

Studying the Frequency of *Stenotrophomonas Maltophilia* from Different Clinical Samples and Determining the Antimicrobial Susceptibility Pattern of Isolates

Sam Torabinejad¹ (M.D.), Mohadeseh Ostovari Deilamani² (M.S.), Farhad Nikkhahi³ (Ph.D.),
Reza Bigverdi⁴ (Ph.D.), Fatemeh Fardsanei* (Ph.D.)

1 General Medicine, Student Research Committee, Medical Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

2 Master of Science in Medical Microbiology, Medical Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

3 Assistant Professor, Medical Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

4 Associate Professor, Department of Microbiology, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Received: 19 Jun. 2024

Accepted: 29 Jun. 2025

Background and Aim: *Stenotrophomonas maltophilia* is a non-fermentative Gram-negative bacillus and the third most common cause of hospital-acquired infections. Treatment of infections caused by this bacterium has not always been successful due to its high potential for multiple resistance to a wide range of antibiotics and the formation of biofilms. Obviously, accurate and timely diagnosis of bacterial agents causing hospital-acquired infections and determination of the microbial susceptibility pattern of isolates can make a significant contribution to infection control in hospitals. Therefore, the aim of this study was to determine the frequency of *Stenotrophomonas* in different clinical samples and to determine the biofilm production rate and microbial susceptibility of isolates.

Materials and Methods: In a cross-sectional descriptive study, non-fermentative Gram-negative isolates suspected of being *Stenotrophomonas maltophilia* isolated from different clinical samples from teaching hospitals in Qazvin province were collected and examined from April to March 2023. After phenotypic and molecular confirmation of the isolates using standard methods, the microbial susceptibility pattern of the isolates and the amount of biofilm production were examined using the microplate titer method.

Results: In this study, out of 50 isolates collected, the highest number of isolates were isolated from blood culture (33 isolates) and the lowest number of isolates were isolated from urine samples (1 isolate). Also, the highest frequency of samples was reported from the emergency department with 32 samples (63.8%) and the lowest frequency was reported from the ENT and oncology departments, each with 1 sample (0.8%). All isolates were 100% resistant to imipenem and meropenem due to the inherent resistance of this bacterium to carbapenems, which was a confirmation in the identification of this bacterium. The highest sensitivity to the antibiotics levofloxacin, minocycline and cotrimoxazole was observed with a frequency of 90%, 88% and 84%, respectively. The highest resistance to the antibiotic ceftazidime was observed, which was reported as 88%. In this study, 70% of the strains produced strong biofilms.

Conclusion: In this study, we saw an increase in hospital infections caused by *Stenotrophomonas maltophilia* in clinical samples of Qazvin hospitals. Knowledge of the frequency of opportunistic pathogens causing hospital infections and the microbial sensitivity of isolates leads to control of infections caused by these pathogens, proper treatment of infections and reduction of mortality in hospitalized patients. Fortunately, in this study, the isolates had high sensitivity to fluoroquinolone family antibiotics and antimetabolites.

Keywords: *Stenotrophomonas Maltophilia*, Antibiotic Resistance Pattern, Biofilm Formation

* Corresponding Author:
Fardsanei F
Email:
f.fardsanei@qums.ac.ir

Journal of Payavard Salamat

Vol. 19, No. 2; Jun. 2025: 95-104

بررسی فراوانی استنوتروفوموناس مالتوفیلیا از نمونه‌های بالینی مختلف و تعیین الگوی حساسیت میکروبی ایزوله‌ها

سام ترابی نژاد^۱، محدثه استواری دیلمانی^۲، فرهاد نیکخواهی^۳، رضا بیگ‌وردی^۴، فاطمه فردصانعی^{۵*}

چکیده

زمینه و هدف: باکتری استنوتروفوموناس مالتوفیلیا، یک باسیل گرم منفی غیر تخمیری و سومین عامل شایع عفونت‌های بیمارستانی است. درمان عفونت‌های ناشی از این باکتری به دلیل پتانسیل بالای مقاومت چندگانه‌ی آن به طیف وسیعی از آنتی‌بیوتیک‌ها و ایجاد بیوفیلم، همیشه موفقیت‌آمیز نبوده است. بدیهی است که تشخیص دقیق و به‌موقع عوامل باکتریال ایجادکننده‌ی عفونت‌های بیمارستانی و تعیین الگوی حساسیت میکروبی ایزوله‌ها می‌تواند سهم بسزایی در کنترل عفونت در بیمارستان داشته باشد. هدف از این مطالعه تعیین فراوانی باکتری استنوتروفوموناس در نمونه‌های بالینی مختلف و تعیین تولید میزان بیوفیلم و حساسیت میکروبی ایزوله‌ها می‌باشد.

روش بررسی: در یک مطالعه‌ی مقطعی-توصیفی از فروردین‌ماه تا اسفند ماه ۱۴۰۲ ایزوله‌های گرم منفی غیر تخمیری مشکوک به استنوتروفوموناس مالتوفیلیا جدا شده از نمونه‌های بالینی مختلف از بیمارستان‌های آموزشی استان قزوین (بوعلی، ولایت) جمع‌آوری و بررسی گردیدند. پس از تأیید فنوتیپی و مولکولی ایزوله‌ها با روش‌های استاندارد، الگوی حساسیت میکروبی ایزوله‌ها و میزان تولید بیوفیلم آن‌ها به روش میکروپلیت تیتراژ بررسی گردید.

یافته‌ها: در این مطالعه از ۵۰ ایزوله‌ی جمع‌آوری شده، بیشترین تعداد ایزوله از کشت خون (۳۳ ایزوله) و کمترین تعداد ایزوله از نمونه ادرار (۱ ایزوله) جداسازی شده بودند. همچنین بیشترین میزان فراوانی نمونه‌ها مربوط به بخش اورژانس با ۳۲ نمونه (۶۴/۸٪) و کمترین میزان فراوانی مربوط به بخش‌های گوش و حلق و بینی، انکولوژی، هریک با ۱ نمونه (۰/۸٪) گزارش گردید. تمام ایزوله‌ها به‌علت مقاومت ذاتی این باکتری به کاربایتم‌ها، ۱۰۰٪ به ایمی‌پنم و مروپنم مقاوم بودند که به‌عنوان تأییدی در شناسایی این باکتری بود. بیشترین میزان حساسیت به آنتی‌بیوتیک‌های لوفلوکساسین، مینوسیکلین و کوتریماکسازول به‌ترتیب با فراوانی ۹۰٪، ۸۸٪ و ۸۴٪ مشاهده شد. بیشترین میزان مقاومت به آنتی‌بیوتیک سفتازیدیم مشاهده شد که ۸۸٪ گزارش شد. در این مطالعه ۷۰٪ سویه‌ها بیوفیلم قوی تولید کردند.

