

Water and Wastewater, Vol. 35, No. 1, pp: 76-85

# Isolation of Antibiotic-Resistant Enterobacteriaceae from Poultry Wastewater

Armaghan Nikoosokhan<sup>1</sup>, Azam Haddadi<sup>2\*</sup>, Naser Harzandi<sup>3</sup>

1. Master of Microbiology, Dept. of Microbiology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
2. Assist. Prof., Dept. of Microbiology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran  
(Corresponding Author) [haddadia@kiaau.ac.ir](mailto:haddadia@kiaau.ac.ir)
3. Assist. Prof., Dept. of Microbiology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

(Received Jan. 28, 2024 Accepted April 23, 2024)

**To cite this article:**

Nikoosokhan, A., Haddadi, A. and Harzandi, N., 2024. Isolation of antibiotic-resistant enterobacteriaceae from poultry wastewater. *Water and Wastewater*, 35(1), 76-85.  
<https://doi.org/10.22093/wwj.2023.440391.3398>.

**Abstract**

Antibiotic-resistant bacteria have increased in livestock and poultry over recent years. However, to date, there have been few studies that have investigated the antibiotic resistance bacteria among environmental and animal samples. Hence, the main purpose of this research was to isolate Enterobacteriaceae from the wastewater of poultry farms and investigate the pattern of antibiotic resistance in these bacteria. In this study, 100 wastewater samples were isolated from different poultry farms. These strains were identified using biochemical tests. The antibiotic resistance pattern was determined by the disk diffusion method (Kirby–Bauer). The isolated bacteria were investigated in terms of resistance patterns to cephalexin, tylosin, doxycycline, and erythromycin. A total of 170 Gram-negative bacteria from the Enterobacteriaceae family were isolated from poultry wastewater samples. The most isolated strain was *Escherichia coli* (35.33%), followed by *Klebsiella* (17.65%). According to this study, the most resistance was to cephalexin and doxycycline antibiotics. The results of this research indicate a high level of antibiotic resistance in bacterial isolates from wastewater. This is probably be due to the improper use of antibiotics in the poultry industry.

**Keywords:** Antibiotic Resistance, Antibiotic, Enterobacteriaceae, Poultry Industry.

## 1. Introduction

Given the global population increase and consequently, the higher demand for poultry products, the production of contaminated wastewater has also escalated. This wastewater contains high amounts of bacteria, organic matter, and suspended particles, potentially harming public health and the environment (Savin et al., 2021). Antibiotic-resistant bacteria, including *Escherichia coli* and ESKAPE bacteria, cause dangerous infections, the treatment of which is one of humanity's primary challenges (Savin et al., 2020b). This study investigates the presence of these bacteria in the wastewater of poultry slaughterhouses. It demonstrates how they can be transferred to the environment and harm the health of humans, pets, and livestock. The study also explores possible solutions for managing this issue.

## 2. Materials and methods

This study was conducted in three main sections: 1- Sampling and Cultivation: Over three months, 100 samples were collected from the wastewater of poultry farms in Karaj. The samples were centrifuged and then spread on a plate containing MacConkey agar medium. The plates were incubated for 24 hours at a temperature of 37° C. Colonies with different appearances were selected, and their pure culture was prepared in nutrient agar medium, and Gram staining was performed.

2- Phenotypic and Biochemical Tests: For the identification and confirmation of Enterobacteriaceae, IMViC (Indole, Methyl Red, Voges-Proskauer, and Citrate), catalase, and urease biochemical tests were used.

3- Examination of Bacterial Antibiotic Resistance: The resistance of bacteria to antibiotics was measured using an antibiogram test. This involved creating a bacterial suspension, comparing its turbidity with half McFarland, and culturing it on a Mueller-Hinton agar medium. Antibiotic disks were placed on the medium and incubated for 18 hours at 30 degrees Celsius. The diameter of the non-growth halo was measured, and the results were interpreted using standard CLSI tables, categorizing the bacteria as resistant, sensitive, or intermediate.

## 3. Results and discussion

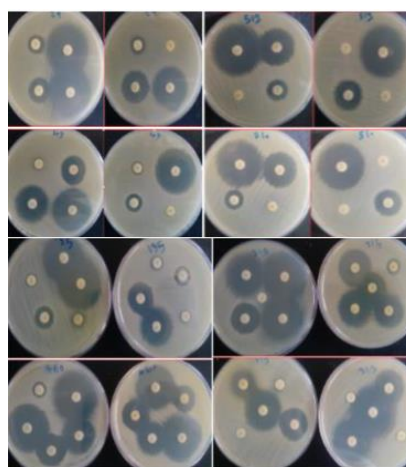
In this study, 185 gram-negative bacilli were isolated and identified from 100 wastewater samples from poultry farms in Karaj city. Based on biochemical tests, 170 isolates belonged to the Enterobacteriaceae family and 15 isolates were

*Pseudomonas*. The most common isolates were *Escherichia coli* (35.33%) and *Klebsiella* (17.65%) (Table 1).

