

مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲

ISSN 2716-9804 الکترونیکی، ISSN 2717-0632 چاپی

## بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف حفظ امنیت زیستی کارگران در مراکز آبی‌پروری: یک مطالعه مروری

نوع مقاله: مروری

علیرضا رادخواه<sup>۱</sup>، سهیل ایگدری<sup>۲\*</sup>، هادی پورباقر<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

soheil.eagderi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱

صفحه ۹۲-۷۳

صنعت آبی‌پروری موجب شده است که تماس مستقیم و غیرمستقیمی بین انسان و گونه پرورشی هدف از جمله ماهیان وجود داشته باشد. تماس انسان با گونه‌های مختلف آبی می‌تواند زمینه‌ساز شیوع بیماری‌های مشترک بین انسان و آبزیان و انتقال آنها باشد که از جنبه سلامتی برای کارگران و پرورش‌دهندگان موجودات آبی بسیار خطرناک است. از اینرو، حفظ امنیت زیستی کارگران و به‌طور کلی کسانی که با مراکز آبی‌پروری سروکار دارند، به‌عنوان یکی از ضروریات مهم در این حرفه شناخته می‌شود. با توجه به اینکه عوامل باکتریایی یکی از شایع‌ترین گروه‌های بیماری‌زا در محیط‌های آبی هستند، از اینرو، به برخی از عوامل باکتریایی مهم در سیستم‌های آبی‌پروری که می‌تواند بین زمینه‌ساز انتقال بیماری مشترک بین انسان و آبزیان باشد پرداخته شده است. در این پژوهش، ۴ گروه بسیار مهم از عوامل باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان شامل مایکوباکتریاسه، استرپتوکوکاسه، اریزیپیلوتریکاسه و ویبریوناسه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که گروه ویبریوناسه شیوع بیشتری نسبت به سایرین داشته است. اطلاعات ارائه شده در مطالعه حاضر می‌تواند به‌منظور آگاهی‌بخشی و حفظ امنیت زیستی کارگران و پرورش‌دهندگان آبزیان که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با مراکز آبی‌پروری در ارتباط هستند، مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه به‌منظور حفظ سلامت کارگران و کارگزاران در مراکز آبی‌پروری، اجرای صحیح پروتکل‌های مدیریت بهداشت و امنیت زیستی را توصیه می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آبی‌پروری، امنیت زیستی، بیماری‌های مشترک، باکتری‌ها، ماهی.

## مقدمه

بیماری‌زاهای مشترک بین انسان و دام، مانند ویروس هاری، هزاران سال است که باعث شیوع در انسان شده‌اند. در واقع، بیشتر بیماری‌های عفونی در انسان از حیوانات منشأ می‌گیرند و فراوانی این انتقال در طول زمان افزایش یافته است. براساس گزارش Taylor و همکاران (۲۰۰۱) مشخص شد که ۷۵ درصد از ارگانسیم‌های عفونی نوظهور بیماری‌زا برای انسان منشأ مشترک بین انسان و دام دارند. بیماری‌های مشترک بین انسان و دام که به‌تازگی ظهور کرده‌اند شامل بیماری‌هایی مانند بیماری ویروس ابولا (EBOV: Ebola virus)، سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS-CoV: Middle East respiratory syndrome coronavirus)، آنفلوآنزای پرنندگان، سندرم تنفسی حاد شدید (ARDS: acute respiratory distress syndrome) و آنسفالوپاتی اسفنجی شکل گاوی (BSE: bovine spongiform encephalopathy) هستند. بیماری‌های مذکور بسیاری از کشورهای جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند و منجر به مرگ و میر بالا در انسان‌ها و حیوانات می‌شوند (Levitt et al. 2010; Ateudjieu et al. 2023).

این بیماری‌ها علاوه بر اینکه موجب تهدیدات مرتبط با سلامت انسان می‌شوند، باعث ایجاد هزینه‌های اقتصادی قابل توجه بر سیستم مراقبت‌های بهداشتی نیز می‌شوند (Li et al.

امنیت زیستی به‌عنوان سیاست‌ها و اقدامات اتخاذ شده برای به‌حداقل رساندن خطر ورود یک عامل بیماری‌زای عفونی به جمعیت انسان، حیوان کشاورزی و حیوانات تحقیقاتی تعریف شده است. حیوانات از دیرباز به‌عنوان میزبان زئونوزها (بیماری‌های عفونی قابل انتقال به انسان یا سایر گونه‌های جانوری) شناخته شده‌اند (Recht et al. 2020). امنیت زیستی باید در هنگام حمل و نقل جانوران تحقیقاتی مورد توجه قرار گیرد، زیرا تماس نزدیکی می‌تواند بین حیوانات تحقیقاتی و دست‌اندرکاران انسان یا سایر حیوانات حمل شده رخ دهد (National Research Council. 2006).

این امر پتانسیل انتقال غیرعمدی یا عمدی یک بیماری مشترک انسان و دام را به جمعیت انسان یا حیوانات کشاورزی ایجاد می‌کند (Rahman et al. 2020). بسیاری از زئونوزها، از جمله عوامل بالقوه بیوتروریسم هستند که در حیوان آلوده به سختی قابل تشخیص هستند زیرا باعث ایجاد بیماری بدون علامت در گونه میزبان می‌شوند (Lin. 2014). با اینحال، تأثیر بیماری‌های مشترک بین انسان و دام‌ها می‌تواند در انسان و حیوانات قابل توجه باشد و تأثیرات منفی قابل توجهی بر حیات انسان و همچنین اقتصاد بخش‌های کشاورزی و دامپروری برجای بگذارد (Fong. 2017).

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزبان با هدف ..."

شامل ویروس‌ها، باکتری‌ها (خانواده‌های گرم مثبت و گرم منفی)، قارچ‌ها و انگل‌هایی مانند *Diphyllobothrium* (به‌عنوان مثال، spp.)، ترماتودها (به‌عنوان مثال، *Opisthorchis* spp.) و انگل‌های نماتد (مانند *Anisakis*) هستند (Radkhah, 2017; Ziarati et al. 2022; ) (Antuofermo et al. 2023).

صنعت آبی‌پروری موجب شده است که تماس مستقیم و غیرمستقیمی بین انسان و گونه پرورشی هدف از جمله ماهیان وجود داشته باشد (Radkhah and Eagderi, 2019; Radkhah and Eagderi, 2022a). تماس انسان با گونه‌های مختلف آبی می‌تواند زمینه‌ساز شیوع بیماری‌های مشترک بین انسان و آبزبان و انتقال آنها باشد که از جنبه سلامتی برای کارگران و پرورش‌دهندگان موجودات آبی بسیار خطرناک است (Radkhah, 2019; Radkhah and Eagderi, 2019).

از اینرو، حفظ امنیت زیستی کارگران و به‌طور کلی کسانی که با مراکز آبی‌پروری سروکار دارند، به‌عنوان یکی از ضروریات مهم در این حرفه شناخته می‌شود. با توجه به این مسئله، مطالعه حاضر با هدف بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای مشترک بین انسان و آبزبان (زئونوز) و چگونگی پیشگیری و کنترل آنها به اجرا درآمد. امید است که انجام این قبیل از مطالعات بتواند دانش کافی را در اختیار پرورش‌دهندگان ماهی و

2014; Bao et al. 2017; Rahman et al. 2020; Radkhah and Eagderi, 2022a). بانک جهانی تخمین زد که ۶ اپیدمی بزرگ بیماری مشترک بین انسان و دام طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۹ منجر به زیان اقتصادی بیش از ۸۰ میلیارد دلار شد. تجارب بسیاری از شیوع بیماری‌های اخیر نشان می‌دهد که شناسایی و واکنش موثر به همه‌گیری‌های در حال ظهور نیازمند یک رویکرد چند بخشی است. در سال ۲۰۱۰، سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سازمان غذا و کشاورزی (FAO) و سازمان جهانی بهداشت حیوانات (OIE) با درک نیاز به همکاری چند رشته‌ای برای رسیدگی به تهدیدات سلامت در ارتباط انسان-حیوان-اکوسیستم همکاری خود را رسمی کردند (Belay et al. 2017). این سازمان‌ها ۳ حوزه اولویت کاری را با هم شناسایی کردند که ۲ مورد آن بیماری‌های مشترک بین انسان و دام (هاری و آنفولانزای مشترک بین انسان و دام) است (WHO, 2023).