نتیجه‌گیری: این مطالعه شاهد افزایش عفونت‌های بیمارستانی ناشی از استنوتروفوموناس مالتوفیلیا در نمونه‌های بالینی بیمارستان‌های شهر قزوین بود. آگاهی از فراوانی پاتوژن‌های فرصت طلب عامل عفونت‌های بیمارستانی و الگوی حساسیت میکروبی ایزوله‌ها منجر به کنترل عفونت‌های ناشی از این پاتوژن‌ها، درمان مناسب عفونت‌ها و کاهش میزان مرگ و میر در بیماران بستری می‌شود. در این مطالعه ایزوله‌ها حساسیت بالایی به آنتی‌بیوتیک‌های خانواده فلوروکوئینولون‌ها و آنتی‌متابولیت‌ها داشتند.

واژه‌های کلیدی: استنوتروفوموناس مالتوفیلیا، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، بیوفیلم

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۳/۳۰

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۴/۸

* نویسنده مسئول:

فاطمه فردصانعی؛

مرکز تحقیقات میکروب‌شناسی دانشگاه علوم

پزشکی قزوین

Email:

f.fardsanci@qums.ac.ir

۱ پزشک عمومی، کمیته تحقیقات دانشجویی، مرکز تحقیقات میکروب‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

۲ کارشناس ارشد میکروب‌شناسی پزشکی، مرکز تحقیقات میکروب‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

۳ استادیار مرکز تحقیقات میکروب‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

۴ دانشیار گروه میکروب‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

مقدمه

استنوتروفوموناس مالتوفیلیا یک پاتوژن فرصت طلب است که در محیط‌های مختلف مانند خاک و محیط‌های آبی یافت می‌شود. جنس استنوتروفوموناس از نظر فیلوژنتیکی به عنوان بخشی از گروه *Gammaproteobacteri* طبقه‌بندی می‌شود و یک باسیل گرم منفی هوازی و غیر تخمیری است. در ابتدا استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به عنوان عضوی از خانواده *Pseudomonaceae* تعلق داشت، سپس به خانواده *Xanthomonadaceae* انتقال یافت (۱).

استنوتروفوموناس مالتوفیلیا یک باکتری محیطی است، اما به عنوان یک پاتوژن فرصت طلب ممکن است با بسیاری از بیماری‌ها نظیر عفونت‌های ادراری، اندوکاردیت و عفونت‌های تنفسی مانند پنومونی مرتبط باشد. عفونت‌های ناشی از استنوتروفوموناس مالتوفیلیا عمدتاً در بیماران دارای نقص ایمنی به عنوان مثال در بیماران سرطانی و همچنین در بیماران مبتلا به فیروز کیستیک دیده می‌شود. تولید پروتازها، الاستازها و همچنین توانایی چسبیدن به مواد مصنوعی (تولید بیوفیلم) از مهمترین فاکتورهای بیماری‌زایی در این باکتری است. استنوتروفوموناس مالتوفیلیا با تشکیل بیوفیلم و اتصال به سطوح مختلف نظیر ایمپلنت‌ها و کاتترها مانع نفوذ و اثر آنتی‌بیوتیک‌ها شده و منجر به تولید عفونت‌های مقاوم به درمان می‌گردد (۲). بیوفیلم، اجتماعی از سلول‌های باکتری‌هاست که به یک سطح، متصل و توسط مواد پلیمری خارج سلولی پوشیده شده‌اند. گاهی بیوفیلم، را می‌توان به عنوان استراتژی دانست که بعضی از میکروارگانیسم‌ها از آن استفاده می‌کنند تا بتوانند خود را از اثرات زیان‌باری که در محیط طبیعی و بدن میزبان وجود دارد، محافظت کرده و این‌گونه شانس بقای خود را افزایش دهند (۳). توانایی تولید بیوفیلم در این باکتری همچنین می‌تواند سبب اتصال باکتری به پروتزهای پزشکی و کاتترها و مقاومت آن به بیوسایدهای مختلف (دزانتفکانت‌ها، آنتی‌سپتیک‌ها) گردد و در ضمن باکتری را از مکانیسم‌های دفاعی ایمنی میزبان و عوامل ضدمیکروبی مصون نگه دارد. واضح است که با افزایش شناخت عوامل پاتوژن عفونت‌های بیمارستانی، راه‌های انتقال آن‌ها و الگوهای مقاومت میکروبی، دریچه‌های نوینی در کنترل این عفونت‌ها گشوده خواهد شد (۴).

درمان عفونت‌های ناشی از استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به دلیل پتانسیل بالای مقاومت چندگانه‌ی آن به طیف وسیعی از آنتی‌بیوتیک‌ها از جمله کارباپنم‌ها، ماکرولیدها، سفالوسپورین‌ها، آمینوگلیکوزیدها، فلوروکینولون‌ها همیشه موفقیت‌آمیز نیست. از این رو مرگ‌ومیر ناشی از عفونت‌های این باکتری به عنوان یک عامل

عفونت بیمارستانی به‌ویژه در بیماران دارای نقص و ضعف سیستم ایمنی شدید، قابل توجه می‌باشد (۵). از مهمترین عوامل خطری که در ابتلا به عفونت‌های ناشی از این باکتری نقش دارند، می‌توان به بدخیمی‌ها، بیماری‌های مزمن تنفسی، ضعف سیستم ایمنی، بستری شدن طولانی مدت بیماران در بیمارستان به‌ویژه در بخش‌های مراقبت‌های ویژه (ICU) با تهویه مکانیکی طولانی مدت، تراکتوستومی و ابزارهای داخل عروقی یا درمان آنتی‌بیوتیکی وسیع الطیف نام برد (۶).

استنوتروفوموناس مالتوفیلیا نسبت به اکثر بتالاکتام‌ها، مهارکننده‌های بتالاکتام‌ها و آمینوگلیکوزیدها مقاوم است. به علت حساسیت بالای باکتری نسبت به تریمتوپریم - سولفامتوکسازول (کو تریموکسازول)، این دارو به عنوان درمان ضد میکروبی انتخابی علیه عفونت‌های ناشی از آن مطرح است. فلوروکینولون‌ها و تیکارسیلین کلاونات به عنوان پرکاربردترین آنتی‌بیوتیک‌های درمانی پس از تریمتوپریم سولفامتوکسازول است، اما محققان به دنبال افزایش شیوع ایزوله‌های مقاوم در برابر این آنتی‌بیوتیک‌ها، در پی استراتژی‌های درمانی جدید برای درمان عفونت حاصل از این باکتری هستند (۷).