**Table 1.** Frequency distribution of bacteria isolated from poultry wastewater

Type of bacteria	Number	Percent
<i>E.coli</i>	60	35.3
<i>K. pneumoniae</i>	30	17.65
<i>Enterobacter</i>	28	16.47
<i>Citrobacter</i>	21	12.35
<i>Proteus</i>	16	9.41
<i>Serratia</i>	15	8.82
Total	170	100

*E. coli* showed the highest resistance to the antibiotics Tylosin (71.66%) and Erythromycin (66.67%), and the least resistance to Cephalexin (33.33%) and Doxycycline (23.33%) (Fig. 1). *Klebsiella pneumoniae* showed the highest resistance to Tylosin (53.33%) and Erythromycin (46.67%), and the least resistance to Doxycycline (23.33%). The highest resistance of *Enterobacter* was to Doxycycline (75%) and Cephalexin (67.85%), and the least resistance was to Erythromycin (17.85%). *Citrobacter* showed the highest resistance to Cephalexin (71.43%) and Doxycycline (61.90%), and the least resistance to Tylosin (14.28%). In *Proteus*, the highest resistance was to the antibiotic Cephalexin (62.5%) and the least resistance was to Doxycycline (18.75%). In *Serratia*, the highest resistance was to Cephalexin (53.34%) and the least resistance was to the antibiotic Erythromycin (13.33%) (Table 2). These results indicate that resistance to antibiotics is increasing.



**Fig. 1.** Results of sensitivity to antibiotics by diffusion method from disk and non-growth halos



**Table 2.** Results of antibiotic resistance of the examined bacteria

Bacteria Antibiotics	<i>E. coli</i>		<i>K. pneumoniae</i>		<i>Enterobacter</i>		<i>Citrobacter spp.</i>		<i>Proteus</i>		<i>Serratia</i>	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Cephalexin (CN)	20	33.33	8	26.67	19	67.85	15	71.43	10	62.5	8	53.34
Tylosin (T)	43	71.66	16	53.33	7	25	3	14.28	8	50	3	20
Doxycycline (D)	14	23.33	7	23.33	21	75	13	61.90	3	18.75	5	33.33

#### 4. Conclusion

The results of this research indicate a high level of antibiotic resistance in bacterial isolates from

wastewater. This could be due to the improper use of antibiotics in the poultry industry.



آب و فاضلاب، دوره ۳۵، شماره ۱، صفحه: ۷۶-۸۵

## جداسازی انتروباکتریاسه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک از فاضلاب مرغداری‌ها

ارمغان نیکوسخن<sup>۱</sup>، اعظم حدادی<sup>۲\*</sup>، ناصر هرزندی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد، گروه میکروبیولوژی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران  
 ۲- استادیار، گروه میکروبیولوژی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران  
 (نویسنده مسئول) [haddadia@kiau.ac.ir](mailto:haddadia@kiau.ac.ir)  
 ۳- استادیار، گروه میکروبیولوژی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

(دریافت ۱۴۰۲/۱/۸ پذیرش ۱۴۰۳/۲/۴)

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام بفرمایید:

نیکوسخن، ا.، حدادی، ا. و هرزندی، ن.، ۱۴۰۳، جداسازی انتروباکتریاسه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک از فاضلاب مرغداری‌ها.