بیماری‌های مشترک بین انسان و دام دارای تأثیرات دوگانه هستند که شامل ایجاد بیماری و مرگ در انسان‌ها و حیوانات و همچنین زیان اقتصادی قابل توجه در جوامع فقیر است که در آن دامداری موتور اصلی رشد اقتصادی در سطح خانوار و ملی است (Rahman et al. 2020, Molyneux et al. 2011; CDC. 2023). عوامل بیماری‌زای مشترک بین انسان و جانوران آبی

زئونوزیس که به عنوان بیماری‌های مشترک بین انسان و دام نیز شناخته می‌شود، عواقب بسیار زیادی به همراه دارد که شدیدترین آنها مرگ انسان است (Radkhah and Eagderi, 2022a).

در یک مطالعه مشابه، تایید شد که سالانه حدود ۲۶۰۰۰۰ نفر از ماهی‌های آلوده در ایالات متحده بیمار می‌شوند. گوشت ماهی اغلب رایج‌ترین نوع از مواد غذایی است که در شیوع‌های بیماری‌های مشترک بین انسان و دام نقش دارد. سیستم نظارت بر شیوع بیماری‌های منتقله از غذا (FDOSS) به جمع‌آوری داده‌ها در مورد شیوع بیماری‌های ناشی از غذا پرداخت. این سیستم نظارتی بیان کرد که در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۸، حدود ۸۵۷ شیوع مرتبط با ماهیان شناسایی شده است که منجر به ۴۸۱۵ بیماری و ۳۵۹ مورد بستری شدن در بیمارستان و مرگ شده است (Barrett et al. 2017).

بسیاری از بیماری‌های موجود در آبزیان را می‌توان به عنوان بیماری‌های نوظهور طبقه‌بندی کرد، که توسط سازمان جهانی بهداشت تعریف می‌شود: "یک بیماری نوظهور برای اولین بار در یک جمعیت ظاهر شده است به طوری که این بیماری ممکن است قبلاً وجود داشته باشد، اما به سرعت در محدوده جغرافیایی در حال افزایش باشد" (Ogden et al. 2017; WHO. 2023). یکی از ویژگی‌های بیماری‌های نوظهور این است که

سایر آبزیان قرار دهد تا در عین انجام تولید محصولات شیلاتی، سلامتی بشر نیز به طور کامل حفظ شود.

### بیماری مشترک بین انسان و آبزیان

زئونوزیس یک بیماری عفونی است که از طریق گونه‌های جانوری به انسان منتقل می‌شود (Radkhah and Eagderi, 2022b; Antuofermo et al. 2023). چندین عامل بیماری‌های عفونی از جمله باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و قارچ‌ها می‌توانند از طریق شیوه‌های مختلف از جمله نفوذ از طریق پوست زخمی یا ساییده شده، بلع، نیش جانوران، ناقلین (به عنوان مثال حشرات) و تماس حیوانات با انسان (به عنوان مثال استنشاق ذرات تنفسی یا تماس پوست/غشای مخاطی) به انسان منتقل شوند (Boylan. 2011; Lin, 2014; Bao et al. 2017; Fong, 2017; Radkhah. 2017; CDC, 2023). بیماری‌زاهایی که به طور معمول در حیوانات وجود دارند می‌توانند انسان را به طور مستقیم یا از طریق یک ناقل آلوده کنند. در آبزیان، تصور عمومی این است که تعداد کمی از بیماری‌های مشترک بین انسان و دام وجود دارد که به عنوان بیماری‌های مهم در نظر گرفته می‌شوند. این احتمال وجود دارد که به دلیل آگاهی ضعیف افراد و همچنین عدم نظارت صحیح، این مورد کمتر مورد توجه قرار گیرد (Radkhah and Eagderi, 2020). با اینحال، شیوع بیماری‌های

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

مشترک بین انسان و دام دارد (Belkaid and Hand, 2014). با این وجود، به‌طور خاص دو راه اصلی برای بیماری‌های انسانی وجود دارد. شیوه اول، خوردن ماهی خام یا نیم‌پز و مصرف آب یا سایر مواد آلوده به مدفوع / مخاط ماهی آلوده است و شیوه دوم، تماس با عامل عفونی از طریق زخم‌های باز یا خراش/ساییدگی پوست است (Chaplin, 2010; Ziarati et al. 2022). در مطالعه‌ی Raissy (۲۰۱۷)، ۴۶ درصد از بیماری‌های مشترک بین انسان و دام منشأ گرفته از ماهی از طریق دهان منتقل می‌شود در حالی که ۱۵ درصد بیش از یک مسیر انتقال دارند. انتقال از طریق مصرف آب با ارگانیزم‌های آلوده و تماس با پوست در حین جابجایی ماهی به‌ترتیب ۲۴ و ۱۹ درصد است.

اگرچه آلودگی انسان به بیماری‌زاهای ماهی غیرمعمول است، اما باید به‌عنوان یک خطر جدی برای سلامت انسان در نظر گرفته شود. در این میان، بیماری‌های مشترک بین انسان و دام به‌عنوان منبع بیماری‌های عفونی نوظهور انسان شناسایی شده‌اند (جونز و همکاران ۲۰۰۸). ظهور عوامل مشترک بین انسان و دام تهدیدی جدی برای سلامت جهانی است و خسارات زیادی را در سراسر جهان ایجاد می‌کند. بر این اساس، سازمان جهانی بهداشت بر شناسایی عوامل و مکانیزم‌های خاصی که منجر به ظهور بیماری‌های مشترک بین

اطلاعات در مورد پتانسیل مشترک بین انسان و دام محدود است. با اینحال، در صورت وجود امکان، اطمینان از اینکه اطلاعات به‌طور مؤثر و سریع در اختیار سایر متخصصان و عموم قرار می‌گیرد، ضروری است (Radkhan, 2019). این امر را می‌توان با ارزیابی کیفی خطر انجام داد. سؤالاتی که در انجام ارزیابی باید به آنها پاسخ داده شود شامل علت‌شناسی، توزیع جغرافیایی، شیوع، بروز، اکوایدمیولوژی، علائم بالینی، در دسترس بودن تست‌های تشخیصی، ارزیابی پتانسیل مشترک بین انسان و دام، منابع بالقوه قرار گرفتن در معرض انسان و تشخیص بیماری مشترک بین انسان و دام و پتانسیل بیماری هستند (CDC, 2023).

در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت جهان و مصرف غذاهای دریایی، تقاضا برای غذاهای دریایی افزایش یافته است (FAO, 2023). از آنجایی که غذاهای دریایی یکی از منابع پروتئین برای مردم هستند، صنعت شیلات و آبی‌پروری نیز رشد پایداری را در سرتاسر جهان نشان داده است. با اینحال، آنها عاری از خطر نیستند (Boyd et al. 2022). علاوه‌بر مسمومیت غذایی از غذاهای دریایی، انتقال بیماری‌زاهای آبی به انسان نیز وجود دارد. چندین عامل مهم در ماهی و آب پیرامون آنها پتانسیل انتقال بیماری به انسان را نشان داده‌اند (Iwamoto et al. 2010). سیستم ایمنی نقش حیاتی در تعیین شدت بیماری‌های

شیوع عوامل باکتریایی در ماهی‌ها به‌طور سالانه متفاوت است. بنابراین، کارشناسان و آبی‌پروران باید به‌طور مداوم به ارزیابی شیوع بیماری‌زاهای در جمعیت ماهیان وحشی و پرورشی بپردازند و این مسئله را مورد کنترل قرار دهند. علاوه‌بر این، ماهی‌های زینتی نیز می‌توانند به‌عنوان منبع مهم عوامل مشترک بین انسان و دام عمل کنند چراکه پرورش این ماهیان منجر به انتشار سطح بالایی از عوامل باکتریایی در سیستم‌های پرورشی می‌شود که ممکن است به بدن انسان انتقال یابند (Radkhah et al. 2020).