مطالعات، نشان‌دهنده‌ی کاهش میزان حساسیت استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به تریمتوپریم - سولفامتوکسازول که اولین خط درمانی در عفونت‌های ناشی از این باکتری است، هر چند که اکثر مطالعات جهانی نشان می‌دهد که هنوز این باکتری به تریمتوپریم - سولفامتوکسازول حساس باقی مانده است. افزایش مقاومت به تریمتوپریم - سولفامتوکسازول می‌تواند به عنوان تهدید جدی محسوب شود. میزان مقاومت به تریمتوپریم - سولفامتوکسازول با توجه به منطقه جغرافیایی متفاوت است (۸ و ۹).

باتوجه به فراوانی عفونت‌های بیمارستانی در بیماران دارای ضعف سیستم ایمنی و صدمات اقتصادی و انسانی جبران‌ناپذیر ناشی از این عفونت‌ها، هدف از این مطالعه، تعیین فراوانی ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا در نمونه‌های بالینی مختلف، تعیین الگوی حساسیت میکروبی ایزوله‌ها، ارزیابی حساسیت ایزوله‌ها به کو تریماکسازول و تعیین میزان تولید بیوفیلم‌ها در این سویه‌ها می‌باشد.

روش بررسی

در طی این مطالعه‌ی مقطعی - توصیفی از فروردین ماه تا اسفندماه ۱۴۰۲، تمام ایزوله‌های گرم منفی غیر تخمیری مشکوک به استنوتروفوموناس مالتوفیلیا جدا شده از نمونه‌های بالینی مختلف شامل کشت خون، تراشه، لاواژ برونش،

استفاده گردید. با استفاده از لوپ استریل پنج کلنی تازه از کشت ۲۴ ساعته باکتری روی محیط Trypticase soy agar (TSA) برداشته شد و درون ویال اپندورف حاوی ۱ ml Tris-EDTA buffer (TE) استریل حل شدند. میکروتیوب‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در بنماری جوش ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و سپس با استفاده از سانتریفیوژ با دور 11180 g به مدت ۸ دقیقه سانتریفیوژ شدند. محلول رویی (سوپرناتانت) که حاوی DNA بود با سمپلر برداشته شد و به اپندورف استریل دیگر منتقل گردید. DNA استخراج شده جهت انجام مراحل بعدی در ۲۰- درجه سانتیگراد ذخیره شد.

آسیت، خلط، ترشحات چشمی، ادرار از بیمارستان‌های آموزشی استان قزوین جمع‌آوری و بررسی شدند. شناسایی ایزوله‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد میکروبیولوژی انجام گردید. پس از تعیین هویت ایزوله‌ها به روش فنوتیپی، ایزوله‌هایی با ویژگی‌های کوکوباسیل گرم منفی غیر تخمیری، کاتالاز مثبت، اکسیداز منفی البته ۲۰٪ از استنوتروفوموناس مالتوفیلیا اکسیداز مثبت هستند، هیدرولیز لایزین دکربوکسیلاز مثبت، هیدرولیز اسکولین مثبت، تخمیر قندها منفی، متحرک، DNase مثبت، وارد مطالعه گردیدند تا به روش مولکولی نیز تأیید گردند. برای استخراج محتوای DNA ایزوله‌ها از روش جوشاندن (boiling)

جدول ۱: توالی پرایمرهای اختصاصی ژن 23SrRNA

gene	Primer Sequence (5'→3')	Amplicon Reference length (bp)	Annealing Time	Reference
23SrRNA	F=AGAGCAGCCATAGAAGGT R=TATCGGTCGGTCAGTAGTATT	۱۳۶	۶۰	۱۰

بررسی شد. شرایط دمایی و زمانی واکنش PCR در جدول ۲ نشان داده شده است (۱۰).

به منظور تأیید ایزوله‌ها به عنوان استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به روش مولکولی، تکثیر ژن 23SrRNA با استفاده از پرایمرهای اختصاصی در جدول ۱

جدول ۲: دما و زمان مراحل مختلف واکنش PCR ژن 23SrRNA

برنامه	نوع عملیات	درجه حرارت	زمان	تعداد چرخه‌ها
۱	پیش از دناتوره شدن	۹۵	۵ دقیقه	۱
۲	مرحله دناتوره شدن	۹۵	۲۰ ثانیه	
۳	اتصال	۶۰	۲۰ ثانیه	۳۵
۴	گسترش	۷۲	۳۰ ثانیه	
۵	گسترش نهایی	۷۲	۵ دقیقه	۱

دیسک آنتی بیوتیک‌های مینوسیکلین (۳۰ میکروگرم)، لووفلوکساسین (۵ میکروگرم)، تریمتوپریم-سولفومتوکسازول (۲۳/۷۵-۱/۲۵ میکروگرم)، مروپنم (۱۰ میکروگرم) و ایمپنم (۱۰ میکروگرم) بر روی محیط مولر هیتون آگار طوری قرار داده شد که فاصله‌ی مرکز ۲ دیسک از یکدیگر ۲۰ میلی‌متر باشد. پس از ۲۴-۱۸ ساعت انکوباسیون، تفسیر نتایج بر اساس معیارهای The Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) 2023 انجام شد. به منظور کنترل کیفی دیسک‌ها از سویه‌های Escherichia coli ATCC25922 و Pseudomonas aeruginosa ATCC27853 استفاده شد. بر طبق پروتکل استاندارد CLSI 2023، تعیین الگوی مقاومت آنتی بیوتیکی

برای تمام ایزوله‌هایی که به عنوان استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به روش فنوتیپی و مولکولی تأیید شدند، تست حساسیت میکروبی بر اساس روش دیسک دیفیوژن (کربی-بائر) انجام گردید. ابتدا جدایه‌هایی از باکتری که به عنوان استنوتروفوموناس مالتوفیلیا تأیید شده بودند، بر روی محیط Trypticase soy agar (TSA) کشت داده و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس از کلنی خالص از کشت تازه به محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد اضافه شد تا کدورتی معادل نیم مک‌فارلند ایجاد شود. از سوسپانسیون میکروبی دارای کدورت نیم مک‌فارلند با سوآپ بر روی محیط مولر هیتون آگار کشت چمنی داده شد.

برای دو آنتی بیوتیک سفنازیدیم و کلرامفنیکل در باکتری استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به روش E-test انجام شد و نتایج بر اساس جدول ۳ تفسیر شدند (۱۱).

