



Research Paper

Prevalence of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in Poultry Meat

Seyed Ali Mousavi-Firoozabadi, Ebrahim Rahimi\*

Department of Food Hygiene, ShK.C., Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

Received: 17/04/2024, Accepted: 06/01/2025

Abstract

Food contamination can occur directly through animals infected with bacteria or as a result of poor hygiene practices during production and distribution processes, as well as from food handlers. Poultry meat contamination with *Staphylococcus aureus*, particularly methicillin-resistant strains (MRSA), is considered a major concern in the field of food safety and public health. This study aimed to investigate the prevalence of methicillin-resistant strains, determine antibiotic resistance patterns, and perform molecular confirmation of the *mecA* gene in chicken, turkey, and duck meat samples. In this descriptive cross-sectional study, 150 poultry meat samples were randomly selected and tested. Bacterial isolation was performed using standard microbiological and biochemical methods, and antibiotic susceptibility was determined using the disk diffusion method. The *mecA* gene was identified using polymerase chain reaction (PCR). Out of 150 samples, 24 (16%) were contaminated with *S. aureus*, among which 13 (8.66%) were identified as MRSA strains. Chicken meat showed the highest contamination rate (20%), while duck meat had the lowest (12%). The highest levels of resistance in MRSA strains were observed against oxacillin (84.53%) and erythromycin, whereas the lowest resistance was reported against furazolidone and vancomycin. The findings of this study suggest that poultry meat, especially chicken, could serve as a potential source of MRSA transmission to humans. Accurate molecular detection and strict monitoring of antibiotic usage in the livestock and poultry industry are crucial steps toward controlling antimicrobial resistance and improving food safety.

**Keywords:** *Staphylococcus aureus*, methicillin, antibiotic, poultry meat

**Citation:** Mousavi-Firoozabadi SA, Rahimi E, Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in poultry meat. *Quality and Durability of Agricultural Products and Food Staffs*, 2025; 4(4):1-11.



© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Kerman, Iran

**DOI:** <https://doi.org/10.71516/qafj.2025.915901>

\*Corresponding author: Ebrahim Rahimi, Email: [ebrahimrahimi55@yahoo.com](mailto:ebrahimrahimi55@yahoo.com)

## Extended Abstract

### Introduction

The emergence of antibiotic-resistant bacteria in food products has become a critical global public health concern, with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) being one of the most notorious pathogens. MRSA is responsible for a wide range of infections in both humans and animals and is known for its ability to resist many commonly used antibiotics. Poultry meat, due to its high consumption and susceptibility to contamination during slaughtering and handling processes, has been identified as a significant reservoir for MRSA strains. The widespread use of antibiotics in animal husbandry, both for therapeutic and growth-promoting purposes, contributes to the development and dissemination of resistant bacteria. Consequently, contaminated meat can serve as a vehicle for the transmission of resistant strains to humans, posing serious therapeutic challenges and increasing the burden on healthcare systems. This study was conducted to investigate the prevalence of MRSA in poultry meat (chicken, turkey, and duck), determine the antibiotic resistance patterns of isolated strains, and confirm the presence of the *mecA* gene responsible for methicillin resistance using molecular techniques.

### Methods

This descriptive cross-sectional study was performed on a total of 150 raw poultry meat samples (50 samples each from chicken, turkey, and duck) collected randomly from traditional markets in the Yazd region of Iran. All samples were transported under sterile and cold-chain conditions to the Food Hygiene Laboratory at Islamic Azad University, Shahrekord branch. Isolation and identification of *S. aureus* were carried out based on national standards using cultural, morphological,

and biochemical tests, including catalase, oxidase, urease, phosphatase, coagulase, DNase, and mannitol fermentation. Antibiotic susceptibility of the isolates was determined using the disk diffusion method, according to the guidelines set by the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). The antibiotics tested included oxacillin, gentamicin, ciprofloxacin, furazolidone, tetracycline, azithromycin, erythromycin, clindamycin, and vancomycin. The *mecA* gene was detected through polymerase chain reaction (PCR), using DNA extracted from the bacterial colonies.

### Results and Discussion

Out of the 150 poultry meat samples, 24 (16%) were contaminated with *S. aureus*. Among these, 13 (8.66%) were identified as MRSA strains based on phenotypic resistance to oxacillin and the presence of the *mecA* gene. Chicken meat showed the highest contamination rate with *S. aureus* (20%), followed by turkey (16%) and duck (12%). Similarly, chicken meat had the highest MRSA occurrence (14%), while turkey and duck each had 6% MRSA contamination. Antibiogram results indicated variable resistance patterns among the MRSA isolates. In chicken meat, the highest resistance was observed against oxacillin (84.53%), erythromycin (76.30%), and tetracycline (69.23%), while the lowest resistance was found for vancomycin (15.38%) and furazolidone. In turkey meat, MRSA strains showed the highest resistance to erythromycin (38.46%) and tetracycline (46.15%), and the least resistance to furazolidone and vancomycin (7.69%). Duck-derived isolates displayed high resistance to tetracycline (30.78%) and erythromycin (23.07%), with no observed resistance to gentamicin and vancomycin. All MRSA isolates tested positive for the *mecA* gene via PCR, with gel electrophoresis confirming the expected ~500 bp product size. Statistical analysis using SPSS software (Chi-square and Fisher's exact