#### ویبریوناسه (*Vibrionaceae*)

*Vibrionaceae* خانواده‌ای از *Pseudomonadota* هستند که راسته خاص خود به نام *Vibrionales* را دارند. ساکنان آب‌های شیرین یا شور، چندین گونه بیماری‌زا هستند، از جمله گونه *Vibrio cholerae* که عامل ایجاد وبا است. بیشتر باکتری‌های بیولومینسانس متعلق به این خانواده هستند و به‌طور معمول به‌عنوان همزیست‌های جانوران اعماق دریا یافت می‌شوند (Ziarati et al. 2022). خانواده *Vibrionaceae* در حال حاضر شامل هشت جنس معتبر *Aliivibrio*، *Grimontia*، *Enterovibrio*، *Catenococcus*، *Listonella*، *Photobacterium*، *Salinivibrio* و *Vibrio* است (Liu. 2024). البته لازم به ذکر است

انسان و دام می‌شوند، تاکید می‌کند (WHO. 2023). عوامل مختلفی مانند نوع میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و قارچ‌ها)، وضعیت میزبان (وجود زخم‌های باز روی بدن، نفوذ بر روی ستون فقرات، نقص ایمنی) و عوامل محیطی (آب آلوده) در انتقال بیماری دخیل هستند (Maheswary et al. 2021). در میان بیماری‌زاهای مرتبط با ماهی، مهم‌ترین عوامل عفونی باکتری‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها هستند. علاوه‌بر این، موجودات تک‌یاخته‌ای مانند کریپتوسپورییدیوم (*Cryptosporidium spp.*) همچنین به‌عنوان یک خطر مشترک بین انسان و دام ناشی از ماهی برای انسان در نظر گرفته می‌شود. چندین گونه کریپتوسپورییدیوم در ماهیان آب شیرین، پرورشی، دریایی و زینتی در سراسر جهان شناسایی شده است. افزایش سریع شیلات و آبی‌پروری در سطح جهان و از سوی دیگر وجود عوامل بیماری‌زای قابل انتقال از ماهی به انسان باعث شده است که مرور حاضر بر بیماری‌های مشترک بین انسان و دام باکتریایی، ویروسی، انگلی و قارچی، خطر برای انسان و در نهایت آنها تمرکز کند (Golomazou and Karanis, 2020).

#### عوامل مشترک باکتریایی بین انسان و آبزیان

ماهی‌های ظاهراً سالم نیز ممکن است دارای بیماری‌زاهای باکتریایی، به‌ویژه در کلیه‌ها و روده هایشان باشند (Madigan and Martinko, 2005).

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

متخصصان آبی‌پروری و مصرف‌کنندگان محصولات آبی به‌همراه دارند. از سوی دیگر، از آنجایی‌که ویبریوز یک بیماری بالقوه خطرناک در ماهی است، استفاده زیاد از آنتی‌بیوتیک‌ها در سیستم‌های پرورشی باعث افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌ها شده است (Sampaio et al. 2022). گونه‌های ویبریوز در آب‌های شور و شیرین نیز به وفور یافت می‌شوند و عفونت‌های انسانی توسط آنها از طریق ضایعات پوستی و مصرف ماهی‌های آلوده رخ می‌دهد. گونه‌های که انسان را آلوده می‌کنند شامل *V. vulnificus*، *V. alginolyticus*، *V. cholerae*، *V. metschnikovi*، *V. hollisae*، *V. damsela*، *V. parahaemolyticus* هستند (Boylan, 2011). برخی از گونه‌های مهم موجود در ماهی‌های آلوده نیز شامل *V. anguillarum*، *V. alginolyticus*، *V. vulnificus*، *V. harvey*، *V. campbellii* و *V. parahaemolyticus* هستند (Huzmi et al. 2019).

گونه‌های مهم ویبریوز در ماهی‌های دریایی *V. vulnificus* و *V. parahaemolyticus* هستند و شایع‌ترین عفونت‌های انسانی توسط *V. vulnificus*، *V. cholerae* و *V. parahaemolyticus* ایجاد می‌شوند. علائم بالینی ماهی‌های آلوده به ویبریوز اغلب غیراختصاصی است و شامل بی‌حالی، ضایعات

که تجزیه و تحلیل داده‌های فیلوژنتیک، ژنومی و فنوتیپی نشان داده است که جنس *Listonella* از جنس *Vibrio* متمایز نیست، بنابراین این جنس در حال حاضر مترادف *Vibrio* در نظر گرفته می‌شود (Madigan and Martinko, 2005).

خانواده *Vibrionaceae* شامل ارگانسیم‌های متعددی است که یکی از مهم‌ترین آنها *V. cholerae* است. این ارگانسیم تاکنون میلیون‌ها نفر را طی اپیدمی‌های مختلف وبا که اکثر نقاط جهان را تحت تاثیر خود قرار داده، به کام مرگ کشانده است. خانواده *Vibrionaceae* شامل گونه‌های مختلفی است که هم در انسان و هم در حیوانات باعث عفونت‌های روده‌ای و خارج روده‌ای می‌شوند. بسیاری از گونه‌های *Vibrionaceae* به‌طور گسترده در محیط زیست پراکنده هستند، جایی که آنها به چرخه ترکیبات آلی و معدنی کمک می‌کنند. گونه‌های *Vibrionaceae* همچنین به‌طور گسترده در مطالعات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، زیست‌شناسی مولکولی و بیماری‌زایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Baumann and Baumann, 1981). برای برخی از گونه‌ها مطالعات زیادی وجود دارد، اما در مورد گونه‌های دیگر فقط تعداد اندکی از تحقیقات موجود است (Farmer, 2006). گونه‌های ویبریوز، به‌عنوان باکتری‌های گرم منفی، خطر ابتلا به بیماری مشترک بین انسان و دام را در

اریتم (erythema) و نکروز بافتی شود (Haftel and Sharman, 2023). بیماری اریتم به قرمزی پوست یا غشاهای مخاطی روی بدن ماهی مربوط است که در اثر پرخونی (افزایش جریان خون) در مویرگ‌های سطحی ایجاد و با هرگونه آسیب پوستی، منجر به بروز عفونت یا التهاب می‌شود (Schmidt et al. 2018). تمایل روزافزون مصرف‌کنندگان به غذاهای دریایی آماده مانند گوشت خام ماهی می‌تواند باعث بیماری ناشی از غذاهای دریایی به دلیل *V. parahaemolyticus* شود. *V. vulnificus* یک بیماری زئونوز مهم محسوب می‌شود که نگرانی‌های زیادی پیرامون بهداشت عمومی آن مطرح است. گزارش‌های به دست آمده نشان داده است که پس از مصرف صدف خام، این باکتری باعث سپتی‌سمی اولیه در انسان می‌شود. همچنین، هنگامی که زخم‌ها در معرض آب دریا قرار می‌گیرند، می‌توانند موجب سپتی‌سمی ثانویه شوند (Yun and Kim, 2018).

پوستی، آگزوفتالمی و مرگ می‌شود. علاوه بر این، علائم دیگری مانند تورم طحال، قطرات شکمی، التهاب روده، خونریزی اپیدرمی، پوسیدگی چشم و پوسیدگی دم گزارش شده است (شکل ۱). ویبریوز شامل سه مرحله اصلی (ورود از طریق پوست، باله‌ها، آبشش‌ها و مقعد، تخریب بافت و سلول‌های میزبان و خروج) است که می‌تواند میزبان را تحت تأثیر قرار دهد و منجر به مرگ و میر شود. برخی از عوامل حدت ویبریوز شامل سیدروفورها، محصولات خارج سلولی (ECP)، آنزیم‌های هیدرولیتیک و سموم هستند. مقاومت در برابر ویبریوز به تعامل بیماری‌زا، میزبان و محیط بستگی دارد، اما گزارش‌هایی از مرگ و میر ماهی در حدود ۱۰۰ درصد با برخی گونه‌های ویبریوز وجود دارد (Ina-Salwany et al. 2019). انتقال گونه‌های ویبریوز از ماهی به انسان می‌تواند باعث بیماری‌هایی مختلفی از قبیل ضایعات (مانند زخم‌ها، آبسه‌ها، کیست‌ها و تومورها)، سپتی‌سمی،



شکل ۱- علائمی از اثرات عامل باکتریایی ویبریوز در ماهی هامور (*Epinephelus lanceolatus*). تصویر راست) کاهش فلس‌ها و آگزوفتالمی (علامت پیکان). تصویر چپ) کاهش فلس و زخم‌های پوستی روی بدن ماهی (Manchanayake et al. 2023)

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزبان با هدف ..."