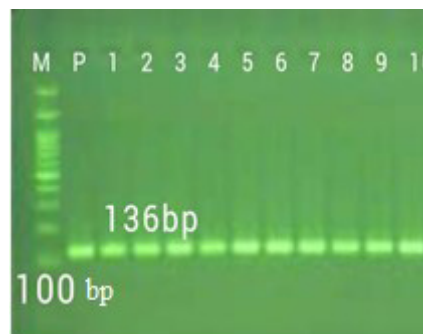
جدول ۳: مقدار نقطه شکست (MIC) Minimum Inhibitory Concentration آنتی بیوتیک سفنازیدیم و کلرامفنیکل بر اساس CLSI2023

گروه	آنتی بیوتیک	محتوای نوار	MIC Breakpoints (میکروگرم بر میلی لیتر)	
			مقاوم	نیمه حساس
سغم (مؤثر بر دیواره)	سفنازیدیم	۰/۰۱۶-۲۵۶ mg/L	≥ 32	۱۶
فنیکول (مؤثر بر سنتز پروتئین)	کلرامفنیکل	۰/۰۱۶-۲۵۶ mg/L	≥ 32	۱۶

طبقه بندی می گردد. بر اساس Optical density measurement (OD) به دست آمده از کنترل (ODC) ایزوله ها به چهار گروه دسته بندی می شوند: عدم تشکیل بیوفیلم = ODC ≤ OD، قدرت تشکیل بیوفیلم ضعیف = ODC < OD ≤ 2 × ODC، قدرت تشکیل بیوفیلم متوسط = ODC < OD ≤ 4 × ODC، قدرت تشکیل بیوفیلم قوی = ODC < OD4 (۱۰). پس از جمع آوری دیتاها وارد نرم افزار SPSS شدند و آنالیزها با استفاده از آزمون آماری Pearson Chi-Square صورت گرفت.

یافته ها

در این پژوهش ۵۰ ایزوله ی مشکوک به استنوتروفوموناس مالتوفیلیا، از نمونه های کشت خون، تراشه، خلط، اسیت، لاواژ برونش، ادرار و ترشحات چشمی بیمارستان های آموزشی استان قزوین جمع آوری گردید، که توسط آزمایش های فنوتیپی به عنوان استنوتروفوموناس مالتوفیلیا شناسایی گردیدند. از ۵۰ ایزوله ی تأیید شده با روش فنوتیپی، تمام ایزوله ها به روش ژنوتیپی با دارا بودن و حضور باند ۱۳۶ جفت بازی مربوط به PCR ژن 23SrRNA به عنوان استنوتروفوموناس مالتوفیلیا تأیید شدند. برای کنترل مثبت، از سویه ی *Stenotrophomonas maltophilia* strain 13637 استفاده گردید (شکل ۱).



شکل ۱: نمایشگر موصول ۱۳۶ جفت بازی الگوی باندی حاصل از ژن 23SrRNA در ایزوله های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا، (M مارکر ۱۰۰ جفت بازی، P کنترل مثبت، چاهک شماره ۱ تا ۱۰ ایزوله های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا)

بر طبق استاندارد CLSI2023 برای آنتی بیوتیک سفنازیدیم و کلرامفنیکل MIC به عنوان مقاوم، MIC = ۱۶ به عنوان حساسیت حد واسط و MIC ≤ ۸ به عنوان حساس در نظر گرفته شد (جدول ۳).

برای بررسی تولید بیوفیلم در شرایط *in vitro* از روش میکروپلیت تیترا استفاده گردید. ابتدا باکتری ها بر روی محیط TSB به مدت ۱۸ تا ۲۴ ساعت کشت داده شدند. سپس از کشت تازه باکتری سوسپانسیون باکتریایی در غلظت نیم مک فارلند تهیه شد. ۲۰۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون میکروبی در پلیت های ۹۶ خانه پلیاستیرن چسبنده به صورت سه تایی ریخته و به مدت یک شب در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد انکوبه گردید. سپس هر چاهک سه بار با بافر (PBS) Phosphate-buffered saline شستشو داده شد. باکتری های تولید کننده ی بیوفیلم متصل شده به پلیت با متانول به مدت ۱۵ دقیقه فیکس شده، پس از خارج کردن متانول و خشک شدن پلیت، ۲۰۰ میکرو لیتر محلول آبی کریستال ویوله ۱٪ را به چاهک ها اضافه کرده و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از خارج کردن رنگ، هر چاهک سه بار با PBS شستشو داده شد و در نهایت با اضافه کردن ۲۰۰ میکرو لیتر اسیداستیک ۳۳٪ به هر یک از چاهک ها بیوفیلم تولید شده توسط هر ایزوله آزاد شده و جذب نوری هر یک از چاهک ها در ۵۷۰ نانومتر خوانده شده و نمونه ها به صورت زیر

در طی این مطالعه تعداد ۵۰ ایزوله استنوتروفوموناس مالتوفیلیا از بیماران بستری شده در بیمارستان‌های منتخب به دست آمد، که از مجموع تمامی نمونه‌های جمع‌آوری شده، تعداد ۳۰ نمونه (۶۰ درصد) متعلق به مردان و ۲۰ نمونه (۴۰ درصد) متعلق به زنان بوده است. از مجموع کل ایزوله‌ها، بیشترین تعداد ایزوله از کشت خون (۳۳ ایزوله) و کمترین تعداد ایزوله از نمونه ادرار (۱ ایزوله) جداسازی شده بودند. همچنین بیشترین میزان فراوانی نمونه‌ها مربوط به بخش اورژانس با ۳۲ نمونه (۶۳/۸ درصد) و کمترین میزان فراوانی مربوط به بخش‌های گوش و حلق و بینی، انکولوژی، هر یک با ۱ نمونه (۰/۸ درصد) گزارش گردید. هیچ‌گونه ارتباط آماری معنادار بین فراوانی

استنوتروفوموناس مولتی‌فیلیا و جنس افراد و بخش وجود نداشت ($P > 0.05$). نتایج حساسیت آنتی‌بیوتیکی ۵۰ ایزوله‌ی استنوتروفوموناس مالتوفیلیا برای ۶ آنتی‌بیوتیک به روش دیسک دیفیوژن مطابق جدول ۴ و به روش E-test مطابق جدول ۳ انجام و تفسیر گردید. ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا مقاومت ۱۰۰ درصدی به ایمی‌پنم و مروپنم نشان دادند. بیشترین میزان حساسیت به آنتی‌بیوتیک‌های لوفلوکسازین، مینوسیکلین و کوتریماکسازول به ترتیب با فراوانی ۹۰٪، ۸۸٪ و ۸۴٪ مشاهده شد. بیشترین میزان مقاومت به آنتی‌بیوتیک سفنازیدیم مشاهده شد که ۸۸٪ گزارش شد.

