش M-PCR دارای حساسیت و اختصاصیت بالایی در مقایسه با روش های کشت معمولی و سنتی دارد و قادر به شناسایی سالمونلاها در حد جنس نیز می باشد و همچنین امکان شناسایی چند جنس را در آن واحد دارد و همچنین زمان شناسایی نمونه های آلوده را پایین می آورد (Panizzon *et al.*, 2015)

Ramin و همکاران ژنهای هدف متعددی جهت شناسایی سویه های سالمونلا معرفی گردیده است: *fliC*, *RfbE*, *invA* و *ompC* تمامی این ژنها را می توان با روش های M-PCR، Nested PCR، semi nested PCR و سایر

ژن *invA* را که در تهاجم سالمونلا در کشت سلولی اساسی بود تعیین و معرفی نمودند. روش آنان کاملاً اقتصادی بوده و در حساسیت و اختصاصی بودن تعیین سالمونلاها موثر بود (Choudhury et al., 2016). Malorny و همکاران در ۲۰۰۳ از پرایمرهای $P_1 - P_2$ مربوط به ژن S_{18}, S_{19} و مربوط به ژن *ompC*, ST_{11}, ST_{15} مربوط به ژن *Rfs* و $S_{139} - S_{141}$ مربوط به ژن *invA* در تشخیص سریع سروتیپ‌های سالمونلا استفاده نمودند (Malorny et al., 2003). در تحقیقی که Zahraei-Salehi و همکاران انجام دادند از پرایمر *ompC* جهت شناسایی جدایه‌های سالمونلا در نمونه‌های مدفوع گاو پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تعیین ژن *ompC* با روش PCR به دنبال غنی‌سازی مدفوع می‌تواند یک روش مناسب برای جستجوی سالمونلاها در نمونه‌های مدفوع باشد (Zahraei-Salehi et al., 2006). Shabnam و Kwai Lin در سال ۲۰۱۰ به جستجوی سرووارهای سالمونلا انتریکا در غذاهای خیابانی پرداختند و در این مطالعه یکی از پرایمرهای مورد استفاده *ompC* بود که در پایان به این نتیجه رسیدند که پرایمر *ompC* جهت شناسایی سرووارهای سالمونلا انتریکا یک پرایمر اختصاصی است (Shabnam & Kwai Lin, 2010). در این تحقیق از سه جفت پرایمر $ST_{11}, ST_{15}, Sal_3, Sal_4 - ST_{18}, ST_{19}$ استفاده شد که S_{19} و S_{18} جهت تشخیص *ompC*, Sal_3 و Sal_4 جهت شناسایی *invA* و S_{11} و S_{15} جهت شناسایی *rfs* بودند. قسمتی از ژن که به این پرایمرها متصل می‌شود به ترتیب $159bp$, $275bp$ و $429bp$ بود و پرایمرهای *Rfs* و *ompC* جهت شناسایی سرووارهای مختلف سالمونلا/انتریکا بودند.

روش‌های PCR تکثیر کرد. (Ramin et al., 1390). Saeki و همکاران از سه ژن هدف *invA*, *prt* و *Tgv* برای تشخیص سالمونلا با استفاده از تکنیک M-PCR استفاده کردند. ژن *invA* برای تهاجم سالمونلا لازم است چرا که به وسیله آن باکتری به قسمت‌های عمقی تر روده نفوذ می‌کند و در عین حال برای جنس سالمونلا اختصاصی است (Saeki et al., 2013). Scholz و همکاران در مطالعه تجربی که هولگر و همکاران بر روی خوک انجام دادند از ژن *invA* استفاده کردند و به حساسیت 100% و ویژگی 96% برای این ژن رسیدند. اما بعضی از سالمونلاها مثل سالمونلا لیچفیلد و سالمونلا سنتر برگ توسط این پرایمر تشخیص داده نشدند. سویه غیر سالمونلایی متعلق به خانواده انتروباکتریاسه شامل کلبسیلا، شینگلا، اشرشیاکلی و پروتئوس اگر چه از لحاظ خصوصیات بیوشیمیایی به سالمونلا شبیه اند ولی از لحاظ ژن *invA* منفی هستند (Scholz et al., 2001). Akiba و همکاران به تکثیر انتخابی ژنهای *Tyv*, *prt*, *viaB* و *flic* با روش M-PCR جهت شناسایی سالمونلا انتریکا سرووار تیفی و پاراتیفی A پرداختند. در این تحقیق محققین از پرایمرهای *viaB* (ژنهای آنتی ژنی vi)، *flic* (ژنهای آنتی ژنی H) و *prt* (ژنهای سنتز کننده آنتی ژن O) جهت تشخیص همزمان و دقیق تب حصبه و تب شبه حصبه استفاده کردند. در این تحقیق مشخص گردید که پرایمرهای *prt* و *flic* جهت شناسایی سرووار پاراتیفی و همچنین پرایمرهای *viaB* و *tyv* به درستی سرووار تیفی را شناسایی می‌کند (Akiba et al., 2011). Choudhury و همکاران اعلام نمودند که ژن *invA* پروتئین‌های غشای داخلی باکتری سالمونلا که برای تهاجم به سلول‌های اپیتلیال میزبان لازم است کد کند را در اختیار دارد. Choudhury و همکاران یک جزء داخلی از