#### استرپتوکوکاسه (*Streptococcaceae*)

یکی دیگر از باکتری‌های گرم مثبت و عامل مشترک بین انسان و دام، استرپتوکوکاسه است. این خانواده باکتریایی باعث استرپتوکوکوس (*Streptococcus*) سیستمیک می‌شود که به تهدیدی برای ماهی‌ها در سراسر جهان تبدیل شده است و آسیب‌های اقتصادی و نگرانی‌های بهداشتی زیادی را در سطح جهانی به همراه داشته است. باکتری‌های این خانواده به‌عنوان عوامل مشترک بین انسان و دام و بیماری‌زاهای انسانی در هنگام تماس با ماهی در نظر گرفته می‌شوند. گزارش‌هایی از مننژوانسفالیت و مرگ در گونه‌های مختلف ماهی پرورشی گزارش شده است (Bovo et al. 1999). علاوه بر این، باکتری‌های استرپتوکوکوس در طی دوره‌های مختلف باعث ایجاد عوارض و مرگ و میر بالایی در بین ماهی‌های آب شیرین و شور شده‌اند. هر دو انتقال افقی و عمودی ژن در این سویه باکتریایی گزارش شده است (Shetty et al. 2012; Ziarati et al. 2022). انتقال ماده ژنتیکی بین سلول‌های باکتریایی بدون تقسیم سلولی تعریف می‌شود، در حالی که انتقال عمودی به انتقال ماده ژنتیکی از سلول مادر به سلول دختر در طول تقسیم سلولی اشاره دارد (Daubin and Szöllösi, 2016). در شکل ۲ علائم بیماری ناشی از عامل باکتریایی استرپتوکوکوس

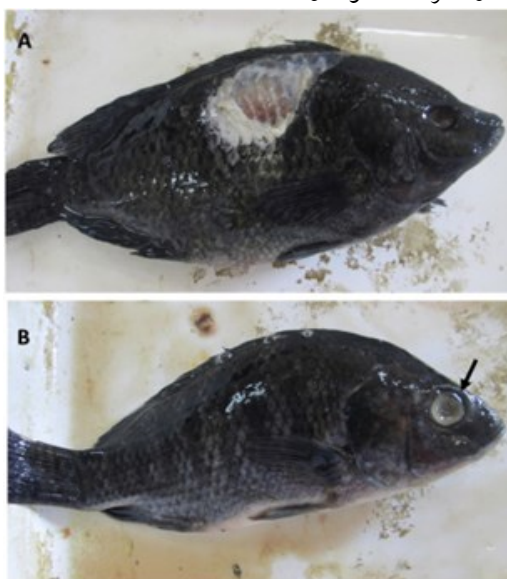
در ماهی تیلاپای نیل (*Oreochromis niloticus*)

ارائه شده است.

شیوه‌های انتقال به انسان شامل تماس مستقیم با یک ماهی مُرده یا بیمار و تماس غیرمستقیم با آب آلوده است. باکتری‌های اصلی که باعث استرپتوکوکوس ماهی می‌شوند، شامل *S. agalactiae*، *S. diffcile*، *S. difficilis*، *S. dysgalactiae*، *S. iniae* و *S. shiloi* هستند. علاوه بر این، سویه‌های ST283/استرپتوکوک گروه B (GBS) در ماهی‌های آب شیرین و دریایی، انسان و قورباغه شناسایی شده‌اند (Pekala-Safińska. 2018). علائم بالینی بیماری به گونه ماهی بستگی دارد (Austin and Allen-Austin, 1985). با اینحال، شایع‌ترین تظاهرات آگروفتالمی، اتساع شکم، از دست دادن جهت‌گیری، شنای نامنظم، بی‌اشتهایی، تیرگی چشم، خونریزی پوست و در نهایت مرگ است (Aroch et al. 2008). استرپتوکوک بر اساس علائم بالینی و رفتار شنای نامتعادل یک عامل نوروتروپیک برای ماهی در نظر گرفته می‌شود (Butt and Patel, 2023). این باکتری در کبد، آبشش‌ها، کلیه‌ها، طحال و بافت‌های مورد نیاز برای دفاع ماهی در برابر عوامل بیماری‌زا وجود دارد (Neely et al. 2022; Athanassopoulou et al. 2017). پژوهش‌ها در مورد بیماری‌زایی استرپتوکوک نشان داده است که دستگاه گوارش درگاه اصلی ورود *S. agalactiae*

اگزوپلی ساکاریدهای خارج سلولی به چسبندگی بیشتر (و مقاومت در برابر مواد سمی) کمک می‌کند. در انسان، دست زدن به ماهی‌های زنده، گشته شده و آلوده می‌تواند منجر به ایجاد سلولیت، اندوکاردیت، مننژیت، عفونت‌های سیستمیک شدید، زخم‌های چرکی، سپتیسمی، آرتریت، لنفادنیت و به‌ندرت مرگ شود. لازم به ذکر است که *استرپتوکوکوس اینیا* (برای اولین بار از دلفین آب شیرین آمازون در دهه ۱۹۷۰ جدا شد) به‌عنوان یک باکتری بیماری‌زای دریایی در سرتاسر جهان شناخته شده است. این سویه باکتریایی به دلیل شیوع بالای آن (شیوع کلی حدود ۱۰ درصد در ماهیان دریایی وحشی و سخت پوستان) به‌عنوان یکی از تهدیدهای اصلی برای صنعت آبی‌پروری دریایی مورد توجه قرار گرفته است (Irion et al. 2021).

در ماهی تیلاپیا بوده است و این باکتری می‌تواند از مخاط و لایه‌های روده این ماهی عبور کند (Zhang. 2021). فاکتورهای حدت/استرپتوکوک شامل پروتئین‌های سطحی، پلی ساکاریدهای کپسولی و محصولات ترشح شده است. پروتئین‌های سطح باکتری به فیبرینوزن انسانی متصل می‌شوند تا فعالیت فاگوسیتی را مهار کنند. آنها همچنین می‌توانند به ایمونوگلوبولین‌ها متصل شوند (Pickering et al. 2019). پیتیداز C5 باکتریایی و پروتئاز به ترتیب جزء مکمل C5A و کموکین اینترلوکین-۸ را تخریب می‌کنند، در نتیجه سیگنال‌های کموتاکتیک را از بین می‌برند و در نتیجه، جذب فاگوسیت‌ها را مختل می‌کنند. استرپتولیزین باکتریایی لئفوسیت‌ها، گلبول‌های قرمز و نوتروفیل‌ها را از بین می‌برد (McKenna et al. 2022). سنتز پلی ساکاریدها در اطراف سلول و



شکل ۲- علائم بیماری ناشی از عامل باکتریایی *استرپتوکوکوس در ماهی تیلاپیا نیل (O. niloticus)*. (A) تاثیر عامل باکتریایی بر بافت پوست، (B) فرورفتگی چشم (علامت پیکان). (Bwalya et al. 2020).

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

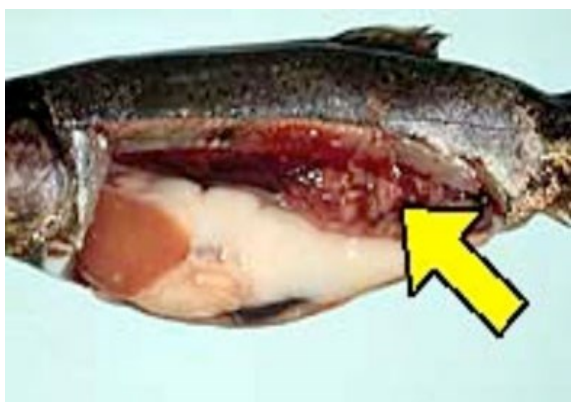
### مایکوباکتریاسه (*Mycobacteriaceae*)

مایکوباکتریوم (*Mycobacterium* spp.) باسیل‌های پلئومورفیک گرم مثبت، هوازی و غیر متحرک متعلق به خانواده مایکوباکتریاسه هستند که شامل بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا مربوط به انسان، پستانداران، خزندگان و ماهی می‌شوند. مایکوتوبرکلوزیس یک بیماری شایع ماهیان دریایی، آب شیرین و آب شور است و یکی از عوامل اصلی مرگ و میر ماهیان پرورشی و آزاد (شکل ۳) محسوب می‌شود (Hashish et al. 2018). عفونت‌های غیر سلی مایکوباکتریوم (NTM) ماهی در بیش از ۱۵۰ گونه ماهی در سراسر جهان شناسایی شده است و ماهیت مشترک بین انسان و دام آن یک نگرانی برای سلامت عمومی است. بیشتر گونه‌های ماهی به مایکوباکتریوم حساس هستند و می‌توانند باکتری‌ها را به صورت افقی و عمودی منتقل کنند. شیوع مایکوباکتریوم در ماهیان زینتی نیز گزارش شده است (Regev et al. 2020). علائم بالینی ماهیان آلوده به دلیل سویه‌های متعدد باکتری و گستره وسیع گونه‌های میزبان متفاوت است. علائم خاص ماهی‌های آلوده به گونه‌های مایکوباکتریوم بی‌حالی، ظهور رنگدانه، اتساع شکم، اگزوفتالمی، ضایعات پوستی و مرگ است (Irshath et al. 2023). با اینحال، به دلیل انتشار عفونت از طریق سیستم گردش خون و لنفاوی، عفونت در برخی از