جدول ۴: میزان حساسیت آنتی‌بیوتیکی در ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا

آنتی‌بیوتیک	روش آنتی‌بیوگرام	فراوانی ایزوله‌ها (درصد)	
		حساس	غیر حساس
تری‌متوپریم - سولفومتوکسازول	دیسک دیفیوژن	۴۲ (۸۴٪)	۸ (۱۶٪)
مینوسیکلین	دیسک دیفیوژن	۴۳ (۸۸٪)	۷ (۱۲٪)
لوفلوکسازین	دیسک دیفیوژن	۴۵ (۹۰٪)	۵ (۱۰٪)
سفنازیدیم	E-test	۷ (۱۲٪)	۴۳ (۸۸٪)
کلرامفنیکل	E-test	۲۳ (۴۶٪)	۲۷ (۵۴٪)
مروپنم	دیسک دیفیوژن	۰	۵۰ (۱۰۰٪)
ایمی‌پنم	دیسک دیفیوژن	۰	۵۰ (۱۰۰٪)

میزان تولید بیوفیلیم در ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا جدا شده از نمونه‌های بالینی مختلف در جدول ۵ ذکر شده است.

جدول ۵: درصد فراوانی ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا تولیدکننده بیوفیلیم

جمع	تولید بیوفیلیم تعداد (درصد فراوانی)				
	قوی	حدواسط	ضعیف	منفی	جمع
	۳۵ (۷۰٪)	۱۰ (۲۰٪)	۵ (۱۰٪)	۰ (۰٪)	۵۰ (۱۰۰٪)

در این مطالعه ۷۰ درصد سویه‌ها بیوفیلیم قوی تولید کردند. ۲۰ درصد دارای بیوفیلیم متوسط و ۱۰ درصد بیوفیلیم ضعیف بودند. در هیچ‌کدام از ایزوله‌ها بیوفیلیم منفی گزارش نشد. هیچ‌گونه ارتباط آماری معنادار بین فراوانی تولید بیوفیلیم و مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها وجود نداشت ($P > 0.05$).

بحث

استنوتروفوموناس مالتوفیلیا یک باکتری محیطی و پاتوژن فرصت طلب نوپدید است که امروزه یکی از مهمترین عوامل عفونت‌های بیمارستانی با درصد

بالای مرگ‌ومیر به‌خصوص در افراد دچار نقص سیستم ایمنی از جمله بیماری ایدز، بیماری‌های زمینه‌ای، سرطان‌ها و غیره می‌باشد. استنوتروفوموناس مالتوفیلیا سومین باسیل گرم منفی غیر تخمیرکننده‌ی رایج عامل عفونت‌های بیمارستانی، بعد از سودوموناس آئروژینوزا و گونه‌های اسپیتوباکتری می‌باشد و در اغلب نقاط دنیا با احتمال بیشتر نسبت به گذشته از بیماران ایزوله می‌گردد. علی‌رغم این که این باکتری قدرت بیماری‌زایی نسبتاً پایینی دارد، اما می‌تواند طیف وسیعی از عفونت‌های خطرناک مانند باکتری‌می، پنومونی، اندوکاردیت، مننژیت، عفونت زخم، بافت نرم، استئومیلیت، کراتیت و عفونت‌های ادراری را ایجاد کرده و از



اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (۱۳ و ۱۲).

در این مطالعه، تعداد ۵۰ ایزوله استنوتروفوموناس مالتوفیلیا از بیماران بستری شده در بیمارستان‌های منتخب مورد مطالعه به دست آمد که به روش فنوتیپی و ژنوتیپی تعیین هویت شدند. بیشترین تعداد ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا از نمونه‌های بالینی کشت خون و تراشه بود. فراوانی سویه‌ها در بخش‌های مختلف بیمارستان‌های مورد مطالعه نشان داد که اکثر ایزوله‌ها، از بخش‌های اورژانس بیمارستان‌ها جدا شده بودند. با توجه به فراوانی زیاد ایزوله‌هایی که از بخش اورژانس جدا شده بودند، می‌توان چنین استنباط نمود که احتمال یک منشا مشترک نظیر فرد آلوده و یا تجهیزات آلوده عامل انتقال باکتری بوده است. بخش اورژانس که به عنوان پیش‌ورودی فعال بیمارستان‌هاست، در عمل پر مخاطره‌ترین و مهمترین بخش بیمارستان در ارائه خدمات فوریتی است. مراجعان انبوه و فشار کاری زیاد پرستاران و پرسنل در بخش اورژانس ممکن است در کیفیت بهداشت کارشان تأثیر بگذارد. کلونیزه شدن پوست بیماران یا پرسنل درمانی با استنوتروفوموناس مالتوفیلیا می‌تواند یکی از عوامل ایجادکننده‌ی آلودگی در بیمارستان باشد. همچنین ممکن است ایزوله‌ها به همراه بیماران یا همراهان بیمار از بیرون بیمارستان وارد شده باشند و یا ابزار کلونیزه شده با این باکتری هنگام نمونه‌گیری، باعث آلودگی بیمار گردد. نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی عظیمی و همکاران که در آن بیشترین ایزولاسیون از کشت خون و بخش اورژانس بیمارستان‌ها بود همخوانی داشت (۱۴).

افزایش ظهور مقاومت‌های چند دارویی در بین ایزوله‌هایی همچون استنوتروفوموناس مالتوفیلیا به عنوان نگرانی جهانی مطرح می‌باشد که در این میان تولید بتالاکتامازها، پمپ‌های ترشحی، تولید آنزیم‌های تغییردهنده‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها، کسب ژن‌های مقاومت از طریق ایتنگرون‌ها و کاست‌های ژنی بیشترین عامل در ایجاد مقاومت بررسی شده است (۱۵).

در مطالعه‌ی حاضر، میزان حساسیت دارویی ۵۰ ایزوله‌ی استنوتروفوموناس مالتوفیلیا جدا شده از نمونه‌های بالینی، نسبت به ۸ آنتی‌بیوتیک به روش دیسک دیفیوژن و E-test انجام گردید که بیشترین میزان حساسیت به آنتی‌بیوتیک‌های لووفلوکسازین با ۹۰ درصد، مینوسیکلین با ۸۸ درصد و سپس به تریمتوپریم سولفومتوکسازول با ۸۴ درصد تعلق گرفت. بر اساس دستورالعمل استاندارد CLSI فنوتیپ MDR به ایزوله‌ای اطلاق می‌گردد که حداقل به یک آنتی‌بیوتیک در ۳ گروه مختلف آنتی‌بیوتیکی غیر حساس باشد. فنوتیپ XDR به ایزوله‌ای

اطلاق می‌شود که حداقل به یک آنتی‌بیوتیک در همه به جز یک یا دو گروه آنتی‌بیوتیکی غیر حساس باشد و فنوتیپ PDR به ایزوله‌ای تعلق می‌گیرد که به همه‌ی گروه‌های آنتی‌بیوتیکی مورد آزمایش برای درمان عفونت‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا غیر حساس باشد (۱۵). با توجه به تعاریف، در مطالعه‌ی اخیر ۱۰ ایزوله از ۵۰ ایزوله به عنوان MDR در نظر گرفته شد.