<https://doi.org/10.22093/wwj.2023.440391.3398>. ۷۶-۸۵، (۱)۳۵، آب و فاضلاب،

### چکیده

باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در سال‌های اخیر در دام و طیور افزایش یافته است. با این حال، تا به امروز پژوهش‌های کمی وجود داشته است که باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک را در نمونه‌های محیطی و حیوانی بررسی کرده باشد. از این رو هدف اصلی این پژوهش، جداسازی انتروباکتریاسه از فاضلاب مرغداری‌ها و بررسی الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی در این باکتری‌ها بود. در این پژوهش، ۱۰۰ نمونه از فاضلاب مرغداری‌های شهر کرج جمع‌آوری شدند. این سویه‌ها با استفاده از آزمون‌های بیوشیمیایی تعیین هویت شدند. الگوی مقاومت آنتی‌بیوتیکی به روش انتشار دیسک (کربی‌بائر) تعیین شد. باکتری‌های جدا شده از لحاظ الگوی مقاومت نسبت به سفالکسین، تایلوزین، داکسی‌سایکلین، اریترومايسين بررسی شدند. در مجموع ۱۷۰ جدایه باسیل گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه از نمونه‌های فاضلاب مرغداری جدا شدند. بیشترین سویه جدا شده مربوط به باکتری *اشریشیاکلی* (۳۵/۳۳ درصد) و بعد از آن *کلپسیلا* (۱۷/۶۵ درصد) بود. بر اساس این پژوهش بیشترین مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های سفالکسین و داکسی‌سایکلین بود. یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده بالا بودن میزان مقاومت آنتی‌بیوتیکی در عوامل باکتریایی جدا شده از فاضلاب مرغداری‌ها بود. این موضوع احتمالاً می‌تواند به دلیل استفاده نادرست از آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت مرغداری باشد.

واژه‌های کلیدی: انتروباکتریاسه، آنتی‌بیوتیک، مقاومت آنتی‌بیوتیکی، فاضلاب مرغداری

### ۱- مقدمه

همراه است. این فرایندها همچنین مقدار زیادی فاضلاب بسیار آلوده با مواد آلی و ذرات معلق و نیز میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را تولید می‌کنند. با افزایش جمعیت در سراسر جهان، تقاضا برای محصولات طیور نیز زیاد شده است که به نوبه خود بر تقاضای عمومی آب و افزایش تولید فاضلاب بسیار آلوده تأثیر می‌گذارد.

فاضلاب حاوی مقدار زیادی باکتری، مواد جامد معلق و مواد آلی با غلظت بالا است (Ainscough et al., 2021). فرایند کشتار مرغ با مصرف مقدار زیادی آب از فعالیت‌های فراوری گوشت، پاک‌سازی محیط فراوری، ضدعفونی و حمل‌ونقل محصولات جانبی کشتار



دیگر باعث انتخاب موتاسیون جدید می‌شوند (Mahvi et al., 2009).

فاکتورهای مقاومت همچنین می‌توانند با انتقال افقی ژن کسب شوند. در نهایت این باکتری‌های مقاوم می‌توانند با محیط سازگار شده و به‌عنوان حامل‌هایی برای انتشار مقاومت آنتی‌بیوتیکی عمل کنند (Kilonzo-Nthenge et al., 2016). وجود باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در فاضلاب به دلیل تأثیر بالقوه آن بر سلامت عمومی و محیط‌زیست یک نگرانی روبه‌رشد است، بنابراین برای شناخت کامل گسترش مقاومت آنتی‌بیوتیکی لازم است، فراوانی باکتری‌های مقاوم نه تنها در کلینیک بلکه در محیط‌های آبی نیز بررسی شود. در مورد بروز مقاومت در محیط‌های آبی مانند فاضلاب مرغداری‌ها پژوهش‌هایی از نقاط مختلف دنیا منتشر شده است.

ساونین و همکاران در سال ۲۰۲۱ در آلمان، آب پسماند و فاضلاب دو کشتارگاه مرغداری و دو کشتارگاه خوک را از لحاظ بروز انتروباکتریاسه‌های مقاوم به کلیستین بررسی کردند. یافته‌های به‌دست آمده فراوانی زیاد *E. coli* و *K. pneumoniae* مقاوم در برابر کلیستین را در هر دو کشتارگاه و انتشار آنها در آبهای سطحی نشان می‌داد (Savin et al., 2021).

در پژوهشی که در سال ۲۰۱۹ در اتیوپی انجام شد، به بررسی حساسیت ضد میکروبی انتروباکتریاسه‌های شایع در نمونه‌های فاضلاب بیمارستان‌ها و کشتارگاه‌ها پرداختند. نتایج نشان داد انتروباکتریاسه‌ها در فاضلاب بیمارستان‌ها، کشتارگاه و آبهای پایین دست نسبت به داروهای ضد میکروبی که معمولاً استفاده می‌شوند، مقاوم هستند (Tefsaye et al., 2019).

در ایران بیشترین پژوهش‌های انجام شده، بر روی باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک جدا شده از فاضلاب‌های بیمارستانی بوده و اطلاعات زیادی در مورد باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در پساب مرغداری‌ها منتشر نشده است. افشاری و همکاران در سال ۲۰۲۰، شیوع مقاومت آنتی‌بیوتیکی در انتروباکتریاسه‌های جداسازی شده از فاضلاب شهری و بیمارستانی را در شهر کرج بررسی کردند (Afshari et al., 2020).