اندام‌های ماهی مانند چشم، آبشش، کبد، کلیه‌ها، طحال یافت می‌شود. ظواهر ماهی آلوده همچنین می‌تواند شامل بزرگ شدن کبد، کلیه، طحال و ندول اندام‌های داخلی باشد. ماهی‌های آلوده بدون علامت در درازمدت ناقل یا پخش‌کننده باکتری هستند و بیماری‌های انسانی اغلب در تماس با آبزیان و آب آلوده شیوع پیدا می‌کنند. در حال حاضر، بیش از ۱۹۰ گونه از جنس مایکوباکتریوم شناخته شده است (Pennington et al. 2021). مهم‌ترین عوامل زئونوز ماهی شامل *M. chelonae*، *M. avescens*، *M. marinum*، *M. gordonae*، *M. fortuitum* و *M. peregrinum*، *M. septicum*، *M. ulcerans* و *M. avium* هستند. عفونت آنها می‌تواند منجر به بیماری حاد و مزمن شود. بیماری در انسان ناشی از این مایکوباکتریوم‌ها به‌طور معمول منجر به ضایعات گرانولوماتوز روی پوست، ضایعات نکروزه شدید و عفونت‌های عمیق بافتی مانند تاندون‌ها و استخوان‌ها می‌شود (Shah et al. 2017). با اینحال، بیماری‌های تنفسی و خارج تنفسی سیستمیک نادر هستند، اما می‌توانند در بیماران دچار نقص ایمنی رخ دهند (Puk and Guz, 2020). گاهی اوقات، آرتریت، استئومیلیت و برونشیت رخ می‌دهد. مایکوباکتریوز در بیماران دچار نقص ایمنی می‌تواند به عفونت سیستمیک و در نهایت مرگ منجر شود. در بین گونه‌های

دریای کارائیب) شناسایی شد (Savage et al. 2022). وجود عامل باکتریایی میکوباکتریوم در ماهی‌های زینتی آب شیرین که در فروشگاه‌های حیوانات خانگی به فروش می‌رسند، خطر بزرگی برای افرادی که آنها را نگهداری می‌کنند، به همراه دارد. یک رویکرد بهداشتی برای شناسایی وجود چنین بیماری‌زاهای مشترک بین انسان و دام و جلوگیری از انتقال بعدی آنها به انسان ضروری است.

مختلف میکوباکتریوم، چهار گونه در ماهیان آب شیرین، دریایی و زینتی شایع‌ترین هستند و نقش کلیدی در بروز شیوع دارند (Novotny et al. 2010). یکی از این چهار گونه شامل *M. marinum* است که بیشترین نقش را دارد و سپس، سایر بیماری‌زاهای میکوباکتریومی ماهی شامل *M. fortuitum*، *M. gordonae* و *M. chelonae* هستند (Delghandi et al. 2020). میکوباکتریوز در ماهیان زینتی مورد استفاده برای تجارت در ترینیداد و توباگو (جزیره‌ای در



قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)



گلدفیش (*Carassius auratus*)



سی‌باس (*Dicentrarchus labrax*)

جدول ۳- تصاویری از تاثیر عوامل باکتریایی میکوباکتریوم بر بدن و اندام‌های درونی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، گلدفیش و سی‌باس. (Passantino et al. 2008; DPIRD. 2013; Avsever et al. 2016; Delghandi et al. 2020)

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

فصول گرم سال باعث مشکل در فروش و نگهداری ماهی شود (Ziarati et al. 2022)، با اینحال، تاکنون عفونت *E. piscisarius* در انسان ثبت نشده است (Huang et al. 2022).

به طور کلی، هنگامی که مخاط ماهی حاوی باکتری است با دست زدن به ماهی تازه یا مُرده، عامل باکتریایی به بدن انسان منتقل و فرد مورد نظر به عفونت باکتریایی مبتلا می‌شود (Díaz-Puertas et al. 2023). لازم به ذکر است که *E. rhusiopathiae* هیچ بیماری در ماهی ایجاد نمی‌کند. با اینحال، به دلیل بقای طولانی مدت آن بر روی مخاط بیرونی ماهی، می‌تواند به انسان منتقل شود و باعث بیماری اریزیپلوئید (erysipeloid) شود (Zautner et al. 2022). بنابراین، عفونت‌های انسانی ناشی از اریزیپلوئیدکس مربوط به تماس با حیوانات آلوده و محصولات یا ضایعات آنها است (Tolis et al. 2015).

سویه باکتریایی *E. rhusiopathiae* باعث سپتی سمی، عفونت پوست (به‌طور عمده دست) و اندوکاردیت می‌شود (Wang et al. 2020). ماهیگیران و دامپزشکان از جمله افرادی هستند که در معرض خطر بالای عفونت اریزیپلوئیدکس هستند. در سال ۲۰۱۷، اولین گزارش از تنوسینوویت با تظاهرات سیستمیک مرتبط با عامل باکتریایی *E. rhusiopathiae* در نروژ ثبت شد. در

### اریزیپلوئیدکاسه (*Erysipelotrichaceae*)

اریزیپلوئیدکس (*Erysipelothrix*) یک باکتری گرم مثبت است که با زئونوز ماهی مرتبط است (شکل ۴). با پستانداران دریایی ارتباط دارد و باعث بیماری‌های پوستی حاد می‌شود. مهم‌ترین عضو این خانواده *Erysipelothrix rhusiopathiae* (که قبلاً به نام *E. insidiosa* شناخته می‌شد) است که باعث بیماری در حیوانات و انسان می‌شود. این عامل باکتریایی تمایل به هدف قرار دادن پوست، بافت‌های همبند و دیواره‌های عروقی دارد (Opriessnig et al. 2020). تظاهرات بالینی شامل درماتیت نکروزان، میوزیت و سلولیت است. قبل از سال ۲۰۱۴ تصور می‌شد که *E. rhusiopathiae* یک باکتری شایع ماهی است، اما مرگ و میر مرتبط با اریزیپلوئیدکس در کشورهای مختلف گزارش شده است (Ziarati et al. 2022). به تازگی یک گونه نوظهور از عامل باکتریایی اریزیپلوئیدکس تحت عنوان *E. piscisarius* در ماهیان زینتی از قبیل بارب ببری (*Puntigrus tetrazona*) گزارش شده است (Pomaranski et al. 2020). این ارگانیزم یک بیماری‌زای جدید در صنعت آبزی پروری محسوب می‌شود که باعث ایجاد زخم و نکروز دهانی، درماتیت نکروزان، میوزیت و سلولیت در ماهی می‌شود (Pomaranski et al. 2020; Huang et al. 2022). از اینرو، این عامل باکتریایی به راحتی می‌تواند در

این مطالعه، پژوهشگران بیماری را با تنوسینوویت  
عفونی همراه با عفونت جریان خون به دلیل  
*E. rhusiopathiae* مورد بررسی قرار دادند  
(Hofseth et al. 2017).



شکل ۴- نمایی از اثرات باکتری اریزیپلوتریکس در ماهی بارب رُزی (*Pethia conchonius*) که به عنوان یک عامل باکتریایی مشترک بین انسان و دام محسوب می شود. زخم‌هایی در ناحیه دهان ماهی ناشی از اثر عامل باکتریایی *E. rhusiopathiae* مشهود است (Petty. 2023).