در مطالعه‌ای که کاظم‌زاده‌اناری و همکاران در سال ۲۰۲۲ در شهر قزوین انجام دادند، تعداد ۹۷ سویه استنوتروفوموناس مالتوفیلیا از تهران و قزوین جمع‌آوری گردید که به روش فنوتیپی و ژنوتیپی تعیین هویت شدند. بیشترین تعداد استنوتروفوموناس مالتوفیلیا از نمونه‌های بالینی خون و تنفسی بود. تمام ایزوله‌ها مقاومت ۱۰۰٪ به ایمی‌پنم و مروپنم را نشان دادند. در این مطالعه بیشترین اثربخشی مربوط به آنتی‌بیوتیک‌های لووفلوکسازین، مینوسیکلین و تیگه‌وسیکلین به ترتیب با میزان حساسیت ۹۷/۹٪، ۸۸/۷٪ و ۸۶/۶٪ بود (۱۲).

در مطالعه‌ای که توسط بوستان قدیری و همکاران در سال ۲۰۱۹ انجام شد، تمام ایزوله‌های بالینی استنوتروفوموناس مالتوفیلیا را از نواحی مختلف ایران جمع‌آوری نموده و از نظر خصوصیات ژنوتیپی و فنوتیپی بررسی نمودند. در ۱۶۴ ایزوله‌ی مورد بررسی، مقاومت به ایمی‌پنم، مروپنم، دوری‌پنم و سفنازیدیم به ترتیب ۱۰۰٪، ۹۶٪، ۵۸٪ و ۳۶٪ بود و مقاومت به تریمتوپریم سولفامتوکسازول فقط در ۳/۰۴٪ ایزوله‌ها مشاهده گردید. بیشترین میزان حساسیت را به آنتی‌بیوتیک‌های لووفلوکسازین ۹۹/۳۹٪ و مینوسیکلین ۹۱/۴۶٪ نشان دادند. در مطالعه پیش‌رو مقاومت به آنتی‌بیوتیک سفنازیدیم کمتر از مطالعه‌ی فوق بود، ولی افزایش مقاومت به آنتی‌بیوتیک کوترباکسازول را در پی داشت (۵).

در مطالعه‌ی عظیمی و همکاران در سال ۲۰۲۰ تعداد ۱۵۰ ایزوله‌ی بالینی استنوتروفوموناس مالتوفیلیا را از ۲ بیمارستان در تهران و ۱ بیمارستان در شهر قزوین جمع‌آوری نموده و به منظور تأیید قطعی از بررسی وجود ژن 23SrRNA به روش PCR استفاده نمودند و ایزوله‌ها از نظر مقاومت آنتی‌بیوتیکی و تشکیل بیوفیلم به روش میکروپلیت بررسی شدند. در ۱۵۰ ایزوله‌ی مورد بررسی، بیشترین مقاومت ۹۴٪ به ایمی‌پنم، مروپنم، آزترونام بود و میزان مقاومت به سایر آنتی‌بیوتیک‌ها سفپیم ۵۲/۷٪، سفنازیدیم ۴۳/۳٪، کلرامفنیکل ۴۳/۳٪، کلیستین ۴۱/۳٪، تیگه‌وسیکلین ۳۰٪، پیراسیلین - تازوباکتام ۲۵٪، تریمتوپریم - سولفامتوکسازول ۲۰/۷٪، تیکارسیلین - کلارولانیک اسید ۸/۷٪، لووفلوکسازین ۱/۳٪ و مینوسیکلین ۱/۳٪ بود در حالی که تمامی ایزوله‌ها به موکسیفلوکسازین

مقاومت آنتی‌بیوتیکی را تا هزار برابر افزایش دهد و انتقال عناصر ژنتیکی از جمله اینتگرین‌ها و پلاسمیدها را تسهیل می‌کند (۲۱). از این نتایج می‌توان چنین استنباط نمود که تشکیل بیوفیلم، مکانیسم مهمی برای مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها و ضد عفونی‌کننده‌ها توسط *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* می‌باشد. در این مطالعه از روش میکروپلیت برای سنجش تولید بیوفیلم استفاده شد. فراوانی تولید بیوفیلم در بین ایزوله‌های مورد مطالعه، ۱۰۰٪ بود که مشابه مطالعات گذشته در ایران و اروپا بود.

در مطالعه‌ی عظیمی و همکاران که در سال ۲۰۲۰ انجام شد، نشان دادند که از ۱۵۰ ایزوله، ۹۷/۸٪ ایزوله‌ها تولید بیوفیلم کردند. ۶۹ (۴۶٪)، ۳۲ (۲۱/۳٪) و ۴۷ (۳۱/۳٪) ایزوله به ترتیب تولیدکننده‌ی بیوفیلم قوی، متوسط و ضعیف بودند که با مطالعه‌ی حاضر از نظر توانایی تشکیل بیوفیلم و قدرت تشکیل بیوفیلم قوی مشابهت داشته است (۱۴). در مطالعه‌ای که توسط بوستان‌قدیری و همکاران از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۷ در ایران صورت گرفته، از مجموع ۱۶۴ نمونه‌ی بالینی *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* جمع‌آوری شده، ۱۵۷ ایزوله قادر به تشکیل بیوفیلم بوده که از این میان قدرت تشکیل بیوفیلم در ۴۹ نمونه (۸۷/۲۹٪) قوی، ۶۳ نمونه (۴۱/۳۸٪) متوسط، ۴۵ نمونه (۴۳/۲۷٪) ضعیف بود؛ در حالی که ۷ نمونه (۲۶/۴٪) قادر به تشکیل بیوفیلم نبود که از نظر قدرت تشکیل بیوفیلم در بین ایزوله‌ها با مطالعه‌ی حاضر مشابهت داشت (۵).

خط اول درمان تریمتوپریم-سولفامتوکسازول است که برای سال‌ها تنها داروی تجربی توصیه شده در برابر *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* بوده است. با توجه به داده‌های آزمایشگاهی حاکی از فعالیت باکترواستاتیک در برابر *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا*، تریمتوپریم-سولفامتوکسازول در دوزهای بالا با ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم یا بیشتر از جز تریمتوپریم توصیه می‌شود. از آنجایی که تریمتوپریم-سولفامتوکسازول خطرات حساسیت، هیپرکالمی، بدتر شدن عملکرد کلیه و سرکوب مغز استخوان را در بردارد، افرادی که دارای منع مصرف، عدم تحمل یا عوارض جانبی نسبت به آن هستند، باید متعاقباً با داروی جایگزین دیگری درمان شوند (۲۲). درمان‌های جایگزین، فلوروکینولون‌های با فعالیت باکتروسید هستند که به دلیل ویژگی‌های فعال بیوفیلم خاص و غلظت بالای آن‌ها در ریه‌ها، ۸۰ تا ۹۰ درصد میزان حساسیت دارند. این‌ها شامل لووفلوکسازین، موکسی فلوکسازین و عوامل جدیدتر کلینافلوکسازین و روفلوکسازین هستند (که هر دو حتی فعالیت بهتری نسبت به سایرین نشان

حساس بودند. در مطالعه‌ی حاضر نیز حساسیت بالایی به آنتی‌بیوتیک‌های لووفلوکسازین و مینوسیکلین مشاهده شد ولی میزان مقاومت نسبت به این دو آنتی‌بیوتیک در مطالعه بیشتر بود. این امر می‌تواند به دلیل پروتوکل‌های درمانی متفاوت در شهرهای تهران و قزوین باشد (۱۴).

در مطالعه‌ی محقق‌زاده و همکاران در سال ۲۰۲۰، تمام ایزوله‌های بالینی *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* در شهر شیراز جمع‌آوری و از نظر مقاومت آنتی‌بیوتیکی و تشکیل بیوفیلم بررسی گردیدند. از بین ۱۰۹ ایزوله‌ی مورد بررسی، ۹۲/۷٪ از نمونه‌های خون جمع‌آوری شده بودند و بیشترین میزان حساسیت مربوط به لووفلوکسازین و مینوسیکلین به ترتیب ۱۰۰٪ و ۹۶/۳٪ در حالی که بیشترین میزان مقاومت ۵۴/۱٪ مربوط به تریمتوپریم-سولفامتوکسازول بودند. از ۱۰۳ ایزوله که قادر به تشکیل بیوفیلم بودند، ۵۲/۳٪ تولیدکننده‌ی بیوفیلم قوی بودند (۱۶). در مطالعه‌ی پیش‌رو نیز بیشترین نمونه از کشت خون جداسازی شده بود، ولی میزان مقاومت به آنتی‌بیوتیک کوتریماکسازول در نمونه‌های شهر شیراز بیشتر از قزوین بود که می‌تواند به دلیل تجویز بیشتر این آنتی‌بیوتیک باشد. اما در مطالعه‌ای دیگر که توسط نیک‌پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ بر روی ۱۴ نمونه *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* جدا شده از بالین و تجهیزات پزشکی انجام گرفت، مشخص گردید که بیشترین مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک تریمتوپریم سولفامتوکسازول بوده است که این اختلاف می‌تواند به علت نمونه‌های متفاوت بالینی باشد و همچنین بیشترین میزان حساسیت به آنتی‌بیوتیک لووفلوکسازین با ۸۷/۵۷ درصد گزارش گردید اما نکته قابل توجه در مطالعه‌ی نیک‌پور این بود که ایزوله‌های *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* موجود در مطالعه ۷۱ درصد به آنتی‌بیوتیک ایمپنم حساس بودند؛ این در حالی است که ایزوله‌های *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا* موجود در مطالعه‌ی اخیر مقاومت ۱۰۰ درصدی به ایمپنم و مروپنم به علت مقاومت ذاتی نشان دادند (۱۷).

از ویژگی‌های *استنوتروفوموناس مالتوفیلیا*، توانایی بقا در شرایط محیطی متنوع به واسطه‌ی توانایی چسبندگی شدید و تشکیل بیوفیلم می‌باشد (۱۸). این باکتری نه تنها بر روی سطوح پلیاستایرنی زنده می‌ماند، که با آلودگی ابزار جراحی مانند کاترها سبب انتقال عفونت به بیماران می‌شود (۱۹). بیوفیلم از جمله فاکتورهایی است که می‌تواند در بیماری‌زایی، عود عفونت و مقاومت به مواد ضد میکروبی نقش داشته باشد (۲۰). مطالعات نشان داده که بیوفیلم‌های باکتریایی با ۶۵٪ از عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی مرتبط است و می‌تواند



تولید بیوفیلم در ایزوله‌های استنوتروفوموناس مالتوفیلیا، بررسی حضور این باکتری در بیماران دارای نقص ایمنی و بیماری‌های زمینه‌ای اهمیت بیشتری یافته و نیازمند اقدامات مؤثر برای کنترل عفونت می‌باشد تا از خطر عفونت با این باکتری جلوگیری شود.

دادند). برای درمان‌های خط دوم، مینوسیکلین و تیگه‌سیکلین اثربخشی خوبی در برابر بسیاری از ایزوله‌ها با میزان حساسیت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد حتی برای ایزوله‌های مقاوم به تریمتوپریم-سولفامتوکسازول گزارش شده است (۲۳).

نتیجه‌گیری

باتوجه به افزایش مقاومت به تریمتوپریم-سولفامتوکسازول در ایزوله‌های شهر قزوین نسبت به سال‌های گذشته و به موازات افزایش مقاومت به این آنتی‌بیوتیک در مطالعات مختلف و به دلیل آن که هنوز هم تریمتوپریم-سولفامتوکسازول، به‌عنوان خط اول درمان و داروی انتخابی برای عفونت‌های ناشی از استنوتروفوموناس مالتوفیلیا استفاده می‌گردد و باتوجه به توانایی بالای

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه با عنوان «ارزیابی اثر آنتی‌بیوتیک سولفومتوکسازول تریمتوپریم به‌عنوان داروی انتخابی در درمان استنوتروفوموناس مالتوفیلیا تولیدکننده‌ی بیوفیلم جدا شده از نمونه‌های بالینی شهر قزوین» در مقطع دکتری عمومی در رشته پزشکی با کد اخلاق IR.QUMS.REC.1401.256 بوده است.