نتایج این تحقیق نیز با نتایج Soltan Dallal و همکاران و Ling و Wang همخوانی دارد و می‌توان گفت که *ompC* یک پرایمر اختصاصی جهت شناسایی سرووارهای سالمونلا انتریکا است. پلاسمید حدت حامل اپرون *spv* شامل پنج ژن *Spv A, R, D, C, B* می‌باشد. این اپرون در ایجاد حدت و مقاومت دارویی، انتشار و عمومی شدن باکتری در بدن میزبان و سلامت جامعه به اثبات رسیده است. در این مطالعه ابتدا اقدام به جمع آوری نمونه‌های طیور کردند. از تعداد ۱۰۰۱ نمونه با روش بیوشیمیایی تعداد ۶۸ نمونه سالمونلا جدا و سپس عمل سروتایپینگ انجام شد. در این تحقیق بر آن شد که روش M-PC با سه جفت آغازگر، جنس و سرووار سالمونلا انتریتیدیس مشخص کردند که آن پرایمرها عبارت بودند از *ST11-ST14*، *S1-S4*، *SEFA4-SEFA2* و همچنین جهت شناسایی سالمونلا تیفی موریوم از چهار جفت پرایمر شامل *flixB, flic, Rfbj, invA* استفاده کردند (Soltan Dallal et al., 2007; Ling and Wang, 2001).

Lee و همکاران به تشخیص و شناسایی سالمونلا انتریکا و تیفی موریوم در گوشت مرغ با روش M-PCR پرداختند. طی تحقیقات زیادی که توسط محققین دیگر صورت گرفته بود استفاده از پرایمر *flic* جهت تشخیص و شناسایی سالمونلا تیفی موریوم مکرراً صورت گرفته بود ولی در این تحقیقی از پرایمر *STM4492* جهت شناسایی سالمونلا تیفی موریوم استفاده شد و همچنین جهت شناسایی سالمونلا انتریتیدیس از پرایمر *sdf* استفاده شد و همچنین از پرایمر *invA* به عنوان آخرین پرایمر استفاده شد. حد تشخیص در مطالعه حاضر به حدود 10^5 CFU / ml رسید. این مطالعه بر روی ۱۰۲ نمونه گوشت مرغ صورت گرفته که حدود ۹۲