#### بیماری‌های انسان

که می‌توانند باعث عفونت‌های جریان خون، به‌ویژه در افراد دارای نقص ایمنی شوند، این در حالی است که برخی از عوامل باکتریایی از قبیل کلسترییدیوم بوتولینوم (*Clostridium botulinum*) و لیستریا (*Listeria*) می‌توانند باعث بیماری‌های شدیدتر شوند (Baker-Austin et al. 2018). Hamad و همکاران (۲۰۲۲) اظهار داشتند از میان ۴۰۹۰ بیماری ناشی از غذا که در سطح جهان از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۷ شیوع پیدا کرده بود، ۲۷۷ مورد (حدود ۷ درصد) به غذاهای دریایی نسبت داده شد که در درجه اول به دلیل گونه‌های *Vibrio sp.* و *C. botulinum* بروز یافته بود. در گزارش دیگری، Weir و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که در کشور کانادا، ۲۰ مورد شیوع مرتبط

افرادی که اغلب در معرض ماهی، محصولات یا محیط زیست مرتبط با ماهی قرار می‌گیرند (به عنوان مثال ماهیگیران یا کارگران فرآوری ماهی)، در معرض خطر بیشتری هستند (Huss et al. 2000). با اینحال، افرادی که از نظر وضعیت سلامتی با نقص ایمنی مواجه هستند، ممکن است در معرض خطر بیشتری باشند. شایان ذکر است که انتخاب‌های غذایی، مانند غذاهای دریایی زنده و فصلی (یعنی به دلیل سطوح بالاتر ویبریو در آب گرم‌تر) عوامل خطر برای بیماری‌های مرتبط با غذاهای دریایی در انسان هستند (Weir et al. 2012). *Aeromonas* و *V. vulnificus* از جمله عوامل باکتریایی مشترک بین انسان و دام هستند

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

اخیر به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. با اینحال، چنین ظرفیتی با رشد سریع بخش آبی‌پروری مطابقت نداشته است. بسیاری از جدی‌ترین عوامل بیماری‌های عفونی موثر بر گونه‌های پرورشی در صنعت آبی‌پروری باکتری‌ها هستند. از آنجایی‌که باکتری‌ها به‌ندرت به‌عنوان بیماری‌زاهای اولیه عمل می‌کنند و به‌طور معمول به‌عنوان بیماری‌زاهای فرصت‌طلب در میزبان‌هایی که قبلاً آسیب دیده یا به شدت نقص ایمنی دارند، موجب بیماری می‌شوند، توجه کمی به این گروه بیماری‌زا در طی سال‌های گذشته شده است. با توجه به این موضوع، لازم است که در راستای حفظ سلامت کارگران و کارگزاران در بخش آبی‌پروری، پروتکل‌های مدیریتی به‌طور صحیح و بر مبنای دانش روز بشر مورد عنایت و اجرا قرار گیرند. برای تحقق این هدف مهم، ایجاد هماهنگی بین سازمان‌های مربوطه به‌ویژه سازمان دامپزشکی و شیلات ایران بسیار ضروری است.

با غذاهای دریایی از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ گزارش شد که بیشتر به‌دلیل عوامل باکتریایی *Salmonella enterica* (۲۵ درصد)، *C. botulinum* (۱۵ درصد)، *Campylobacter spp.* (۱۰ درصد) و *Staphylococcus aureus* (۱۰ درصد) رخ داده بود.

### نتیجه‌گیری

امروزه، گسترش بیماری در بین آبزیان موجب شده که صنعت آبی‌پروری با محدودیت‌ها و معضلات بسیار زیادی مواجه شود. در سطح جهانی، روند به این صورت است که یک بیماری‌زا که قبلاً گزارش نشده است باعث یک بیماری جدید و ناشناخته می‌شود. این بیماری می‌تواند به‌سرعت مرزهای ملی را درنوردیده و تقریباً هر ۳ تا ۵ سال یک بار باعث تلفات عمده در بخش تولیدات آبی‌پروری شود. مدیریت صحیح بهداشت در بخش آبی‌پروری و همچنین، توجه به سلامت آبزیان طی سه دهه

### References

- Antuofermo E, Polinas M, Dessì D, Henriquez FL. 2023.** Editorial: Zoonosis associated with parasites and infectious diseases in aquatic animals. *Front. Vet. Sci.* 10:1227007. DOI: 10.3389/fvets.2023.1227007
- Aroch I, Ofri R, Sutton GA. 2008.** Ocular Manifestations of Systemic Diseases. *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology.* 2008:374-418. DOI: 10.1016/B978-072160561-6.50021-6
- Ateudjieu J, Siewe Fodjo JN, Ambomatei C, Tchio-Nighie KH, Zoung Kanyi Bissek A-C. 2023.** Zoonotic Diseases in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Zoonotic Diseases.* 3(4):251-265. DOI: 10.3390/zoonoticdis3040021

### فهرست منابع

- Athanassopoulou Q, Aanaoiiyaoy F, ROBERTS RJ. 2017.** Streptococcal infections of farmed fish. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. 55(2): 136–144. DOI: 10.12681/jhvms.15174
- Austin B, Allen-Austin D. 1985.** A review. Bacterial pathogens of fish. J. Appl. Bact. 51: 483-506.
- Avsever M.L, Çavuçoğlu C, Eskiizmirliler S, Türe M, Korun J, Çamkerten I. 2016.** First isolation of Mycobacterium marinum from sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Spams auratus*) cultured in Turkey. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 36: 193–200.
- Baker-Austin C, Oliver JD, Alam M. 2018.** Vibrio spp. infections. Nat Rev Dis Primers 4: 1–19 (2018). DOI: 10.1038/s41572-018-0005-8
- Barrett KA, Nakao JH, Taylor EV, Eggers C, Gould LH. 2017.** Fish-Associated Foodborne Disease Outbreaks: United States, 1998-2015. Foodborne Pathog Dis. 14(9):537-543. DOI: 10.1089/fpd.2017.2286
- Bao M, Pierce GJ, Pascual S, González-Muñoz M, Mattiucci S, Mladineo I, Cipriani P, Bušelić I, Strachan NJ. 2017.** Assessing the risk of an emerging zoonosis of worldwide concern: Anisakiasis. Sci. Rep. 7:43699. DOI: 10.1038/srep43699.
- Baumann P, Baumann L. 1981.** The marine gram-negative eubacteria: Genera *Photobacterium*, *Beneckea*, *Alteromonas*, *Pseudomonas*, and *Alcaligenes* 1302–1331 M. P. Starr, H. Stolp, H. G. Trüper, A. Balows, and H. G. Schlegel (ed.) The prokaryotes Springer-Verlag Berlin.
- Belay ED, Kile JC, Hall AJ, Barton-Behravesh C, Parsons MB, Salyer S, Walke H. 2017.** Zoonotic disease programs for enhancing global health security. Emerg Infect Dis. 23(13):65–70. DOI: 10.3201/eid2313.170544
- Belkaid Y, Hand TW. 2014.** Role of the microbiota in immunity and inflammation. Cell. 157(1):121-41. DOI: 10.1016/j.cell.2014.03.011
- Bovo G, Nishizawa T, Maltese C, Borghesan F, Mutinelli F, Montesi F, De Mas S. 1999.** Viral encephalopathy and retinopathy of farmed marine fish species in Italy. Virus Res. 63(1-2):143-146. DOI: 10.1016/s0168-1702(99)00068-4
- Boyd CE, McNevin AA, Davis RP. 2022.** The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. Food Sec. 14: 805-827. DOI: 10.1007/s12571-021-01246-9
- Boylan S. 2011.** Zoonoses associated with fish. Vet Clin North Am Exot Anim Pract. 14(3):427–438.
- Butt S, Patel BC. 2023.** Exophthalmos. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559323/>. Accessed on 14 April 2023.
- Bwalya P, Simukoko C, Hang'ombe BM, StÅre SC, StÅre P, Gamil AAA, Evensen Å, Mutoloki S. 2020.** Characterization of streptococcus-like bacteria from diseased Oreochromis niloticus farmed on Lake Kariba in Zambia. Aquaculture, 523: 735185–. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735185
- Chaplin DD. 2010.** Overview of the immune response. J Allergy Clin Immunol. 125(2 Suppl 2):S3-23. DOI: 10.1016/j.jaci.2009.12.980
- CDC. 2023.** Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Zoonotic Diseases. <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/zoonotic-diseases.html>. Accessed on 10 August 2023.
- Daubin V and Szöllösi GJ. 2016.** Horizontal gene transfer and the history of life. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. 8(4): a018036. DOI: 10.1101/cshperspect.a018036
- Delghandi MR, El-Matbouli M, Menanteau-Ledouble S. 2020.** Mycobacteriosis and Infections with Non-tuberculous Mycobacteria in Aquatic Organisms: A Review. Microorganisms. 8(9):1368. DOI: 10.3390/microorganisms8091368
- Díaz-Puertas R, Adamek M, Mallavia R, Falco A. 2023.** Fish Skin Mucus Extracts: An Underexplored Source of Antimicrobial Agents. Marine Drugs. 21(6):350. DOI: 10.3390/md21060350
- DPIRD. 2013.** Department of Primary Industries and Regional Development. Fish disease and human health. Rainbow trout with mycobacteria lesions. <https://www.fish.wa.gov.au/Sustainability-and-Environment/Fisheries-Science/Aquatic-Animal-Health/Pages/Fish-Disease-And-Human-Health.aspx>. Accessed on 15 July 2013.
- Farmer JJ. 2006.** The Family Vibrionaceae. In: Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, KH., Stackebrandt, E. (eds) The Prokaryotes. Springer, New York, NY. DOI: 10.1007/0-387-30746-X\_17
- Fong IW. 2017.** Animals and mechanisms of disease transmission. Emerging Zoonoses. 8:15–38. DOI: 10.1007/978-3-319-50890-0\_2
- FAO. 2023.** Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. <https://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/2020/en>. Accessed on 27 July 2023.
- Golomazou E and Karanis P. 2020.** *Cryptosporidium* Species in fish: An update. Environmental Sciences Proceedings. 2(1): 13. DOI: 10.3390/envirosci2020002013