References

- Gajdacs M & Urban E. A 10-year single-center experience on *Stenotrophomonas maltophilia* resistotyping in Szeged, Hungary. *European Journal of Microbiology and Immunology* 2020; 10(2): 91-7.
- Esposito A, Pompilio A, Bettua C, Crocetta V, Giacobazzi E, Fiscarelli E, et al. Evolution of *Stenotrophomonas maltophilia* in cystic fibrosis lung over chronic infection: A genomic and phenotypic population study. *Frontiers in Microbiology* 2017; 8(1590): 1-15.
- Lebeaux D, Leflon-Guibout V, Ghigo JM & Beloin C. In vitro activity of gentamicin, vancomycin or amikacin combined with EDTA or L-arginine as lock therapy against a wide spectrum of biofilm-forming clinical strains isolated from catheter-related infections. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 2015; 70(6): 1704-12.
- Saleh RO, Hussien BM, Mubarak SMH & Mostafavi SKS. High diversity of virulent and multidrug-resistant *Stenotrophomonas maltophilia* in Iraq. *Gene Reports* 2021; 23(1): 101124.
- Bostanghadiri N, Ghalavand Z, Fallah F, Yadegar A, Ardebili A, Tarashi S, et al. Haracterization of phenotypic and genotypic diversity of *Stenotrophomonas maltophilia* strains isolated from selected hospitals in Iran. *Frontiers in Microbiology* 2019; 10(1191): 1-12.
- Nemati AH, Solgi H, Vaziri F & Shahcheraghi F. Antimicrobial susceptibility of *Stenotrophomonas maltophilia* clinical isolates from blood samples in Iran. *Journal of Medical Microbiology and Infectious Diseases* 2015; 3(1-2): 35-7.
- Sun E, Liang G, Wang L, Wei W, Lei M, Song S, et al. Antimicrobial susceptibility of hospital acquired *Stenotrophomonas maltophilia* isolate biofilms. *Brazilian Journal of Infectious Diseases* 2016; 20(4): 365-73.
- Flores-Trevino S, Bocanegra-Ibarias P, Camacho-Ortiz A, Morfin-Otero R, Salazar-Sesatty HA & Garza-Gonzalez E. *Stenotrophomonas maltophilia* biofilm: Its role in infectious diseases. *Expert Review of Anti-Infective Therapy* 2019; 17(11): 877-93.
- Biagi M, Tan X, Wu T, Jurkovic M, Vialichka A, Meyer K, et al. Activity of potential alternative treatment agents for *Stenotrophomonas maltophilia* isolates on susceptible to levofloxacin and/or trimethoprim-sulfamethoxazole. *Journal of Clinical Microbiology* 2020; 58(2): 1-9.
- Deilamani MO, Nikkhahi F, Bakht M, Alizadeh SA, Fardsanei F, Javadi A, et al. Evaluation of ethanol and EDTA concentrations in the expression of biofilm-producing smf-1, rpfF genes in XDR clinical isolates of *Stenotrophomonas maltophilia*. *BMC Microbiology* 2023; 23(277): 1-12.

11. Lewis JS, Mathers AJ, Bobenchik AM, Lynn Bryson A, Campeau Sh, Cullen SK, et al. CLSI M100: Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, 35th ed. Available at: <https://clsi.org/shop/standards/m100/>. 2025.
12. Kazemzadeh-Anari R, Nikkhahi F, Javadi A, Bakht M, Rostamani M, Zeynali-Kelishomi F, et al. Evaluation of antibacterial activity of five biocides and the synergistic effect of biocide/EDTA combinations on biofilm-producing and non-producing *Stenotrophomonas maltophilia* strains isolated from clinical specimens in Iran. BMC Microbiology 2022; 22(257): 1-13.
13. Watanabe K, Zhu H & Willcox M. Susceptibility of *Stenotrophomonas maltophilia* clinical isolates to antibiotics and contact lens multipurpose disinfecting solutions. Investigative Ophthalmology and Visual Science 2014; 55(12): 8475-9.
14. Azimi A, Aslanimehr M, Yaseri M, Shadkam M & Douraghi M. Distribution of smf-1, rmlA, spgM and rpfF genes among *Stenotrophomonas maltophilia* isolates in relation to biofilm-forming capacity. Journal of Global Antimicrobial Resistance 2020; 23(1): 321-6.
15. Rostamani M, Bakht M, Rahimi S, Alizadeh SA, Kazemzadeh-Anari R, Khakpour M, et al. Phenotypic and genotypic determination of resistance to common disinfectants among strains of *Acinetobacter baumannii* producing and non-producing biofilm isolated from Iran. BMC Microbiology 2024; 24(323): 1-9.
16. Mohagheghzadeh N, Hashemizadeh Z, Khashei R, Kholdi S, Mohebi S & Motamedifar M. High occurrence of antibiotic resistance and biofilm-formation among *Stenotrophomonas maltophilia* isolated from a tertiary hospital in Southwest of Iran. Gene Reports 2020; 21(1): 100827.
17. Nikpour A, Shabani M, Kazemi A, Mohandesi M, Ershadpour R & Rezaei-Yazdi H. Identification and determination of antibiotic resistance pattern of *Stenotrophomonas maltophilia* isolated from medical devices and clinical samples in Jahrom, hospitals by phenotype and molecular methods. Pars Journal of Medical Sciences 2016; 14(2): 43-50[Article in Persian].
18. Zhuo C, Zhao QY & Xiao SN. The impact of spgM, rpfF, rmlA gene distribution on biofilm formation in *Stenotrophomonas maltophilia*. PloS One 2014; 9(10): 1-8.
19. Sharifi-Yazdi MK, Soltan-Dallal MM, Agha-Mirzaei HM, Sabbaghi A, Fallah-Mehrabadi J, Rastegar-Lari A, et al. Molecular detection of TEM broad spectrum β -lactamase in clinical isolates of *Escherichia coli*. African Journal of Biotechnology 2011; 10(46): 9454-8.
20. Chung HS, Hong SG, Kim YR, Shin KS, Whang DH, Ahn JY, et al. Antimicrobial susceptibility of *Stenotrophomonas maltophilia* isolates from Korea, and the activity of antimicrobial combinations against the isolates. Journal of Korean Medical Science 2013; 28(1): 62-6.
21. Iores-Trevino S, Gutierrez-Ferman JL, Morfin-Otero R, Rodriguez-Noriega E, Estrada-Rivadeneira D, Rivas-Morales C, et al. *Stenotrophomonas maltophilia* in Mexico: antimicrobial resistance, biofilm formation and clonal diversity. Journal of Medical Microbiology 2014; 63(11): 1524-30.
22. Hajihasani A, Douraghi M, Rahbar M, Mohammadzadeh M, Zeraati H, Ghoorchian S, et al. Isolation and identification of *Stenotrophomonas maltophilia* from the hospitals of Tehran city. Medical Laboratory Journal 2014; 8(2): 48-54[Article in Persian].
23. Flamm RK, Shortridge D, Castanheira M, Sader HS & Pfaller MA. In vitro activity of minocycline against U.S. isolates of *Acinetobacter baumannii*-*Acinetobacter calcoaceticus* species complex, *Stenotrophomonas maltophilia*, and *Burkholderia cepacia* complex: Results from the SENTRY antimicrobial surveillance program, 2014 to 2018. Antimicrobial Agents and Chemotherapy 2019; 63(11): e01154-19.