در دهه‌های اخیر، افزایش مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت طیور سبب افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری‌ها شده است و علی‌رغم حجم زیاد پژوهش‌های انجام شده در این زمینه،

میکروب‌های تولید شده از کشتارگاه‌ها از جمله آلاینده‌های نگران‌کننده قابل توجهی هستند که از کشتارگاه‌های طیور تولید می‌شوند (Savin et al., 2021).

امروزه، باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک که در عفونت‌های رایج و مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی دخیل هستند، باعث نگرانی جدی برای سلامت عمومی جهانی شده است. بنابراین در مان این عفونت‌ها در حال حاضر یکی از چالش‌های اصلی بشریت است. اشریشیاکلی، همراه با باکتری‌های ESKAPE مقاوم به چند دارو (انتروکوکوس، استافیلوکوکوس اورئوس، کلبسیلا نومونیه، اسیتوباکتریومانی، سودوموناس آئروژینوزا و انتروباکترها) باعث می‌شوند که عفونت‌های حیاتی و تهدیدکننده‌ای برای سلامتی عمومی در سراسر جهان ایجاد کنند (Meiramkulova et al., 2021).

انتروباکتریاسه تولیدکننده بتالاکتاماز با طیف گسترده<sup>۱</sup> (مانند اشریشیاکلی، کلبسیلا نومونیه، انتروباکترها و انتروکوکوس‌ها) پس از تخلیه به محیط از طریق مدفوع و فاضلاب، ممکن است در خاک، گیاهان و آبهای سطحی بسیار شایع باشند، بنابراین ممکن است خطری برای کلونیزاسیون در انسان‌ها، حیوانات خانگی و دام‌ها باشد (Savin et al., 2021).

ظهور مقاومت‌های ضد میکروبی در باکتری‌های ESKAPE، اغلب به استفاده نامناسب از آنتی‌بیوتیک‌ها در پزشکی و دام‌پزشکی نسبت داده می‌شود و به دنبال آن انتشار پی‌درپی در محیط‌زیست و انتقال به حیوانات و انسان‌ها انجام می‌شود (Savin et al., 2020b). چنین باکتری‌هایی وارد کشتارگاه می‌شوند و در طی فراوری بعدی، بسیاری از آبهای فرایندی و فاضلاب‌ها نیز توسط باکتری‌های متعددی که عمدتاً از مدفوع دام سرچشمه می‌گیرند، آلوده می‌شوند (Savin et al., 2021, Tefsaye et al., 2019).

باکتری‌هایی که در پساب‌های مرغداری زندگی می‌کنند، همواره در معرض محدوده وسیعی از آنتی‌بیوتیک‌ها قرار دارند. این آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان فشار گزینشی برای توسعه مقاومت عمل می‌کنند (Tefsaye et al., 2019). آنتی‌بیوتیک‌ها با کشتن و ممانعت از رشد باکتری‌های حساس، از طرفی باعث انتخاب باکتری‌هایی می‌شوند که دارای مکانیسم مقاومتی هستند و از طرف

<sup>1</sup> Extended Spectrum Bete Lactamases (ESBL)



استاندارد CLSI<sup>3</sup> تفسیر شد (Melvin, 2018). سپس با عناوین مقاوم، حساس و حد واسط گزارش شد.

### ۳- نتایج

برای انجام این پژوهش از بین ۱۰۰ نمونه فاضلاب از مرغداری‌های شهرستان کرج، تعداد ۱۸۵ باسیل گرم منفی جداسازی و شناسایی شدند (جدول ۱ و شکل ۱). که بر اساس تست‌های بیوشیمیایی ۱۷۰ جدایه متعلق به خانواده انتروباکتریاسه و ۱۵ جدایه سودوموناس هستند. شایع‌ترین باکتری جدا شده از فاضلاب مرغداری‌ها/شریشیاکلی و سپس کلبسیلا و انتروباکتر بود که/شریشیاکلی ۳۵/۳۳ درصد، کلبسیلا با ۱۷/۶۵ درصد و/انتروباکتر با ۱۶/۴۷ درصد بیشترین باکتری‌های موجود در فاضلاب بودند.