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

- Haftel A, Sharman T. 2023.** *Vibrio vulnificus* Infection. [Updated 2023 Jan 10]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554404>. Accessed on 10 May 2023.
- Hamad G, Hafez EE, Sobhy SE, Mehany T, Elfayoumy RA, Elghazaly EM, Eskander M, Tawfik RG, Hussein SM, Pereira L. 2023.** Detection of *Clostridium botulinum* in Some Egyptian Fish Products, Its Control in Vitro Using Citrus Leaves Extracts, and Applicability of Citrus limon Leaf Extract in Tuna. *Foods*. 12(7):1466. DOI: 10.3390/foods12071466
- Hashish E, Merwad A, Elgaml S, Amer A, Kamal H, Elsadek A, Marei A, Sitohy M. 2018.** *Mycobacterium marinum* infection in fish and man: epidemiology, pathophysiology and management; a review. *Vet Q*. 38(1):35-46. DOI: 10.1080/01652176.2018.1447171
- Hofseth K, Dalen H, Kibsgaard L. 2017.** Infectious tenosynovitis with bloodstream infection caused by *Erysipelothrix rhusiopathiae*, a case report on an occupational pathogen. *BMC Infect Dis*. 17: 12. DOI: 10.1186/s12879-016-2102-1
- Huang W, Han D, Cai Q, Yi X, Tang J, Fang Y, Lu Y. 2022.** First identification of human infection with *Erysipelothrix pisciscarius* by metagenomic next-generation sequencing. *Emerg Microbes Infect*. 11(1): 2781-2784. DOI: 10.1080/22221751.2022.2140614
- Huss HH, Reilly A, Ben Embarek PK. 2000.** Prevention and control of hazards in seafood. *Food Control*. 11:149-156.
- Huzmi H, Ina-Salwany MY, Natrah FMI, Syukri F, Karim M. 2019.** Strategies of controlling vibriosis in fish. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 7(5):513-521.
- Ina-Salwany MY, Al-Saari N, Mohamad A, Mursidi FA, Mohd-Aris A, Amal MNA, Kasai H, Mino S, Sawabe T, Zamri-Saad M. 2019.** Vibriosis in Fish: A Review on Disease Development and Prevention. *J Aquat Anim Health*. 31(1):3-22. DOI: 10.1002/aah.10045
- Irion S, Rudenko O, Sweet M, Chabanet P, Barnes AC, Tortosa P, Séré MG. 2021.** Molecular Investigation of Recurrent *Streptococcus iniae* Epizootics Affecting Coral Reef Fish on an Oceanic Island Suggests at Least Two Distinct Emergence Events. *Front Microbiol*. 12:749734. DOI: 10.3389/fmicb.2021.749734
- Irshath AA, Rajan AP, Vimal S, Prabhakaran VS, Ganesan R. 2023.** Bacterial Pathogenesis in Various Fish Diseases: Recent Advances and Specific Challenges in Vaccine Development. *Vaccines (Basel)*. 11(2):470. DOI: 10.3390/vaccines11020470
- Iwamoto M, Ayers T, Mahon BE, Swardlow DL. 2010.** Epidemiology of seafood-associated infections in the United States. *Clin Microbiol Rev*. 23(2): 399-411. DOI: 10.1128/CMR.00059-09
- Levitt AM, Khan AS, Hughes JM. 2010.** Emerging and re-emerging pathogens and diseases. *Infectious Diseases*. 2010:56-69. DOI: 10.1016/B978-0-323-04579-7.00004-6
- Lin CN. 2014.** Impacts on Human Health Caused by Zoonoses. *Biological Toxins and Bioterrorism*. 1:211-28. DOI: 10.1007/978-94-007-5869-8\_35
- Liu Q, Cao L, Zhu XQ. 2014.** Major emerging and re-emerging zoonoses in China: A matter of global health and socioeconomic development for 1.3 billion. *Int. J. Infect. Dis*. 25:65-72. DOI: 10.1016/j.ijid.2014.04.003
- Liu D. 2024.** *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus*. *Molecular medical microbiology (Third Edition)*, Academic Press, New York, USA. pp. 1053-1064. DOI: 10.1016/B978-0-12-818619-0.00002-2
- Madigan M, Martinko J. 2005.** *Brock Biology of Microorganisms (11<sup>th</sup> ed.)*. Prentice Hall.
- Maheswary T, Nurul AA, Fauzi MB. 2021.** The Insights of Microbes' Roles in Wound Healing: A Comprehensive Review. *Pharmaceutics*. 13(7):981. DOI: 10.3390/pharmaceutics13070981
- Manchanayake T, Salleh A, Noor Azmai Amal M, Salwany Md Yasin I, Zamri-Saad M. 2023.** Pathology and pathogenesis of *Vibrio* infection in fish: A review. *Aquaculture Reports*. 28: 101459. DOI: 10.1016/j.aqrep.2022.101459
- McKenna S, Huse KK, Giblin S, Pearson M, Majid Al Shibar MS, Sriskandan S, Matthews S, Pease JE. 2022.** The Role of Streptococcal Cell-Envelope Proteases in Bacterial Evasion of the Innate Immune System. *J Innate Immun*. 14(2):69-88. DOI: 10.1159/000516956
- Molyneux D, Hallaj Z, Keusch GT, Willingham AL, Kioy D. 2011.** Zoonoses and marginalised infectious diseases of poverty: Where do we stand? *Parasites Vectors*, 4(106):1-6. DOI: 10.1186/1756-3305-4-106
- National Research Council (US). 2006.** Committee on Guidelines for the Humane Transportation of Laboratory Animals. *Guidelines for the Humane Transportation of Research Animals*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2006. 4, Biosecurity. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK19634>. Accessed on 14 May 2023.

- Neely MN, Pfeifer JD, Caparon M. 2002. Streptococcus-zebrafish model of bacterial pathogenesis. Infect Immun. 70(7): 3904-3914. DOI: 10.1128/IAI.70.7.3904-3914.2002
- Novotny L, Halouzka R, Matlova L, Vavra O, Bartosova L, Slany M, Pavlik I. 2010. Morphology and distribution of granulomatous inflammation in freshwater ornamental fish infected with *mycobacteria*. Journal of Fish Diseases. 33: 947-955. DOI: 10.1111/j.1365-2761.2010.01202.x
- Ogden NH, AbdelMalik P, Pulliam J. 2017. Emerging infectious diseases: prediction and detection. Can Commun Dis Rep. 43(10): 206-211. DOI: 10.14745/ccdr.v43i10a03
- Opriessnig T, Forde T, Shimoji Y. 2020. Erysipelothrix Spp.: Past, Present, and Future Directions in Vaccine Research. Front Vet Sci. 7:174. DOI: 10.3389/fvets.2020.00174
- Passantino A, Macrì D, Coluccio P, Foti F, Marino F. 2008. Importation of mycobacteriosis with ornamental fish: Medico-legal implications. Travel Med. Infect. Dis. 6: 240-244.
- Pečala-Safińska A. 2018. Contemporary Threats of Bacterial Infections in Freshwater Fish. J Vet Res. 62(3):261-267. DOI: 10.2478/jvetres-2018-0037
- Pennington KM, Vu A, Challener D, Rivera CG, Shweta FN, Zeuli JD, Temesgen Z. 2021. Approach to the diagnosis and treatment of non-tuberculous mycobacterial disease. Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases. 24: 100244. DOI: 10.1016/j.jctube.2021.100244
- Petty D. 2023. Erysipelothrix, rosy barb. Merck & Co., Inc., Rahway, NJ, USA. The Merck Veterinary Manual was first published in 1955 as a service to the community. The legacy of this great resource continues as the Merck Veterinary Manual in the US and Canada and the MSD Vet Manual outside of North America. <https://www.merckvetmanual.com/multimedia/image/erysipelo-thrix-rosy-barb>. Accessed on 29 July 2023.
- Pickering AC, Vitry P, Prystopiuk V, Garcia B, Höök M, Schoenebeck J, Geoghegan JA, Dufrêne YF, Fitzgerald JR. 2019. Host-specialized fibrinogen-binding by a bacterial surface protein promotes biofilm formation and innate immune evasion. PLoS Pathog. 15(6):e1007816. DOI: 10.1371/journal.ppat.1007816
- Pomaranski EK, Griffin MJ, Camus AC, Armwood AR, Shelley J, Waldbieser GC, LaFrentz BR, Garcia JC, Yanong R, Soto E. 2020. Description of Erysipelothrix pisciscarius sp. nov., an emergent fish pathogen, and assessment of virulence using a tiger barb (Puntigrus tetrazona) infection model. Int J Syst Evol Microbiol. 70(2): 857-867. DOI: 10.1099/ijsem.0.003838
- Puk K, Guz L. 2020. Occurrence of Mycobacterium spp. in ornamental fish. Ann Agric Environ Med. 27(4):535-539. DOI: 10.26444/aaem/114913
- Radkhah AR. 2017. Introduction to some species of *Argulus* (Crustacea: Branchiura), parasitic infections in the freshwater fishes. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 21(7):1268. DOI:10.4314/jasem.v21i7.7
- Radkhah AR. 2019. Prevalence of parasitic diseases as a serious threat to the ornamental fish industry: A study on the prevalence of *Argulus* parasites in ornamental fishes of Iran. Journal of Ornamental Aquatics. 6(3): 13-22. <http://ornamentalaquatics.ir/article-1-205-en.html>
- Radkhah AR, Eagderi S. 2019. Investigation of biological characteristics and breeding potentials of some species of surgeonfish (Family: Acanthuridae) inhabiting the Persian Gulf for exploitation in the ornamental fish breeding industry. Journal of Ornamental Aquatics. 6(4): 1-11. <http://ornamentalaquatics.ir/article-1-212-en.html>
- Radkhah A, Eagderi S, Sadeghinejad Masouleh E. 2020. Investigation of antimicrobial properties of silver nanoparticles (AgNPs) to control diseases and health management in aquaculture systems. Journal of Ornamental Aquatics. 7(1): 7-15. <http://ornamentalaquatics.ir/article-1-219-en.html>
- Radkhah A, Eagderi S. 2020. Book Review: Fish Protection Technologies and Fish Ways for Downstream Migration U. Schwevers & B. Adam, Springer, Switzerland, 2020. ISBN: 9783030192426." Fish and Fisheries. 2020: 1-2. DOI: 101111/faf.12492
- Radkhah AR, Eagderi S, Mousavi-Sabet H. 2021. Review on the benefits and disadvantages of nanotechnology in the aquaculture. Journal of Ornamental Aquatics. 8(2): 43-58. <http://ornamentalaquatics.ir/article-1-252-en.html>
- Radkhah AR, Eagderi S. 2022a. Biosecurity in Aquaculture Systems as one of the Requirements for Sustainable Development. Journal of Biosafety. 15(2): 97-118. <http://journalofbiosafety.ir/article-1-467-en.html>
- Radkhah AR, Eagderi S. 2022b. Prevalence of fish lice, *Argulus* (Crustacea: Branchiura) in freshwater and two ornamental fishes of Iran. Journal of Fisheries 10(3):103301. DOI:10.17017/j.fish.383

"رادخواه و همکاران، بررسی برخی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی مشترک بین انسان و آبزیان با هدف ..."

- Rahman MT, Sobur MA, Islam MS, Ievy S, Hossain MJ, El Zowalaty ME, Rahman AT, Ashour HM. 2020.** Zoonotic Diseases: Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms*. 8(9):1405. DOI: 10.3390/microorganisms8091405
- Raissy M. 2017.** Bacterial zoonotic disease from fish: a review. *Journal of Food Microbiology*. 4(2): 15-27.
- Recht J, Schuenemann VJ, Sánchez-Villagra MR. 2020.** Host Diversity and Origin of Zoonoses: The Ancient and the New. *Animals (Basel)*. 10(9):1672. DOI: 10.3390/ani10091672.
- Regev Y, Davidovich N, Berzak R, Lau SCK, Scheinin AP, Tchernov D, Morick D. 2020.** Molecular Identification and Characterization of *Vibrio* Species and *Mycobacterium* Species in Wild and Cultured Marine Fish from the Eastern Mediterranean Sea. *Microorganisms*. 8(6):863. DOI: 10.3390/microorganisms8060863
- Sampaio A, Silva V, Poeta P, Aonofriesei F. 2022.** *Vibrio* spp.: Life Strategies, Ecology, and Risks in a Changing Environment. *DIVERSITY*. 14(2):97. DOI: 10.3390/d14020097
- Savage ACNP, Blake L, Suepaul R, McHugh O, Rodgers R, Thomas C, Oura C, Soto E. 2022.** Piscine mycobacteriosis in the ornamental fish trade in Trinidad and Tobago. *J Fish Dis*. 45(4):547-560. DOI: 10.1111/jfd.13580
- Schmidt JG, Thompson KD, Padrós F. 2018.** Emerging skin diseases in aquaculture. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. 38(3): 122-129.
- Shah KK, Pritt BS, Alexander MP. 2017.** Histopathologic review of granulomatous inflammation. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*. 7: 1-12. DOI: 10.1016/j.jctube.2017.02.001
- Shetty M, Maiti B, Shivakumar Santhosh K, Venugopal MN, Karunasagar I. 2012.** Betanodavirus of marine and freshwater fish: distribution, genomic organization, diagnosis and control measures. *Indian J Virol*. 23(2):114-23. DOI: 10.1007/s13337-012-0088-x
- Taylor LH, Latham SM, Woolhouse ME. 2001.** Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 356(1411):983-989. DOI: 10.1098/rstb.2001.0888
- Tolis K, Spyridonos S, Tsiplakou S, Fandridis E. 2015.** Tenosynovitis of a digit due to *Erysipelothrix rhusiopathiae*: case report and review of the literature. *New Microbes New Infect*. 8:128-30. DOI: 10.1016/j.nmni.2015.10.007
- Tusevljak N. 2011.** Evaluating the importance of zoonotic bacteria, antimicrobial use and resistance in aquaculture and seafood; p MSc thesis. University of Guelph; 2011., 269.
- Wang T, Khan D, Mobarakai N. 2020.** *Erysipelothrix rhusiopathiae* endocarditis. *IDCases*. 22:e00958. DOI: 10.1016/j.idcr.2020.e00958
- Weir M, Rajić A, Dutil L, Uhland C, Bruneau N. 2012.** Zoonotic bacteria and antimicrobial resistance in aquaculture: opportunities for surveillance in Canada. *Can Vet J*. 53(6): 619-622.
- WHO. 2023.** World Health Organization (WHO). Zoonotic disease: emerging public health threats in the Region. <https://www.emro.who.int/about-who/rc61/zoonotic-diseases.html>. Accessed on 12 August 2023.
- Xu K, Wang Y, Yang W, Cai H, Zhang Y, Huang L. 2023.** Strategies for Prevention and Control of *Vibriosis* in Asian Fish Culture. *Vaccines*. 11(1):98. DOI: 10.3390/vaccines11010098
- Yun NR, Kim DM. 2018.** *Vibrio vulnificus* infection: a persistent threat to public health. *Korean J Intern Med*. 33(6):1070-1078. DOI: 10.3904/kjim.2018.159
- Zhang Z. 2021.** Research Advances on Tilapia Streptococcosis. *Pathogens*. 10(5):558. DOI: 10.3390/pathogens10050558
- Zautner AE, Tersteegen A, Schiffner CJ, