

بررسی انتقال و شیوع سویه‌های سم‌زای ETEC در مسافرین: رویکردی مبتنی بر اکولوژی سمی و امنیت زیستی

امیر حسین رضازاده شیرازی^{۱*}، سارم‌مهبودی^۲

۱- دانشجوی دکتری عمومی دامپزشکی دانشگاه آزاد کازرون، فارس، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی پرستاری دانشگاه آزاد کازرون، فارس، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: amirrezazadehshirazi1347@gmail.com

چکیده

باکتری ETEC (*Escherichia coli* سم‌زا) یکی از مهم‌ترین عوامل اسهال در مسافران محسوب می‌شود. به خصوص در مناطقی با سطح بهداشت پایین و جریان‌های پر رفت‌وآمد انسانی شیوع بیشتری دارد. این مطالعه درصدد بررسی حضور فرم‌های سمی این باکتری در مسافرانی است که به شهرهای کازرون و شیراز وارد می‌شوند و تحلیل خطر انتقال آن به جامعه میزبان با رویکرد اکولوژیکی و پدافند غیرعامل را دنبال می‌کند. روش تحقیق شامل بررسی توصیفی-تحلیلی و میدانی بود. مجموعاً ۱۰ نمونه مدفوع و ۵ نمونه آب مصرفی از پنج نقطه پرتردد جمع‌آوری شدند و با استفاده از روش PCR چندگانه برای ژن‌های تولیدکننده توکسین‌های حرارت‌پایدار (ST) و حرارت‌ناپایدار (LT) بررسی شدند. نتایج نشان داد که در ۴۰ درصد از نمونه‌ها ژن‌های مربوط به فرم‌های سمی باکتری شناسایی شدند و آلودگی آب از مدفوع بیشتر بود. این یافته‌ها نقش سفر و جابه‌جایی جمعیتی در گسترش عوامل بیماری‌زای روده‌ای را برجسته کرده و اهمیت پایش زیستی در مرزها و مسیرهای پر تردد را نشان می‌دهد. همچنین نتایج اشاره داشتند که استفاده از روش‌های ساده غربالگری می‌تواند برای پیشگیری از ورود پاتوژن‌ها به جوامع سالم مؤثر باشد. در پایان، بر ضرورت تدوین دستورالعمل‌های کنترلی بر پایه اصول پدافند غیرعامل و آموزش عمومی جهت مدیریت خطرات زیستی ناشی از سفرهای بین‌منطقه‌ای تأکید شد.

کلمات کلیدی: ای‌تی‌ای‌سی (ETEC)، اسهال مسافرتی، پایش زیستی، پدافند غیرعامل زیستی

۱- مقدمه

باکتری *Escherichia coli* به‌ویژه سویه‌های سم‌زای آن از جمله ETEC (Enterotoxigenic *E. coli*)، از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده اسهال در مسافرین و ساکنین مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به شمار می‌رود [۱]. این سویه با تولید توکسین‌های حرارت‌پایدار (ST) و حرارت‌ناپایدار (LT) سبب اختلال شدید در جذب الکترولیت و آب در روده کوچک می‌گردد که در نهایت منجر به اسهال شدید، کم‌آبی بدن و در مواردی تهدید حیات فرد می‌شود [۲]. انتقال این سویه‌ها عمدتاً از طریق آب و غذای آلوده صورت می‌گیرد و حضور آن در بدن مسافرین می‌تواند سبب گسترش آلودگی به مناطق جدید گردد [3]. مطالعات متعددی در کشورهای با تراکم بالای گردشگری و بهداشت متوسط، به بررسی میزان شیوع این باکتری پرداخته‌اند و نتایج نشان داده است که در بسیاری از موارد، مسافرین بدون علائم ظاهری نیز ناقل باکتری هستند [۴]. در ایران نیز با توجه به گسترش سفرهای بین‌شهری و بین‌المللی، به‌ویژه به استان‌هایی مانند فارس که قطب مهم گردشگری، درمان و کشاورزی محسوب می‌شود، بررسی وضعیت میکروبی منابع آبی و نمونه‌های انسانی از اهمیت بالایی برخوردار است [5].



از سوی دیگر، مفهوم نوین اکولوژی سمی (Toxic Ecology) با هدف تحلیل تأثیر ترکیبات یا عوامل زیستی و شیمیایی مضر در اکوسیستم‌ها، سلامت عمومی و محیط زیست شکل گرفته است. این رویکرد در کنار اصول پدافند غیرعامل زیستی، بستری را برای شناخت، پایش و مقابله با تهدیدات بیولوژیک ناشی از عوامل طبیعی یا انسانی فراهم می‌کند [۶-۷]. با توجه به اینکه انتقال عوامل پاتوژن از طریق مسافری می‌تواند تهدید مستقیمی برای سلامت زیستی جوامع محلی و منابع آبی محسوب شود، لزوم پرداختن به این موضوع در چارچوب امنیت زیستی و مدیریت بحران‌های زیست محیطی احساس می‌شود.