جدول ۱- توزیع فراوانی باکتری‌های جدا شده از فاضلاب مرغداری‌ها  
Table 1. Frequency distribution of bacteria isolated from poultry wastewater

Type of bacteria	Number	Percent
<i>E. coli</i>	60	35.3
<i>K. pneumoniae</i>	30	17.65
<i>Enterobacter</i>	28	16.47
<i>Citrobacter</i>	21	12.35
<i>Proteus</i>	16	9.41
<i>Serratia</i>	15	8.82
Total	170	100

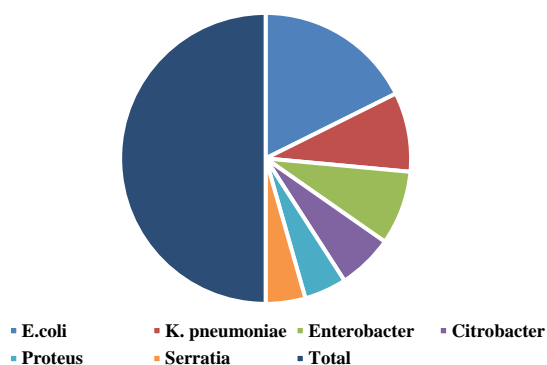


Fig. 1. Frequency of isolated bacterial genus from poultry wastewater

شکل ۱- فراوانی باکتری‌های جدا شده از فاضلاب مرغداری‌ها به تفکیک جنس

هنوز شکاف‌های دانشی وجود دارد که نیاز به بررسی بیشتر است. بنابراین در این پژوهش، به جداسازی انتروباکتریاسه‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌های پرکاربرد در صنعت مرغداری، سفالکسین، تایلوزین، داکسی‌سایکلین و اریترومایسین از فاضلاب مرغداری‌ها پرداخته شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- نمونه‌گیری و کشت

در طول مدت سه ماه تعداد ۱۰۰ نمونه از فاضلاب مرغداری‌های کرج (مرغداری ناصر بخت، امیری، بهدین، صبا شتهدارد) جمع‌آوری شد. نمونه‌ها سانتریفیوژ و از محلول زیرین در پلیت حاوی محیط کشت مک‌کانگی آگار پخش شد. پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس انکوبه<sup>۱</sup> شدند. کلنی‌هایی که از لحاظ شکل ظاهری با هم تفاوت داشتند، انتخاب شدند و از آنها کشت خالص در محیط نوترینت آگار تهیه و رنگ‌آمیزی گرم انجام شد.

### ۲-۲- تست‌های فنوتیپی و بیوشیمیایی

برای شناسایی و تأیید انتروباکتریاسه‌ها از تست‌های بیوشیمیایی IMVPC<sup>۲</sup> (اندول، متیل رد، وژ پروسکوئر و سترات)، کاتالاز و اوره‌آز استفاده شد.

### ۲-۳- بررسی مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری

برای سنجش مقاومت باکتری‌های جدا شده نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها، آزمون آنتی‌بیوگرام به روش دیسک دیفیوژن (کربی‌بائر) با استفاده از سوسپانسیون باکتری در سرم فیزیولوژی و مقایسه کدورت آن با نیم‌مک‌فارلند انجام شد. سوسپانسیون تهیه شده با استفاده از سواب استریل بر روی پلیت حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار (حاوی عصاره گوشت گاو، هیدرولیزات کازین، نشاسته و آگار) به صورت متراکم کشت داده شد و پس از قرار دادن دیسک‌ها بر روی سطح محیط کشت، پلیت‌ها به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس انکوبه شدند. در نهایت قطر هاله عدم رشد با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری و نتایج با استفاده از جداول

<sup>1</sup> Incubate

<sup>2</sup> Indol, Methyl Red, Voges Proskauer, Citrate (IMVPC)

<sup>3</sup> Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI)



جدول ۲- نتایج مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتری‌های مورد بررسی

Table 2. Results of antibiotic resistance of the examined bacteria

Bacteria	<i>E. coli</i>		<i>K. pneumoniae</i>		<i>Enterobacter</i>		<i>Citrobacter spp.</i>		<i>Proteus</i>		<i>Serratia</i>	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Cephalexin (CN)	20	33.33	8	26.67	19	67.85	15	71.43	10	62.5	8	53.34
Tylosin (T)	43	71.66	16	53.33	7	25	3	14.28	8	50	3	20
Doxycycline (D)	14	23.33	7	23.33	21	75	13	61.90	3	18.75	5	33.33

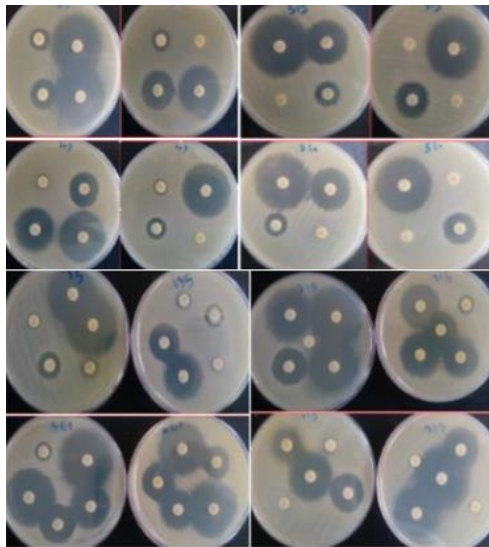


Fig. 2. Results of sensitivity to antibiotics by diffusion method from disk and non-growth halos

شکل ۲- نتایج حساسیت به آنتی‌بیوتیک با روش انتشار از دیسک و هاله‌های عدم رشد

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

ظهور باکتری‌های بیماری‌زای مقاوم نسبت به اغلب آنتی‌بیوتیک‌های در دسترس، یک مسئله بحرانی در پزشکی مدرن است (Mahvi et al., 2009). بسیاری از پژوهشگران، محیط‌های آبی به خصوص فاضلاب را به‌عنوان دریافت‌کننده اصلی باکتری‌های روده‌ای، جایگاهی مساعد برای مقاوم شدن بسیاری از باکتری‌ها در مقابل انواع گوناگون آنتی‌بیوتیک‌ها می‌دانند، چون در چنین محیطی انتقال ژن‌های مقاوم به‌دلیل بالا بودن بار غذایی و میکروبی به خوبی بین گونه‌های مختلف باکتریایی انجام می‌شود (Messaoudi and Wagenlehner, 2010).

مسئله مقاومت به آنتی‌بیوتیک خصوصاً در مورد باکتری‌های گرم منفی روده‌ای طیور واجد اهمیت است. متأسفانه این گونه

#### ۳-۱- نتایج مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های مورد بررسی به روش انتشار از دیسک

نتایج تست‌های حساسیت به آنتی‌بیوتیک‌ها برای تمامی جدایه‌ها بررسی و با توجه به استانداردهای CLSI تفسیر شد (جدول ۲ و شکل ۲).

بر اساس این پژوهش، باکتری *اشریشیاکلی*، بیشترین مقاومت را به آنتی‌بیوتیک تایلوژین (۶۶/۷۱ درصد) و اریترومایسین (۶۶/۶۷ درصد) و کمترین مقاومت را نسبت به داروهای سفالکسین (۳۳/۳۳ درصد) و داکسی‌سایکلین (۲۳/۳۳ درصد) داشته است.

باکتری *کلبسیلا نومونیه*، بیشترین مقاومت را به تایلوژین (۳۳/۵۳ درصد) و اریترومایسین (۶۶/۴۶ درصد) و کمترین مقاومت را در برابر داکسی‌سایکلین (۳۳/۲۳ درصد) داشت. البته تعداد قابل توجه مقاومت بینایی برای این آنتی‌بیوتیک‌ها بیانگر مقاومت روبه‌رشد نسبت به این آنتی‌بیوتیک‌ها است. بیشترین مقاومت *انتروباکتر متعلق* به داکسی‌سایکلین (۷۵ درصد) و سفالکسین (۸۵/۶۷ درصد) و کمترین مقاومت متعلق به اریترومایسین (۸۵/۱۷ درصد) بود.

باکتری *سیتروباکتر*، بیشترین مقاومت را به سفالکسین (۴۳/۷۱ درصد) و داکسی‌سایکلین (۹۰/۶۱ درصد) و کمترین مقاومت را نسبت به تایلوژین (۲۸/۱۴ درصد) داشت.

در باکتری *پروتئوس* بیشترین مقاومت مربوط به آنتی‌بیوتیک سفالکسین (۵/۶۲ درصد) و کمترین مقاومت متعلق به داکسی‌سایکلین (۷۵/۱۸ درصد) بود و در باکتری *سراتیا* نیز، بیشترین مقاومت به سفالکسین (۳۴/۵۳ درصد) و کمترین مقاومت به آنتی‌بیوتیک اریترومایسین (۳۳/۱۳ درصد) مشاهده شد (جدول ۲).



شدند. همه جدایه‌ها به دو یا چند آنتی‌بیوتیک آزمایش شده مقاوم بودند (Tsfaye et al., 2019).

در بررسی کلینزو و همکاران در سال ۲۰۱۶ در آمریکا، شیوع انتروباکتریاسه مقاوم در محتویات و پوسته تخم‌مرغ‌های خریداری شده از مرغداری‌های کوچک و بازارهای کشاورزان از نظر *اشریشیاکلی، انتروباکتر و سراثسیا* مثبت بودند (Kilonzo-Nthenge et al., 2016).

افشاری و همکاران نیز، با بررسی شیوع مقاومت آنتی‌بیوتیکی در انتروباکتریاسه‌های جداسازی شده از فاضلاب شهری و بیمارستانی شهر کرج، شایع‌ترین ایزوله‌ها را *اشریشیاکلی و کلپسیلا/اوکسی‌توکا* و بیشترین مقاومت را نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های سفوتاکسیم، سفنازیدیم، سفتریاکسون و سفپیم گزارش کردند (Afshari et al., 2020).

به‌طور کلی در همه پژوهش‌های گزارش شده، باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه شیوع بالایی را در میان دام‌ها، کشتارگاه‌ها، فاضلاب‌ها و طیور داشتند. همچنین این سویه‌ها نسبت به طیف وسیعی از آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم بودند که این موضوع می‌تواند ناشی از استفاده ناصحیح و غیراصولی و بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان و تیمار حیوانات باشد که عدم کنترل آن در سلامت جامعه و محیط‌زیست بسیار تاثیرگذار است و می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری به‌همراه داشته باشد.

نتایج حاصل از این پژوهش، حضور باسیل‌های گرم منفی مقاوم به چند دارو را در فاضلاب‌های مرغداری اثبات می‌کند. اغلب باکتری‌های جدا شده در این پژوهش، پتانسیل بیماری‌زایی داشته و انتشار آنها در محیط‌زیست می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری بر سلامت جامعه وارد آورد. همچنین باکتری‌های جدا شده در این پژوهش می‌توانند به‌مدت طولانی در محیط باقی مانده و به‌عنوان مخازن بالقوه ژن‌های مقاومت دارویی، باعث انتقال ژن‌های مقاومت شوند.

## ۵- قدردانی

نویسندگان پژوهش از حمایت‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج صمیمانه تشکر می‌کنند.

باکتری‌های مقاوم می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق فرآورده‌های دامی به انسان انتقال یافته و در انسان ایجاد بیماری کنند، یا اینکه مخزن انتقال ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیک‌ها به باکتری‌های بیماری‌زای انسان باشند، چون فلور طبیعی دستگاه گوارش از باکتری‌هایی تشکیل شده است که همگی قادر به کسب ژن‌های عامل مقاومت دارویی از دیگر باکتری‌های مقاوم هستند. به‌عنوان مثال سویه‌های *اشریشیاکلی* مقاوم به آنتی‌بیوتیک با منشأ حیوانی می‌توانند در روده انسان کلونیزه شوند و مقاومت دارویی خود را به فلور طبیعی روده انتقال دهند (Founou et al., 2019).

(Kluytmans et al., 2013)

سلامت یک جامعه، نیازمند سلامت تغذیه آن جامعه است و به‌کار بردن داروهای آنتی‌بیوتیک به‌عنوان عوامل پیشگیری‌کننده یا ارتقا‌دهنده رشد در حیوانات مزرعه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مشکلات بالینی مرتبط با بیماری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در انسان است (Founou et al., 2016).

در آلمان با بررسی آب فاضلاب داخلی دو کشتارگاه مرغ‌های آلمان، باکتری‌های *استافیلوکوکوس/اورئوس، اسیتوباکتر بومانی، اشریشیاکلی و کلپسیلا* نمونه‌ها به‌طور گسترده در مناطق زایمان و کشتارگاه‌ها و پساب فاضلاب توزیع شده بودند. سویه‌های *انتروباکتر، اتروکوکوس و سودوموناس آتروژینوزا* میزان کمتری دارند (Savin et al., 2020a).

در این پژوهش نیز *انتروباکترها* کمترین شیوع و *اشریشیاکلی* بیشترین فراوانی را داشتند که این نتایج با نتایج پژوهش آلمان هم‌خوانی دارد.

در پژوهشی در تونس بر روی جداسازی ایزوله‌های ESBL از فاضلاب، مدفوع حیوانات سالم و شیر خام گاوهای سالم و بز، در مجموع ۸۱ *اشریشیاکلی*، ۲۰ *کلپسیلا* نمونه، ۴ *انتروباکترکلواکه*، ۱ *سیتروباکتر فروندی* و ۱ *سیتروباکتر براکی* جدا شدند (Sghaier et al., 2019).

در پژوهشی در ایتالی با بررسی حساسیت ضد میکروبی انتروباکتریاسه شایع در نمونه‌های فاضلاب بیمارستان‌ها، کشتارگاه‌ها، در مجموع ۵۴ جدایه باکتریایی متعلق به ۶ گونه *اشریشیاکلی، سالمونلا، کلپسیلا* نمونه، *انتروباکتر آتروژنز، کلپسیلا/اوکسی‌توکا، سیتروباکتر و انتروباکتر کلواکه* شناسایی



## References

- Afshari, M., Haddadi, A. & Shavandi, M., 2020. Prevalence assay of antibiotic resistance in enterobacteriaceae isolated from hospital and urban wastewaters in Karaj City. *Journal of Water and Wastewater*, 31, 68-76. (In Persian). <https://doi.org/10.22093/wwj.2019.174603.2841>.
- Ainscough, T. J., Oatley-Radcliffe, D. L. & Barron, A. R., 2021. Groundwater remediation of volatile organic compounds using nanofiltration and reverse osmosis membranes-a field study. *Membranes*, 11, 61. <https://doi.org/10.3390/membranes11010061>.
- Founou, L. L., Founou, R. C. & Essack, S. Y., 2016. Antibiotic resistance in the food chain: a developing country-perspective. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1881. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01881>.
- Founou, L. L., Founou, R. C., Ntshobeni, N., Govinden, U., Bester, L. A., Chenia, H. Y., et al., 2019. Emergence and spread of extended spectrum  $\beta$ -lactamase producing Enterobacteriaceae (ESBL-PE) in pigs and exposed workers: a multicentre comparative study between Cameroon and South Africa. *Pathogens*, 8, 10. <https://doi.org/10.3390/pathogens8010010>.
- Kilonzo-Nthenge, A., Nahashon, S., Godwin, S., Liu, S. & Long, D., 2016. Prevalence and antimicrobial resistance of Enterobacteriaceae in shell eggs from small-scale poultry farms and farmers' markets. *Journal of Food Protection*, 79, 2031-2037. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-032>.
- Kluytmans, J. A., Overdeest, I. T., Willemsen, I., Kluytmans-Van Den Bergh, M. F., Van Der Zwaluw, K., Heck, M., et al., 2013. Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* from retail chicken meat and humans: comparison of strains, plasmids, resistance genes, and virulence factors. *Clinical Infectious Diseases*, 56, 478-487. <https://doi.org/10.1093/cid/cis929>.
- Mahvi, A., Rajabizadeh, A., Fatehizadeh, A., Yousefi, N., Hosseini, H. & Ahmadian, M., 2009. Survey wastewater treatment condition and effluent quality of Kerman province hospitals. *World Applied Sciences Journal*, 7, 1521-1525. [Link]
- Meiramkulova, K., Temirbekova, A., Saspugayeva, G., Kydyrbekova, A., Devrishov, D., Tulegenova, Z., et al., 2021. Performance of a combined treatment approach on the elimination of microbes from poultry slaughterhouse wastewater. *Sustainability*, 13, 3467. <https://doi.org/10.3390/su13063467>.
- Melvin, P. W., Brandi, L., Jean, B. P., Amy, J. M., Carey-Ann, B., Tony, M., et al., 2018. *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*. 13<sup>th</sup> ed. CLSI Standard M02. Clinical and Laboratory Standards Institute, PA. USA.
- Messaoudi, A. & Wagenlehner, F., 2010. Identification of meat-isolated enterobacteriaceae by an in silico-ardra approach. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 91-102. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v22i2.4897>.
- Savin, M., Bierbaum, G., Blau, K., Parcina, M., Sib, E., Smalla, K., et al., 2020a. Colistin-resistant enterobacteriaceae isolated from process waters and wastewater from German poultry and pig slaughterhouses. *Frontiers in Microbiology*, 11, 575391. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.575391>.
- Savin, M., Bierbaum, G., Hammerl, J. A., Heinemann, C., Parcina, M., Sib, E., et al., 2020b. ESKAPE bacteria and extended-spectrum- $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* isolated from wastewater and process water from German poultry slaughterhouses. *Applied and Environmental Microbiology*, 86, e02748-19. <https://doi.org/10.1128/AEM.02748-19>.



- Savin, M., Bierbaum, G., Kreyenschmidt, J., Schmithausen, R. M., Sib, E., Schmoger, S., et al., 2021. Clinically relevant *Escherichia coli* isolates from process waters and wastewater of poultry and pig slaughterhouses in Germany. *Microorganisms*, 9, 698. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040698>.
- Sghaier, S., Abbassi, M. S., Pascual, A., Serrano, L., Díaz-De-Alba, P., Said, M. B., et al., 2019. Extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing Enterobacteriaceae from animal origin and wastewater in Tunisia: first detection of O25b-B23-CTX-M-27-ST131 *Escherichia coli* and CTX-M-15/OXA-204-producing *Citrobacter freundii* from wastewater. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 17, 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2019.01.002>.
- Tesfaye, H., Alemayehu, H., Desta, A. F. & Eguale, T., 2019. Antimicrobial susceptibility profile of selected Enterobacteriaceae in wastewater samples from health facilities, abattoir, downstream rivers and a WWTP in Addis Ababa, Ethiopia. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 8, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0588-1>.





© The Author(s)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