tests) revealed a significant difference in the contamination rates among different poultry types ( $p < 0.05$ ). Notably, traditional and poorly regulated methods of meat handling and retail may have contributed to the higher contamination rates, especially in chicken. The findings of this study highlight the presence of MRSA in raw poultry meat, posing a potential risk for the transmission of antibiotic-resistant bacteria to humans. This is particularly concerning considering the ability of MRSA to produce heat-stable enterotoxins, which can cause foodborne illness even after cooking if improper food handling occurs. Comparison with national and international studies reveals a similar trend of MRSA prevalence in poultry meat, with contamination rates varying widely depending on geographic region, animal species, and hygienic practices during processing. Reports from Iran and other countries have documented high rates of resistance to erythromycin and beta-lactam antibiotics in MRSA isolates, supporting the findings of this study. The widespread use of antibiotics such as erythromycin and Spiramycin as growth promoters in animal feed may be contributing to the development of resistance. Previous studies in Iran also indicate persistent contamination and the transmission potential of MRSA from farm to consumer, emphasizing the need for surveillance and regulation. Molecular detection methods such as PCR offer higher sensitivity and specificity for identifying resistance genes like *mecA* compared to traditional methods, making them essential tools for food safety monitoring. The observed high prevalence of MRSA, along with its multidrug resistance profile, underscores the need for improved biosecurity, stricter antibiotic usage policies, and public education on food hygiene practices.

### Conclusion

This study demonstrates that a notable proportion of poultry meat sold in local

Iranian markets is contaminated with *S. aureus*, including MRSA strains carrying the *mecA* gene. Chicken meat showed the highest contamination levels, and MRSA strains exhibited significant resistance to commonly used antibiotics, particularly oxacillin and erythromycin. The presence of MRSA in the food chain highlights the urgent need for routine screening programs, responsible antibiotic stewardship in veterinary practices, and enforcement of hygienic handling regulations in poultry production and distribution. PCR-based detection of resistance genes should be incorporated into standard food safety protocols to facilitate early detection and intervention.

**Keywords:** *Staphylococcus aureus*, methicillin, antibiotic, poultry meat

**Funding:** There was no external funding in this study.

**Authors' contribution:** All authors contributed equally to the writing and preparation of this manuscript.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.



## مقاله پژوهشی

### فراوانی استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی سیلین در گوشت پرندگان

سیدعلی موسوی فیروزآبادی، ابراهیم رحیمی\*

گروه بهداشت مواد غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۹، پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷

## چکیده

آلودگی مواد غذایی می‌تواند به‌صورت مستقیم از طریق حیوانات آلوده به این باکتری و یا در نتیجه عدم رعایت بهداشت در مراحل تولید و توزیع و یا از طریق افراد شاغل در بخش مواد غذایی ایجاد شود. آلودگی گوشت طیور به باکتری استافیلوکوکوس اورئوس به‌ویژه سویه‌های مقاوم به متی سیلین، یکی از نگرانی‌های عمده در حوزه ایمنی غذایی و بهداشت عمومی محسوب می‌شود. این مطالعه با هدف بررسی شیوع سویه‌های مقاوم به متی سیلین، الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی، و تأیید مولکولی ژن *mecA* در نمونه‌های گوشت مرغ، بوقلمون و اردک انجام شد. در یک مطالعه توصیفی-مقطعی، تعداد ۱۵۰ نمونه گوشت طیور به‌صورت تصادفی انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفت. جداسازی باکتری بر اساس روش‌های میکروبی و بیوشیمیایی استاندارد و تعیین مقاومت آنتی‌بیوتیکی با روش انتشار دیسک انجام شد. برای شناسایی ژن *mecA* از تکنیک واکنش زنجیره‌ای استفاده گردید. از مجموع ۱۵۰ نمونه، ۲۴ مورد (۱۶٪) به استافیلوکوکوس اورئوس آلوده بودند که در میان آن‌ها ۱۳ نمونه (۸/۶۶٪) به‌عنوان سویه‌های مقاوم به متی سیلین شناسایی شدند. گوشت مرغ با ۲۰٪، بیشترین و گوشت اردک با ۱۲٪، کمترین میزان آلودگی را داشتند. بالاترین میزان مقاومت در سویه‌های مقاوم به متی سیلین نسبت به اگزاسیلین (۸۴/۵۳٪) و اریترومایسین مشاهده شد، در حالی که کمترین مقاومت در برابر فورازایدون و ونکومایسین گزارش گردید. یافته‌های این مطالعه نشان داد که گوشت طیور، به‌ویژه گوشت مرغ، می‌تواند به‌عنوان منبع بالقوه انتقال سویه‌های مقاوم به متی سیلین به انسان مطرح باشد. شناسایی مولکولی دقیق و نظارت بر مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت دام و طیور، گامی مؤثر در کنترل مقاومت میکروبی و ارتقای ایمنی مواد غذایی محسوب می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** استافیلوکوکوس اورئوس، متی سیلین، آنتی‌بیوتیک، گوشت پرندگان

**استناد:** موسوی فیروزآبادی، سیدعلی؛ ابراهیم رحیمی، فراوانی استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی سیلین در گوشت

پرندگان، کیفیت و ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، (۱۴۰۴)، دوره ۴، شماره ۴، صفحات ۱-۱۱.

DOI: <https://doi.org/10.71516/qafj.2025.915901>

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، ایران

© نویسندگان



## مقدمه

همزمان با پیشرفت‌های نوین در عرصه کشتار بهداشتی و تکنیک‌های جدید تهیه محصول، سلامت و ایمنی مواد غذایی به‌طور فزاینده‌ای در بهداشت عمومی اهمیت می‌یابد. رشد میکروارگانیسم‌ها مهم‌ترین علت فساد مواد غذایی است و به همین علت یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های صنعت غذا کنترل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد می‌باشد فساد مواد غذایی در سراسر جهان از جدی‌ترین و پرهزینه‌ترین نگرانی‌ها برای سلامت عمومی می‌باشد (۱). در میان محصولات غذایی، گوشت یکی از حساس‌ترین مواد غذایی فسادپذیر به شمار می‌آید زیرا محیطی بسیار مساعد جهت فعالیت میکروب‌ها، مخمرها و کپک‌ها است (۲). *استافیلوکوکوس اورئوس* یکی از عوامل پیش‌رو در ایجاد عفونت‌های باکتریایی در کشورهای در حال توسعه بوده و مسئول ایجاد طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها در انسان و حیوان، از یک عفونت کوچک پوستی تا ذات‌الریه کشنده است (۳).

*استافیلوکوکوس اورئوس* سابقاً معیار برای تعیین وضعیت میکروبی گوشت و محصولات طیور در جریان سلامت بهداشتی و خصوصیات محصولات انبار شده بوده و همچنین این باکتری در بین عوامل بیماری‌زای مهم، به دلیل افزایش روزافزون مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (۴). *استافیلوکوکوس اورئوس* به‌عنوان دومین و یا گاهی سومین علت مهم بیماری‌های منتقله از راه غذا محسوب می‌شود، این باکتری نقش برجسته‌ای در ایجاد شایع‌ترین نوع مسمومیت‌های غذایی را دارد که در اثر مصرف انترتوکسین تولید شده در مواد غذایی به وجود می‌آید (۵). بیشترین عامل مسمومیت غذایی، مصرف گوشت و گوشت طیور می‌باشد که سالانه با صرف هزینه‌های بالا خسارات اقتصادی قابل‌ملاحظه‌ای ایجاد می‌کند و میلیون‌ها نفر از جمعیت جهان به آن مبتلا و بخشی نیز دچار مرگ و یا بستری در بیمارستان‌ها هستند (۶). در سال‌های اخیر، ظهور و گسترش باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین ( $MRSA^1$ ) در زنجیره مواد غذایی، به‌ویژه در گوشت طیور، نگرانی‌های جدی در حوزه بهداشت عمومی

ایجاد کرده است. گوشت مرغ به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین منابع پروتئینی در بسیاری از کشورها، می‌تواند نقش مهمی در انتقال این پاتوژن مقاوم به انسان ایفا کند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که سویه‌های  $MRSA$  با منشأ حیوانی، در محصولات طیوری از جمله گوشت خام مرغ شناسایی شده‌اند و از نظر ویژگی‌های مقاومت آنتی‌بیوتیکی شباهت زیادی با سویه‌های انسانی دارند (۷، ۸). بررسی‌های میکروبیولوژیک در کشورهای مختلف، از جمله چین، ایران، و کشورهای اروپایی، وجود  $MRSA$  در بازارهای خرده‌فروشی گوشت مرغ را تأیید کرده‌اند (۹). انتقال این سویه‌ها به مصرف‌کنندگان می‌تواند از طریق تماس مستقیم با گوشت خام یا مصرف محصولات نیم‌پز صورت گیرد و در افراد آسیب‌پذیر منجر به عفونت‌های شدید شود. بر این اساس، شناسایی و پایش مستمر سویه‌های  $MRSA$  در محصولات طیوری، به‌ویژه گوشت مرغ، به‌عنوان بخشی از برنامه‌های نظارت بر ایمنی غذایی و کنترل مقاومت میکروبی، از اهمیت بالایی برخوردار است (۱۰، ۱۱). بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی شیوع، الگوهای مقاومت آنتی‌بیوتیکی (ویژگی‌های فنوتیپی) و تحلیل ژن‌های مرتبط با مقاومت (ویژگی‌های ژنوتیپی) سویه‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین در نمونه‌های گوشت طیور انجام شد، تا از طریق شناسایی دقیق این سویه‌ها، نقش بالقوه آن‌ها در انتقال مقاومت میکروبی از زنجیره غذایی به انسان مورد ارزیابی قرار گیرد.

## روش کار

این مطالعه به‌صورت توصیفی مقطعی بود و جامعه آماری آن طیور بومی (مرغ، بوقلمون و اردک) اطراف شهرستان یزد بود که به‌طور تصادفی نمونه‌گیری شد. در این مطالعه تعداد ۱۵۰ نمونه گوشت طیور (تعداد ۵۰ عدد مرغ، ۵۰ عدد بوقلمون و ۵۰ عدد اردک) نمونه‌گیری و در شرایط استریل با رعایت زنجیره سرد جهت جلوگیری از آلودگی ثانویه، به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، منتقل شد.

<sup>1</sup> Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*

## جداسازی و شناسایی استافیلوکوکوس اورئوس

برای جداسازی و شناسایی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس از نمونه‌های گوشت، مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۹۴، ابتدا ۱۰ گرم از نمونه در ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتون بافر همگن شده و رقت‌های ده‌دهی تهیه شد. سپس از رقت‌های مناسب، به‌صورت سطحی بر روی محیط کشت انتخابی بردپارکر کشت داده شد و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت انکوبه گردید. پس از دوره انکوباسیون، کلونی‌های مشکوک که به‌صورت سیاه با هاله روشن ظاهر شدند، انتخاب و برای تأیید نهایی به محیط‌های اختصاصی نظیر مانیتول سالت آگار منتقل شدند. همچنین آزمون‌های بیوشیمیایی شامل کاتالاز، کوآگولاز و فسفاتاز به‌منظور شناسایی قطعی انجام گرفت (۱۲).