نمونه با استفاده از روش‌های کشت معمولی منفی بودند. طی این مطالعه به این نتیجه رسیدند که روش M-PCR دارای حساسیت ۱۰۰٪ و اختصاصیت ۹۴/۸٪ برای شناسایی سالمونلا است (Lee et al., 2009). تکنیک‌های متعارف میکروبیولوژیکی جهت شناسایی وقت گیر هستند و معمولاً در آزمایشگاه‌های مرجع صورت می‌گیرند بنابراین استفاده از روش M-PCR جهت شناسایی سالمونلا و تشخیص و افتراق سرووارهای مختلف آن در زمانی کمتر از ۲۴ ساعت حائز اهمیت است. به تکثیر انتخابی ژنهای *flic, viaB, prt, Tyv* با روش M-PCR جهت شناسایی سالمونلا انتریکا سرووار تیفی و پاراتیفی A انجام شد. محققین از پرایمرهای *viaB* (ژنهای آنتی ژنی *vi*)، *flic* (ژنهای آنتی ژنی *H*) و *prt* (ژنهای سنتز کننده آنتی ژن *O*) جهت تشخیص همزمان و دقیق تب حصبه و تب شبه حصبه استفاده کردند. مشخص گردید که پرایمرهای *flic* و *prt* جهت شناسایی سرووار پاراتیفی و همچنین پرایمرهای *flic, viaB* و *tyv* به درستی سرووار تیفی را شناسایی می‌کند (Saeki et al., 2013). Shagufta و همکاران به تشخیص و شناسایی سالمونلا انتریکا سرووار تیفی و *invA* (کپسول) *vi*، *H* (LPS)، (تاژک) هستند. ژن *invA* همراه با دیگر ژن‌های تهاجمی مسئول حمله به اپیتلیال سلول هاست و در همه انواع سالمونلا وجود دارد. در طی این مطالعه مشخص شد که روش M-PCR دارای حساسیت و اختصاصیت بالایی برای شناسایی نمونه‌های آلوده به سالمونلا تیفی است و نتایج را کمتر از ۲۴ ساعت در اختیار محققین

می‌گذارد (Shagufta et al., 2017). Lee و همکاران به شناسایی سالمونلا انتریکا سرووار تیفی موریوم و اینترتیدیس در گوشت با استفاده از روش M-PCR پرداختند در طی این مطالعه از پرایمرهای *flic* و *sefA* استفاده کردند. در این تحقیق مشخص گردید همان طور که انتظار می‌رفت استفاده از روش M-PCR دارای حساسیت بالا در حدود ۱۰۰٪/۹۱/۷ و همین طور اختصاصیت بالا در حدود ۱۰۰٪/۹۹/۱ جهت شناسایی سالمونلا است (Lee et al., 2009).

تشخیص سالمونلاها توسط کشت میکروبی مستلزم برداشت مکرر نمونه، طول مدت کشت محیط‌های اختصاصی است. سلولهای غیرقابل کشت و مرده وقتی که در غلظت بالایی در نمونه باشند در PCR قابل شناسایی هستند در صورتی که این سلول‌ها در کشت شناسایی نمی‌شوند. محققین از پیش غنی‌کننده BPW و غنی‌کننده تراتیونات برای جداسازی سالمونلا از غذا استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که جنس سالمونلا ۲ ساعت بعد از انکوباسیون در BPW خود را با شرایط محیط کشت آداپته می‌کند و زمانی که تعداد باکتری در طی این دو ساعت CFU ۱۰۴ باشد باند 284bp ژن *invA* ظاهر می‌شود. ۴ ساعت بعد از انکوباسیون به تعداد CFU ۱۰۳ باکتری و ۶ ساعت بعد از انکوباسیون به تعداد CFU ۱۰۲ برای مشاهده باند نیاز است و به این نتیجه رسیدند که باکتری باید حداقل ۵ تا ۶ ساعت انکوبه باشد تا استخراج DNA و انجام PCR نتیجه بخش باشد. این زمان پیشنهادی حداکثر ۲۴ ساعت است (Zahraei-Salehi et al., 2006). مطالعات نشان می‌دهند که در مقایسه با روشهای کشت سنتی، روش M-PCR دقت تشخیصی بالاتر و همچنین بازه زمانی کمتری را شامل می‌شود. در این بررسی کاملاً روشن است که روش M-PCR در شناسایی نسبت به روش کشت حساسیت

بیشتری داشته و همچنین بیانگر این مساله است که روش M-PCR می‌تواند روش موفق‌تری در شناسایی این باکتری نسبت به روش کشت باشد (Malorny et al., 2004). از جمله محدودیتهای این مطالعه می‌توان به نمونه‌گیری یکباره از گربه‌ها و عدم تکرار پذیری نمونه‌گیری بواسطه نبود رضایتمندی صاحب‌گربه‌ها اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

به عبارت دیگر چنانچه هدف غربالگری، تعداد زیادی از نمونه‌ها باشد ناگزیر استفاده از شیوه‌های مدرن مولکولی هستیم که برخلاف روش‌های سنتی، سریع‌تر و دقیق‌تر بوده و احتمال خطای آزمایشگاهی نیز کاهش می‌یابد و همچنین یکی دیگر از معایب استفاده از روش‌های سنتی این است که سلول‌های مرده یا سلول‌هایی که نمی‌توانند رشد کنند توسط روش‌های کشت سنتی قابل شناسایی نیستند و احتمال خطای آزمایشگاهی در این موارد افزایش می‌یابد ولی در روش مولکولی PCR به راحتی قابل شناسایی هستند. با توجه به پیشرفت‌های اساسی و قابل توجهی که در این روش‌ها صورت پذیرفته است به تدریج مشکلات مربوط به جداسازی و تشخیص باکتری‌های مختلف مرتفع خواهد گردید. در بین روش‌های جدید تکنیک‌های PCR، ELISA و هیبریداسیون DNA دارای کاربرد بیشتری می‌باشند. جهت تشخیص سالمونلا استفاده از روش M-PCR در حال پیشرفت و عمومی شدن است. این نتایج قویاً نشان می‌دهد که *SpvC* و *SpvB* در مراحل مختلف برای تاثیرگذاری بر یک مسیر یا فرآیند مشترک در سلول میزبان مورد نیاز بوده تا مقاومت در برابر عفونت ایجاد شود. به نظر می‌رسد آزمایشگاههایی که به طور اختصاصی روی سالمونلاها کار می‌کنند به تدریج روش M-PCR بایستی جایگزینی روشهای

کمال تشکر و امتنان را داشته باشند. این مطالعه با کد اخلاق IR.IAU.KAU.REC.1400.136 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون ثبت گردید.

تضاد منافع

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند بیان کنند که تعارضی بین آنها وجود ندارد.

سنتی و سروتایپینگ نمایند تا هم کم هزینه تر و سریع تر باشد و هم در کشوری با شرایط ایران که گاهی در معرض تحریم‌های ناخواسته قرار دارد کارها و امور مرتبط با این باکتری با اهمیت، به تعویق نیفتد.

تشکر و قدردانی

در نهایت محققین این مقاله بر خود می‌دانند تا از زحمات کارشناسان و متخصصین آزمایشگاه میکروب شناسی (بیطاران) شیراز و بویژه آقای دکتر نوروزی که با راهنمایی‌های ارزنده و گرانقدر خود در پیشبرد این پژوهش ما را یاری نمودند

Reference

Afzal S., Shah SS., Majeed A., Sajid R., Shabbir A. and Masood F. Effects of human-pet interaction; zoonosis. PJMLS, 2021; 4(Special Is), S152-S161.

Akiba M., Kusumoto M. and Iwata T. Rapid identification of Salmonella enterica serovars, typhimurium, choleraesuis, infantis, hadar, enteritidis, dublin and gallinarum, by multiplex PCR. J Microbiol Methods, 2011; 85(1), 9-15 .

Andrews JR. and Ryan ET. Diagnostics for invasive Salmonella infections: current challenges and future directions. Vaccine, 2015; 33: C8-C15.

Besharati M., Bahrami AR., Mashreghi M., Matin M. and Bahrami M. Development of a polymerase chain reaction-temporal temperature gradient gel electrophoresis assay for identification of Salmonella enterica Subspecies enterica using a hypothetical non-specific endonucleas S. entericae gene sequence. Jundishapur J Microbiol, 2017; 10(4).

Callegari C., Palermo G., Greco M., Corrente M., Piseddu E., Auriemma E.

and Zini E. Pneumonia associated with Salmonella spp. infection in a cat receiving cyclosporine. Schweiz. Arch Tierheilkd, 2014; 156(10): 499-503.

Choudhury M., Borah P., Sarma HK., Barkalita LM., Deka NK., Hussain I., et al. Multiplex-PCR assay for detection of some major virulence genes of Salmonella enterica serovars from diverse sources. Curr Sci, 2016; 1252-1258 .

Hamad R. and Saleh AA. Incidence of Some Food Poisoning Bacteria in Raw Meat Products with Molecular Detection of Salmonella in Al Beida City, Libya. Alexandria Journal for Veterinary Sciences, 61(2).

Lee SH., Jung BY., Rayamahji N., Lee HS., Jeon WJ., Choi K. S., Yoo HS. A multiplex real-time PCR for differential detection and quantification of Salmonella spp., Salmonella enterica serovar Typhimurium and Enteritidis in poultry meats. J Vet Sci, 2009; 10(1): 43-51.

- Ling ML. and Wang GCY. Epidemiological Analysis of Salmonella Enteritidis Isolates in Singapore. *J Infect*, 2001; 43(3): 169-172.
- Lotfy NM., Hassanein M., Abdel-Gawad F., El-Taweel G. and Bassem S. Detection of Salmonella spp in aquatic insects, Fish and Water by MPN-PCR. *WJFMS*, 2011; 3(1): 58-66 .
- Mahon CR., Mt M. and Lehman DC. Textbook of diagnostic microbiology-e-book: Elsevier Health Sciences, 2023.
- Malorny B., Hoorfar J., Bunge C. and Helmuth R. Multicenter validation of the analytical accuracy of Salmonella PCR: towards an international standard. *AEM*, 2023; 69(1): 290-296 .
- Malorny B., Paccassoni E., Fach P., Bunge C., Martin A. and Helmuth R. Diagnostic real-time PCR for detection of Salmonella in food. *Appl Environ Microbiol*, 2004; 70(12): 7046-52.
- Markey B., Leonard F., Archambault M., Cullinane A., and Maguire D. Clinical veterinary microbiology e-book: Elsevier Health Sciences, 2013; 159-174.
- Moghadam A. and Nazarian S. Evaluation of class 1, 2 and 3 integrons in clinical Salmonella enteritidis strains by PCR method. *JBJS*, 2017; 5(2): 1-10 .
- Murray CE., Varga C., Ouckama R. and Guerin MT. Temporal study of Salmonella enterica serovars isolated from fluff samples from Ontario poultry hatcheries between 2009 and 2018. *Pathogens*, 2021; 11(1): 9.
- Panicker G., Vickery MC. and Bej AK. Multiplex PCR detection of clinical and environmental strains of *Vibrio vulnificus* in shellfish. *Canadian journal of microbiology*, 2004; 50(11): 911-922 .
- Panizzon JP., Pilz Júnior HL., Knaak N., Ramos RC., Ziegler DR. and Fiuza LM. Microbial diversity: relevance and relationship between environmental conservation and human health. *BABT*, 2015; 58: 137-145 .
- Priya GB., Agrawal RK., Milton AAP., Mishra M., Mendiratta S., Luke A., Kumar GR. Rapid and visual detection of Salmonella in meat using invA (invA) gene-based loop-mediated isothermal amplification assay. *LWT*, 2020; 126: 109262 .
- Ramin AGH., Ahmadi M., Alizadeh F. and Ramin S. detection of salmonella carriers using inv a gene amplification and bacterial culture in Urmia equine feces. *Scientific-Research Iranian Veterinary Journal* 1390; 7(3): 50-56.
- Riedel S., Morse SA., Mietzner TA. And Miller S. *Jawetz Melnick & Adelbergs Medical Microbiology* 28 E: McGraw Hill Professional, 2019.
- Saeki EK., Alves J., Bonfante RC., Hirooka EY. and De Oliveira TCRM. Multiplex PCR (mPCR) for the detection of salmonella spp. and the differentiation of the typhimurium and e nteritidis serovars in chicken meat. *J Food Saf*, 2013; 33(1): 25-29.
- Sánchez-López E., Gomes D., Esteruelas G., Bonilla L., Lopez-Machado AL., Galindo, R., et al. Metal-based nanoparticles as antimicrobial agents: an overview. *Nanomaterials*, 2020; 10(2): 292.
- Scholz H., Arnold T., Marg H., Rösler U. and Hensel A. Improvement of an invA-

- based PCR for the specific detection of *Salmonella typhimurium* in organs of pigs. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, 2001; 114(9-10): 401-403 .
- Shabnam M. and Kwai Lin T. Isolation and molecular sub typing of *Salmonella enterica* from chicken, beef and street foods in Malaysia. *Sci Res Essays*, 2010; 5(18): 2713-2720.
- Shagufta B., Sivakumar M., Kumar S., Agarwal RK., Bhilegaonkar KN., Kumar A., et al. Antimicrobial resistance and typing of *Salmonella* isolated from street vended foods and associated environment. *J Food Sci Technol*, 2017; 54(8): 2532-2539 .
- Soltan Dallal MM., Taremi M., Modarressi Sh., Zolfagharian K., Zolfagharian K. and Zali MR. Determining the Prevalence of *Salmonella* serotypes Obtained from Meat & Chicken Samples and Their Antibiotic Resistance Pattern in Tehran. *Pajohande*, 2007; 12(3): 245-252.
- Tang YW., Stratton CW. and Tang YW. *Advanced techniques in diagnostic microbiology*: Springer, 2013.
- Taşkale Karatuğ N., Yüksel FN., Akçelik N. and Akçelik M. Genetic diversity of food originated *Salmonella* isolates. *Biotechnol Biotechnol Equip*, 2018; 32(3): 638-645 .
- Usha Rani P. and Vijayalakshmi P. Detection of metallo-beta-lactamase production in rare carbapenem-resistant non-fermentative gram-negative bacilli isolated in a tertiary care hospital, Visakhapatnam, India. *JoMMID*, 2016; 4(1): 31-36 .
- Zahraei-Salehi T., Mahzoniae MR. and Ashrafi A. Amplification of *invA* gene of salmonella by polymerase chain reaction (PCR) as a specific method for detection of salmonella. *J Fac Vet Med Univ Tehran*, 2006; 61(2): 195-199.



Examining Virulence Genes of *Salmonella Enterica* Isolated from Domestic Cats Suffering from Gastrointestinal Infection (Enteritis) with the Help of Multiplex PCR Molecular Technique

Arman Alhani¹, Hossein Fattahi^{2*}, Amir Vafafar³

¹Graduated Doctor of Veterinary Medicine, Clinic Department, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

²Assistant Professor of Microbiology Department, Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

³Assistant Professor of Surgery Department, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

Received: 29/Jun/2022

Revised: 28/Jul/2022

Accepted: 02/Aug/2022

Abstract

Background and aim: *Salmonella* is a rod-shaped Gram-negative bacterium (bacillus) of the Enterobacteriaceae family and has many serotypes. *Salmonella* is transmitted through contaminated or raw food, feces, and saliva of sick animals. This study aimed to investigate the virulence genes of *Salmonella enterica* isolated from domestic cats suffering from gastrointestinal infection (enteritis) by Multiplex PCR (M-PCR) technique.

Materials and Methods: In this study, 50 stool samples of cats suffering from diarrhea were collected from veterinary clinics in Shiraz city and were transported to Bitaran laboratory in Shiraz city with full compliance with standard instructions. For the primary separation, buffered peptone water, selenite F broth, XLD, and SS agar were used. To confirm the diagnosis, biochemical tests such as TSI, urease, VP, indole, Simon citrate, and movement were used. Colonies were confirmed by biochemical tests and the M-PCR method was used to detect virulence genes *rfs-ompC-spvR-spvC-invA*.

Results: In the present study, 6 isolates of *Salmonella* bacteria were obtained using the microbial culture method but in contrast, using the M-PCR method, 10 definite cases of *Salmonella* bacteria were detected for virulence genes *rfs-ompC-spvR-spvC-invA*.

Conclusion: M-PCR is more accurate than microbial culture, and traditional microbial culture methods are often time-consuming, tiring, and expensive. Therefore, it is suggested that the laboratories that work exclusively on *salmonella* gradually replace the traditional methods with the M-PCR method.

Keywords: *Salmonella*, Multiplex PCR, Diarrheal feces, Cat, Shiraz

Cite this article as: Arman Alhani, Hossein Fattahi, Amir Vafafar. Examining virulence genes of *Salmonella enterica* isolated from domestic cats suffering from gastrointestinal infection (enteritis) with the help of Multiplex PCR molecular technique. J Altrn Vet Med. 2022; 5(13): 780-796.

* Corresponding Author

Assistant Professor of Microbiology Department, Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

E-mail: Iranian_yet@yahoo.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7581-5835>