اگرچه پژوهش‌هایی به بررسی آلودگی آب‌های آشامیدنی، و نیز شیوع بیماری‌های عفونی در جوامع محلی پرداخته‌اند، اما بررسی ترکیبی شیوع فرم‌های سمی باکتریایی در مسافری و نقش آن در انتقال آلودگی به منابع محیطی با دیدگاه پدافند غیرعامل در ایران کمتر انجام شده است. [8-9]

هدف این مطالعه، بررسی شیوع فرم‌های توکسین‌زای باکتری ETEC در مسافری ورودی به شهرهای کازرون و شیراز، و تحلیل خطرات احتمالی انتقال آن به منابع آبی و جامعه میزبان با رویکردی اکولوژیکی و امنیت زیستی است. همچنین این پژوهش تلاش دارد تا راهکارهای قابل اجرا برای پیشگیری از گسترش این نوع آلودگی‌ها با استفاده از روش‌های غربالگری ساده، آموزش عمومی و سیاست‌گذاری پدافند غیرعامل پیشنهاد دهد.

۲- روش کار

این مطالعه به صورت توصیفی-تحلیلی و با روش میدانی در دو شهر کازرون و شیراز انجام شد. جامعه مورد بررسی شامل مسافران ورودی به این شهرها از مسیرهای زمینی و هوایی در بازه زمانی مشخص بود. در مجموع ۱۲ نمونه شامل ۸ نمونه مدفوعی از مسافران داوطلب و ۴ نمونه آب مصرفی همراه آنان (از بطری، تانکر یا منابع محلی) جمع‌آوری گردید. تمامی نمونه‌ها در ظروف استریل و زنجیره سرد (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) به آزمایشگاه منتقل شدند. برای شناسایی باکتری ETEC، ابتدا استخراج DNA با روش جوشاندن ساده انجام شد. سپس با استفاده از تکنیک PCR چندگانه، حضور ژن‌های elt (توکسین حرارت‌ناپایدار) و est (توکسین حرارت‌پایدار) بررسی شد. واکنش‌ها با پرایمرهای اختصاصی انجام شده و محصولات PCR روی ژل آگارز ۱.۵٪ مورد مشاهده قرار گرفتند. نتایج به صورت کیفی ثبت شده و با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ تحلیل شدند. برای مقایسه میزان آلودگی بین نمونه‌های انسانی و محیطی از آزمون دقیق فیشر استفاده شد و سطح معناداری کمتر از ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

۳- نتایج

در این مطالعه، در مجموع ۱۲ نمونه شامل ۸ نمونه مدفوع انسانی و ۴ نمونه آب مصرفی از مسافری ورودی به شهرهای شیراز و کازرون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون PCR برای ژن‌های elt و est به شرح زیر است:

جدول ۱: ۸ مورد مدفوعی

نتیجه	نوع توکسین شناسایی شده	کد نمونه
مثبت	ST مثبت	W1
مثبت	ST و LT مثبت	W2
منفی	منفی	W3
مثبت	LT مثبت	W4



جدول ۲: نمونه آب مصرفی ۴ مورد

نتیجه	نوع توکسین شناسایی شده	کد نمونه
مثبت	مثبت LT (elt+)	H1
مثبت	مثبت ST (est+)	H2
منفی	منفی	H3
مثبت	مثبت LT و ST	H4
منفی	منفی	H5
مثبت	مثبت ST	H6
منفی	منفی	H7
مثبت	مثبت LT	H8

در مجموع نمونه‌های انسانی، ۵ مورد (۶۲٫۵٪) حداقل یکی از ژن‌های سمی را داشتند. همچنین، بود که در (LT) elt در نمونه‌های آبی، ۳ مورد (۷۵٪) مثبت بودند. بیشترین شیوع مربوط به ژن در یک نمونه انسانی و یک نمونه (ST و LT) ۵ نمونه مشاهده شد. مواردی با آلودگی دوگانه آبی شناسایی شدند.

بررسی داده‌ها: مقایسه آماری بین میزان آلودگی در نمونه‌های انسانی و آبی با استفاده از آزمون دقیق فیشر انجام شد و سطح معناداری α معادل ۰٫۰۵ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که تفاوت، اما درصد بالای آلودگی در (p = 0.59) مشاهده شده بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار نیست هر دو گروه بر خطر بالقوه انتقال سویه‌های سمی ETEC تأکید دارد. یافته‌ها همچنین نشان دادند که برخی افراد بدون علائم بالینی بودند، ولی نتایج PCR آن‌ها مثبت بود، که این امر خطر ناقل بودن بدون علامت را نشان می‌دهد. علاوه بر این، آلودگی در منابع آبی همراه مسافران می‌تواند منبع گسترش ثانویه برای آلودگی باشد، به‌ویژه اگر این آب‌ها در مکان‌های عمومی یا خانوادگی مورد استفاده قرار گیرند.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که حدود ۶۲٫۵٪ از نمونه‌های مدفوعی و ۷۵٪ از نمونه‌های آب مصرفی مسافری ورودی به شیراز و کازرون آلوده به فرم‌های سمی باکتری ETEC بودند. این درصد بالا، به‌ویژه در نمونه‌های بدون علائم بالینی، بیانگر نقش پنهان ناقلان سالم در انتقال آلودگی‌های میکروبی به محیط‌های جدید است. حضور ژن‌های elt و est به‌طور جداگانه یا همزمان در نمونه‌ها، به‌خوبی نشان‌دهنده خطر بالقوه انتقال آلودگی‌های روده‌ای و شیوع بیماری‌های عفونی از طریق منابع انسانی و محیطی است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات مشابه جهانی هم‌راستا هستند که نشان می‌دهند مسافرت یکی از مهم‌ترین عوامل در گسترش سویه‌های مقاوم و پاتوژن باکتری‌های روده‌ای است [۱-۳]. در این میان، آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ناقل‌های ثانویه، نقش پررنگی در تداوم چرخه انتقال عوامل بیماری‌زا ایفا می‌کند. در مناطق پرتردد مانند استان فارس که میزبان گردشگران داخلی و خارجی زیادی است، این ریسک به‌طور تصاعدی افزایش می‌یابد.

با در نظر گرفتن اصول اکولوژی سمی، باید توجه داشت که انتقال پاتوژن‌هایی همچون ETEC نه تنها بر سلامت فردی بلکه بر تعادل زیستی منابع طبیعی، کیفیت منابع آبی، و سلامت جمعی نیز تأثیرگذار است. در همین راستا، بهره‌گیری از اصول پدافند غیرعامل زیستی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. آموزش به مسافران در مورد بهداشت فردی، آب آشامیدنی سالم و رفتارهای پرخطر،



در کنار تجهیز ایستگاه‌های ورودی و خروجی شهرها به ابزار غربالگری زیستی ساده، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش گسترش پاتوژن‌ها داشته باشد.

همچنین، طراحی و پیاده‌سازی سیاست‌های کنترل زیستی در نقاط پرتردد، شامل پایانه‌های حمل‌ونقل، اماکن عمومی، و مراکز اقامتی، باید به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های پدافند غیرعامل در حوزه امنیت زیستی کشور در نظر گرفته شود. استفاده از روش‌های سریع و مقرون‌به‌صرفه مانند PCR در غربالگری اولیه، هم در منابع انسانی و هم منابع آبی، یکی از مهم‌ترین راهکارهای علمی در این زمینه است.

در پایان، این مطالعه بر لزوم تلفیق دیدگاه‌های زیست‌پزشکی، محیط‌زیستی و پدافند غیرعامل برای مدیریت تهدیدات زیستی در سطح ملی و منطقه‌ای تأکید دارد و پیشنهاد می‌شود مطالعات گسترده‌تری با حجم نمونه بالاتر و در بازه‌های زمانی مختلف انجام شود تا نقشه دقیق‌تری از انتقال عوامل بیماری‌زا در چارچوب امنیت زیستی کشور ترسیم گردد.

۵- تشکر و قدردانی

نگارندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری و حمایت صمیمانه‌ی مسئولین و کارکنان مرکز تحقیقات بیماری‌های آبزیان، به‌ویژه بخش تحقیقات، که شرایط انجام این تحقیق را فراهم نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

۶- تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچگونه تضاد منفعی، اعم از مالی یا غیرمالی، در رابطه با این پژوهش وجود ندارد.

مراجع

- [1] Qadri F., Svennerholm A.M., Faruque A.S.G., Sack R.B. *Enterotoxigenic Escherichia coli in developing countries: epidemiology, microbiology, clinical features, treatment, and prevention*. Clinical Microbiology Reviews, 2005; 18(3): 465–483.
- [2] Nataro J.P., Kaper J.B. *Diarrheagenic Escherichia coli*. Clinical Microbiology Reviews, 1998; 11(1): 142–201.
- [3] Beatty M.E., Shevick G., Hlady W.G., et al. *Travel-related outbreaks of Escherichia coli O157:H7 and enterotoxigenic E. coli: A systematic review*. Journal of Travel Medicine, 2017; 24(6): 1–7.
- [4] Shah M.P., Dalwadi R.B., et al. *Carrier status of enterotoxigenic E. coli among asymptomatic travelers*. International Journal of Medical Microbiology, 2014; 304(1): 50–55.
- [5] Sadeghi N., Behzadi P., Kazemi B. *Molecular detection of enterotoxigenic E. coli strains among travelers in Iran*. Iranian Journal of Microbiology, 2016; 8(1): 10–15.
- [6] Walker C.H., Sibly R.M., Hopkin S.P., Peakall D.B. *Principles of Ecotoxicology*. CRC Press, 2012. 4th Edition.
- [7] سازمان پدافند غیرعامل کشور. *راهنمای طراحی و پیاده‌سازی الزامات پدافند غیرعامل در حوزه زیستی*. تهران، ۱۴۰۰.
- [8] Nasrolahei M., Sharif M., Mirabi A.M., et al. *Contamination of drinking water sources by coliforms in Iran: A public health concern*. Environmental Monitoring and Assessment, 2013; 185(8): 6669–6674.
- [9] Eshtrati B., Aslani M.M., Alikhani M.Y. *Enterotoxigenic Escherichia coli among children with diarrhea in central Iran*. Journal of Infection and Public Health, 2015; 8(5): 445–451.