## تعیین حساسیت آنتی‌بیوتیکی

حساسیت آنتی‌بیوتیکی جدایه‌های باکتری استافیلوکوکوس/اورئوس با روش انتشار دیسک و الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری به‌وسیله روش ارائه شده توسط انیستیتو استاندارد آزمایشگاهی و بالینی، مورد بررسی قرار گرفت. آنتی‌بیوتیک‌های اگزاسیلین، جنتامایسین، سیپروفلوکساسین، فورازولیدن، تتراسایکلین که جزء پرمصرف‌ترین آنتی‌بیوتیک‌های مصرفی در ایران هستند، مورد بررسی قرار گرفت. به این ترتیب که ابتدا از کشت تازه باکتری در محیط کشت مولر هینتون براث که کدورتی معادل نیم مک‌فارلند سلول باکتری در میلی‌لیتر داشت با استفاده از سوآپ استریل برداشته شد و بر روی سطح محیط کشت به‌صورت سطحی کشت داده شد و سپس در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه گذاری گردید و بعد از ۲۴ ساعت کلنی‌های رشد کرده به‌صورت حساس، مقاوم و نیمه‌حساس گزارش شد (۱۳).

## شناسایی مولکولی

برای شناسایی مولکولی استافیلوکوکوس/اورئوس، ابتدا استخراج DNA ژنومی از کلونی‌های خالص باکتری به‌کمک کیت استخراج DNA باکتری شرکت سینارژن و طبق دستورالعمل سازنده انجام شد. در این مرحله، پس از

سانتریفیوژ و شست‌وشوی سلولی، لیز سلولی با استفاده از بافر لیز و پروتئیناز K صورت گرفت و سپس DNA با استفاده از بافرهای اتصال و شست‌وشو روی ستون سیلیکا تثبیت و خالص‌سازی شد. در نهایت، DNA با بافر رها سازی استخراج و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. مقدار و خلوص DNA با استفاده از اسپکتروفتومتر نانودراپ در طول موج ۲۸۰/۲۶۰ نانومتر ارزیابی شد. سپس واکنش زنجیره‌ای پلیمرز برای تشخیص ژن *mecA* با استفاده از پرایمرهای اختصاصی انجام گرفت. واکنش در حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر شامل مسترمیکس، پرایمرهای رفت و برگشت، DNA الگو و آب بدون نوکلئاز انجام شد. چرخه‌های دمایی شامل واسرشت اولیه، دناتوراسیون، اتصال پرایمر، و امتداد نهایی در دستگاه ترمال سایکلر انجام شد. قابل ذکر است که از آب مقطر به‌عنوان کنترل منفی و از سویه بالینی MRSA که در قبل حضور ژن *mecA* با روش تعیین توالی نوکلئوتیدی تأیید شده بود و به‌عنوان نمونه کنترل مثبت استفاده شد. محصولات پی‌سی‌آر با استفاده از الکتروفورز ژل آگارز ۲٪ در ولتاژ مناسب تفکیک و با رنگ‌آمیزی DNA در نور ماوراءبنفش مشاهده و تصویربرداری شدند. حضور باند مربوطه در اندازه مورد انتظار، تأییدی بر وجود سویه استافیلوکوکوس/اورئوس تلقی شد.

## بررسی آماری

داده‌های به‌دست‌آمده از آزمون‌ها در نرم‌افزار مربوطه ثبت و سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰۲۱ مورد تحلیل قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با بهره‌گیری از آزمون کای‌دو<sup>۱</sup> و آزمون دقیق فیشر<sup>۲</sup> انجام شد.

## نتایج

در این مطالعه میزان آلودگی به استافیلوکوکوس/اورئوس در نمونه‌های گوشت طیور شامل مرغ، بوقلمون و اردک بررسی شد که در جدول (۱)، نشان داده شده است. برای ارزیابی میزان آلودگی نمونه‌های گوشت طیور در مجموع ۱۵۰ نمونه شامل ۵۰ نمونه گوشت مرغ،

<sup>1</sup> Chi-square

<sup>2</sup> Fisher's exact test

۵۰ نمونه گوشت بوقلمون و ۵۰ نمونه گوشت اردک مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ۲۴ نمونه (معادل ۱۶٪ کل نمونه‌ها) به *استافیلوکوکوس اورئوس* آلوده بودند. بیشترین میزان آلودگی در گوشت مرغ با ۱۰ نمونه مثبت (۲۰٪)، سپس بوقلمون با ۸ نمونه (۱۶٪) و در نهایت اردک با ۶ نمونه (۱۲٪) مشاهده شد. همچنین از میان نمونه‌های مثبت، ۱۳ مورد (۶۶/۸٪) به‌عنوان سویه‌های مقاوم به متی‌سیلین (MRSA) شناسایی شدند؛ که در بین آن‌ها، ۷ مورد مربوط به

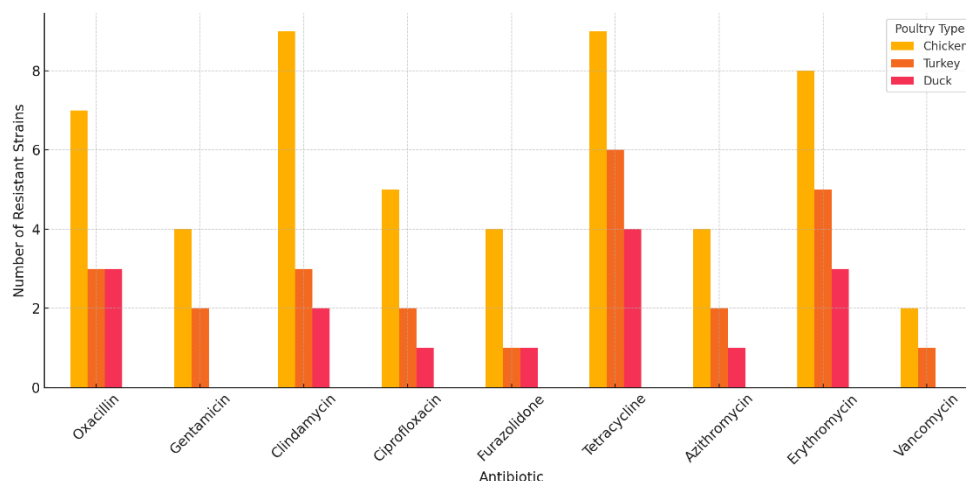
گوشت مرغ (۱۴٪)، ۳ مورد بوقلمون (۶٪) و ۳ مورد اردک (۶٪) بودند. این نتایج بیانگر شیوع قابل توجه *استافیلوکوکوس اورئوس* و به‌ویژه سویه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در گوشت طیور مصرفی هستند. قابل ذکر است که بین میزان آلودگی به *استافیلوکوکوس اورئوس* در نمونه‌های مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت که این اختلاف در سطح مورد بررسی معنی‌دار شد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۱- میزان آلودگی نمونه گوشت طیور به باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس*

| تعداد نمونه               | مرغ      | بوقلمون | اردک    | جمع         |
|---------------------------|----------|---------|---------|-------------|
| ۵۰                        | ۵۰       | ۵۰      | ۵۰      | ۱۵۰         |
| <i>استافیلوکوکوس</i> مثبت | ۱۰ (۲۰٪) | ۸ (۱۶٪) | ۶ (۱۲٪) | ۲۴ (۱۶٪)    |
| MRSA                      | ۷ (۱۴٪)  | ۳ (۶٪)  | ۳ (۶٪)  | ۱۳ (۸٪/۶۶٪) |

بر اساس نتایج آنتی‌بیوگرام جهت تعیین الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی، ۲۴ سویه *استافیلوکوکوس اورئوس* مثبت و ۱۳ سویه *استافیلوکوکوس اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین که بر روی محیط اختصاصی واجد آگزاسیلین کلنی‌های سیاه‌رنگ و هاله داشتند، مورد شناسایی و تأیید قرار گرفتند. همچنین، از مجموع ۹۲ نمونه گوشت جمع آوری شده از فروشگاه موردنظر، مشخص گردید که مقاومت در مرغ با میانگین  $5/2 \pm 77/53$  به ترتیب به آنتی‌بیوتیک‌های مورد مصرف آگزاسیلین (۵۳/۸۴٪)، جنتامایسین، فورازایدون و آزیترومایسین (۳۰/۷۶٪)، کلیندامایسین و تتراسایکلین (۶۹/۲۳٪)، سیپروفلوکساسین (۳۶/۴۸٪) و وانکومایسین (۱۵/۳۸٪) می‌باشد. سویه‌های MRSA به آگزاسیلین به ترتیب بیشترین و وانکومایسین کمترین میزان مقاومت را نشان دادند. مقاومت در بوقلمون با میانگین  $2/0 \pm 77/71$  به ترتیب به آنتی‌بیوتیک‌های مورد مصرف آگزاسیلین، کلیندامایسین (۲۳/۰۷٪)، جنتامایسین، سیپروفلوکساسین و آزیترومایسین

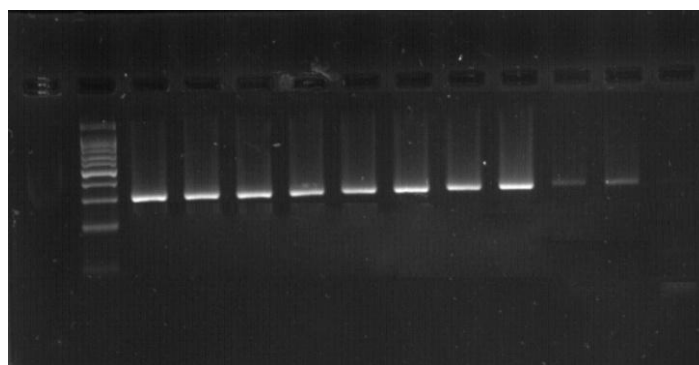
(۱۵/۳۸٪)، فورازولیدون و وانکومایسین (۷/۶۹٪)، تتراسایکلین (۴۶/۱۵٪)، اریترومایسین (۳۸/۴۶٪) نشان داده شد. همچنین سویه‌های MRSA به اریترومایسین بیشترین و به فورازولیدون و وانکومایسین کمترین میزان مقاومت را نشان دادند. مقاومت در اردک با میانگین  $1/0 \pm 66/41$  به ترتیب به آنتی‌بیوتیک‌های مورد مصرف آگزاسیلین و اریترومایسین (۲۳/۰۷٪)، کلیندامایسین (۱۵/۳۸٪)، سیپروفلوکساسین، فورازولیدون و آزیترومایسین (۷/۶۹٪) و تتراسایکلین (۳۰/۷۸٪) مشاهده شد. سویه‌های MRSA در برابر آنتی‌بیوتیک‌های جنتامایسین و ونکومایسین مقاومتی نداشتند و به تتراسایکلین بیشترین و به کلیندامایسین کمترین میزان مقاومت را نشان دادند (شکل ۱). قابل ذکر است که در گوشت طیور مورد بررسی در این مطالعه، سویه‌های بالاترین مقاومت را به آگزاسیلین داشتند و کمترین میزان مقاومت در نمونه گوشت‌های مورد بررسی، مربوط به آنتی‌بیوتیک فورازولیدون بود.



شکل ۱- میزان مقاومت آنتی‌بیوتیکی سویه‌های MRSA در نمونه گوشت‌های مختلف

مثبت بودند. شکل (۲)، نتیجه‌ی محصول پی‌سی‌ار ژن *mecA* پس از انجام الکتروفورز را نشان می‌دهد. از ۲۴ نمونه مورد بررسی استافیلوکوکوس مثبت، ۱۰ درصد مرغ، ۸ درصد بوقلمون و ۶ درصد اردک بودند، با میانگین  $8 \pm 2$  محاسبه و جداسازی گردید.

نتایج حاصل از آزمون تعیین مقاومت آنتی‌بیوتیکی به روش انتشار از دیسک نشان داد که در گوشت مرغ ۵۲٪، در گوشت بوقلمون ۲۵٪ و در گوشت اردک ۱۵٪ سویه‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک مقاوم بودن که به‌عنوان MRSA نظر گرفته شدند. همه‌ی سویه‌ها از نظر وجود ژن *mecA*،



شکل ۲- الکتروفورز محصول پی‌سی‌ار ژن *mecA*

و عدم پخت کافی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. یافته‌های این مطالعه نشان دادند که استفاده از روش‌های دقیق و حساس همانند پی‌سی‌ار شناسایی سویه MRSA به‌عنوان روش روتین می‌تواند در تشخیص صحیح آن‌ها از MSSA کمک شایانی کرده و در اتخاذ آنتی‌بیوتیک‌های مؤثر مفید باشد. در غیر این‌صورت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های غیرضروری در درمان سویه حساس MSSA باعث افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی خواهد شد. لذا کاهش حساسیت این سویه‌ها به آنتی‌بیوتیک‌های مورد بررسی از جمله اگزاسیلین، جنتاماسین، کلیندا مایسن، سیپروفلوکساسین و... استفاده تک یا همزمان از این

## بحث

مواد خام اولیه مانند گوشت مرغ، اگر به باکتری استافیلوکوکوس اورئوس آلوده باشند، می‌توانند به‌عنوان منبع اولیه ورود این پاتوژن به زنجیره غذایی عمل کنند. از آنجایی که استافیلوکوکوس اورئوس قادر به تولید سموم انتروتوکسیک مقاوم به حرارت می‌باشد، اگر فرآیند تهیه و نگهداری غذا به‌درستی انجام نشود، به‌ویژه در شرایطی که تماس مکرر با دست و عدم رعایت بهداشت وجود دارد، خطر بروز مسمومیت غذایی استافیلوکوکی به‌شدت افزایش می‌یابد (۱۴). این موضوع به‌ویژه در غذاهایی با فرایند آماده‌سازی طولانی، دمای نامناسب نگهداری،

آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان عفونت‌های ناشی از این سویه‌ها و سایر عفونت‌های ایجاد شده باشد (۱۵). نتایجی که پیش‌تر در مورد سویه‌های بالینی، دامی و محیطی در ایران گزارش شده بود، بیانگر درصد بالای مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف از جمله اریترومايسين است که نشان‌دهنده مصرف بالای این آنتی‌بیوتیک‌ها در انسان و دام جهت درمان عفونت‌های ناشی از *استافیلوکوکوس اورئوس* است. به‌عنوان مثال، اریترومايسين و اسپیرامایسین به‌عنوان محرک رشد در غذای دام و طیور در ایران و بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۶-۱۸). تحلیل الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی در میان نمونه‌های گوشت طیور جمع‌آوری شده، بیانگر شیوع قابل توجه مقاومت به چندین آنتی‌بیوتیک رایج در درمان عفونت‌های باکتریایی است. بیشترین میانگین مقاومت در نمونه‌های گوشت مرغ مشاهده شد ( $2/53 \pm 5/77$ )، به‌ویژه در برابر اگزاسیلین که بیانگر گسترش نگران‌کننده سویه‌های MRSA در این گروه است. همچنین مقاومت قابل توجهی نسبت به جنتامایسین، فورازولیدون و آزیترومایسین، کلیندامایسین و تتراسایکلین سیپروفلوکساسین و حتی وانکومايسين مشاهده شد که اهمیت توجه به مصرف کنترل‌شده این داروها را نشان می‌دهد. در نمونه‌های گوشت بوقلمون، میانگین مقاومت پایین‌تر ( $0/71 \pm 2/77$ ) گزارش شد و سویه‌های MRSA بیشترین مقاومت را نسبت به اریترومايسين نشان دادند، درحالی‌که نسبت به فورازولیدون و وانکومايسين کمترین مقاومت را داشتند. در گوشت اردک نیز میانگین مقاومت پایین‌تر از سایرین بود ( $0/41 \pm 1/66$ ) و بیشترین مقاومت به تتراسایکلین و کمترین به کلیندامایسین مربوط بود. نکته قابل توجه این‌که سویه‌های MRSA موجود در نمونه‌های اردک هیچ‌گونه مقاومتی نسبت به جنتامایسین و وانکومايسين نشان ندادند. درمجموع، نتایج این مطالعه بیانگر آن است که *استافیلوکوکوس اورئوس* مقاوم به متی‌سیلین، به‌ویژه در گوشت مرغ، می‌تواند تهدیدی بالقوه برای سلامت عمومی محسوب گردد، و اگزاسیلین به‌عنوان شاخص اصلی مقاومت در تمام گونه‌ها مطرح بوده، درحالی‌که فورازولیدون پایین‌ترین سطح مقاومت را در تمام نمونه‌ها نشان داد. این یافته‌ها ضرورت پایش مستمر، کنترل مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت دام و طیور، و نظارت بهداشتی دقیق‌تر را برجسته می‌سازند.

نتایجی که پیش‌تر در مورد سویه‌های بالینی، دامی و محیطی در ایران گزارش شده بود درصد بالای مقاومت نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف از جمله اریترومايسين است که نشان‌دهنده مصرف بالای این آنتی‌بیوتیک‌ها در انسان و دام جهت درمان عفونت‌های ناشی از *استافیلوکوکوس اورئوس* است. به‌عنوان مثال، اریترومايسين و اسپیرامایسین به میزان بالایی به‌عنوان محرک رشد در غذای دام و طیور در ایران و بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مطالعه دیگری، از ۱۷۰ نمونه شامل گوشت و احشاء خوراکی طیور، ۹۳ نمونه ( $54/7\%$ ) باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* را داشتند. از این میان، ۳۵ نمونه ( $20/6\%$  از کل، و حدود  $37/6\%$  از ایزوله‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* به‌عنوان MRSA شناسایی شدند. شیوع ژن‌های انتروتوکسین نشان داد که در بین ایزوله‌های MRSA، توزیع ژن‌های انتروتوکسین بسیار قابل توجه بوده و این میزان بالا نشان‌دهنده خطر بالقوه برای تولید توکسین‌های حرارت پایدار *استافیلوکوکوس اورئوس* است که ریسک مسمومیت غذایی را افزایش می‌دهد. همچنین مقاومت بالا در برابر پنی‌سیلین ( $94/2\%$ ) و اریترومايسين ( $85/7\%$ ) مشاهده شد؛ در مقابل، کمترین مقاومت در برابر ایمپنم ( $3\%$ ) گزارش شد. این الگو نشان می‌دهد که MRSA‌های موجود علاوه بر مقاومت در برابر بتالاکتام‌ها، نسبت به ماکرولیدها نیز مقاومت قابل توجهی دارند (۱۷). در مطالعه مشابه دیگری، از مجموع ۵۵ ایزوله MRSA جمع‌آوری‌شده از مرغداری‌ها در سه مزرعه طی ۹۰ روز، مشخص شد که این سویه‌ها پایدار بوده و انتقال بین مزارع وجود دارد. از نظر الگوهای مقاومت دارویی، همه ایزوله‌ها ( $100\%$ ) به پنی‌سیلین مقاوم بودند و مقاومت  $58\%$  به اریترومايسين و  $55\%$  به سیپروفلوکساسین مشاهده شد. در مقابل، همگی حساس به وانکومايسين، لینزولید، نیتروفورانتوئین، مینوسیکلین و فیوزیدیک‌اسید بودند. یافته‌های این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۹). بر اساس متآنالیز Ribeiro و همکاران (۲۰۱۸)، که نتایج بیش از ۵۱ مطالعه از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ را بررسی کرده‌اند، شیوع تجمع MRSA در طیور و گوشت مرغ به‌طور قابل توجهی متفاوت گزارش شده است، به‌طوری‌که فراوانی MRSA در بوقلمون  $36\%$  (با بازه ۱-۷۸٪)، در بوقلمون گوشت  $13\%$ ، در مرغ‌های گوشتی  $5\%$  و در گوشت مرغ

### نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که میزان قابل توجهی از گوشت طیور مورد بررسی به استافیلوکوکوس/اورئوس و سویه‌های مقاوم به متی‌سیلین آلوده بودند. همچنین، وجود ژن‌های کدکننده توکسین در این سویه‌ها و مقاومت گسترده آنتی‌بیوتیکی، بر اهمیت موضوع از دیدگاه بهداشت عمومی تأکید دارد. بر این اساس، استفاده از روش‌های دقیق مولکولی مانند پی‌سی‌آر در شناسایی این باکتری‌ها، به همراه پایش مستمر آلودگی در فرآورده‌های خام دامی، گامی اساسی در مدیریت ایمنی غذایی و کنترل مقاومت دارویی خواهد بود. نتایج این پژوهش می‌تواند به عنوان هشدار عملی برای مسئولان بهداشتی، صنایع غذایی و دامپزشکی در جهت تقویت نظارت‌های بهداشتی و محدودسازی مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در زنجیره تولید مواد پروتئینی عمل کند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان از همه کسانی که در انجام این حوزه تحقیق، کمک نموده‌اند به ویژه آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، سپاسگزاری می‌نمایند.

### تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

خام نیز ۵٪ بوده است. این مطالعه نشان داد که فراوانی کلی آلودگی به MRSA در انواع ماهیچه‌های گوشتی حدود ۳/۷۲٪ است، با بالاترین فراوانی در مرغ خام (۴/۴۶) و در منطقه جنوب شرق آسیا و مدیترانه شرقی که به ترتیب ۷/۱۶٪ و ۱۳/۹٪ گزارش شده‌اند. همچنین روند زمانی نشان‌دهنده افزایش قابل توجه شیوع MRSA از ۲/۷۲٪ در سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۱۴ به ۳۳/۸٪ در دوره ۲۰۱۵-۲۰۲۴ است. این نتایج خطر مستقیمی از انتقال MRSA از مرغداری به زنجیره غذایی و به تبع آن تهدیدات سلامت عمومی را برجسته می‌سازد و لزوم نظارت بیشتر و اجرای سیاست‌های دقیق کنترل در صنعت طیور را تأکید می‌کند (۲۰). با توجه به نتایج این مطالعه و مقایسه با یافته‌های پیشین، می‌توان نتیجه گرفت که گوشت طیور به ویژه گوشت مرغ می‌تواند به عنوان یکی از منابع بالقوه انتقال MRSA به مصرف‌کنندگان انسانی مطرح باشد. شیوع بالای ژن‌های انتروتوکسین در ایزوله‌های MRSA و مقاومت گسترده نسبت به چندین آنتی‌بیوتیک رایج، تهدیدی جدی برای سلامت عمومی محسوب می‌شود. این موضوع به ویژه در شرایطی که از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد در صنعت دام و طیور استفاده می‌شود، نگران‌کننده‌تر خواهد بود. بر این اساس، نیاز به تدوین و اجرای راهبردهای کنترلی سخت‌گیرانه‌تر، آموزش در زنجیره تولید و نظارت دقیق‌تر بر مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت مرغداری کشور به شدت احساس می‌شود.

## References

1. Hernández-Cortez C, Palma-Martínez I, Gonzalez-Avila LU, Guerrero-Mandujano A, Solís RC, Castro-Escarpulli G. Food poisoning caused by bacteria (food toxins). Poisoning: From specific toxic agents to novel rapid and simplified techniques for analysis. 2017;33.
2. Sobhy A, Shaltout F. Detection of some food poisoning bacteria in some semi cooked chicken meat products marketed at Kaliobyia governorate. Benha Veterinary Medical Journal. 2020;38(2):93-6.
3. Danielsson-Tham M-L. Staphylococcal food poisoning. Food associated pathogens. 2013;250.
4. Pal M, Gutama KP, Koliopoulos T. *Staphylococcus aureus*, an important pathogen of public health and economic importance: A comprehensive review. Journal of Emerging Environmental Technologies and Health Protection. 2021;4(2):17-32.
5. Kadariya J, Smith TC, Thapaliya D. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food-borne disease: an ongoing challenge in public health. BioMed research international. 2014;2014(1):827965.

6. Bohaychuk VM, Gensler GE, King RK, Wu JT, McMullen LM. Evaluation of detection methods for screening meat and poultry products for the presence of foodborne pathogens. *Journal of food protection*. 2005;68(12):2637-47.
7. Liu Y, Zheng X, Xu L, Tong P, Zhu M, Peng B, et al. Prevalence, antimicrobial resistance, and molecular characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from animals, meats, and market environments in Xinjiang, China. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2021;18(10):718-26.
8. Fox A, Pichon B, Wilkinson H, Doumith M, Hill R, McLauchlin J, et al. Detection and molecular characterization of Livestock-Associated MRSA in raw meat on retail sale in North West England. *Letters in applied microbiology*. 2017;64(3):239-45.
9. Havaei SA, Azimian A, Fazeli H, Naderi M, Ghazvini K, Samiee SM, et al. Isolation of Asian endemic and livestock associated clones of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* from ocular samples in Northeastern Iran. *Iranian journal of microbiology*. 2013;5(3):227.
10. Rahimi E, Jalali M, Weese JS. Prevalence of *Clostridium difficile* in raw beef, cow, sheep, goat, camel and buffalo meat in Iran. *BMC Public Health*. 2014;14(1):119.
11. Derke RE, Rahimi E, Shakerian A, Khamesipour F. Prevalence, virulence factors, and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* in seafood products. *BMC Infectious Diseases*. 2025;25(1):554.
12. Safarpour Dehkordi F, Gandomi H, Basti AA, Misaghi A, Rahimi E. Phenotypic and genotypic characterization of antibiotic resistance of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from hospital food. *Antimicrobial resistance & infection control*. 2017;6(1):104.
13. Bokharai NM, Dallal MS, Pourmand M, Rajabi Z. Antibiotic resistance pattern and detection of *mecA* gene in *Staphylococcus aureus* isolated from Iranian Hamburger samples. *Journal of food quality and hazards control*. 2020.
14. Pal M, Ketchakmadze D, Durglishvili N, Ketchakmadze K. *Staphylococcus aureus*: A major pathogen of food poisoning: A rare research report. *Nutr Food Process*. 2022;5(1):1-3.
15. Harbarth S, Martin Y, Rohner P, Henry N, Auckenthaler R, Pittet D. Effect of delayed infection control measures on a hospital outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Hospital Infection*. 2000;46(1):43-9.
16. Montazeri R, Rahimi E, Shakerian A. The prevalence of *Staphylococcus aureus* and its enterotoxin genes in raw milk and dairy products of Isfahan province. *Journal of Nutrition, Fasting & Health*. 2024;12(4).
17. Vahed Dehkordi N, Rahimi E, Zia Jahromi N. Study of frequency of enterotoxin coding genes and antibiotic resistance pattern of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates isolated from food samples supplied in Shahrekord County. *New Findings in Veterinary Microbiology*. 2025;7(2):104-16.
18. Ranjbar R, Shahreza MHS, Rahimi E, Jonaidi-Jafari N. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from Iranian restaurant food samples: Panton-Valentine Leukocidin, SCCmec phenotypes and antimicrobial resistance. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2017;16(8):1939-49.
19. Rahimi F, Karimi S. Characteristics of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from poultry in Iran. 2015.
20. Ribeiro CM, Stefani LM, Lucheis SB, Okano W, Cruz JCM, Souza GV, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in poultry and poultry meat: a meta-analysis. *Journal of food protection*. 2018;81(7):1055-62.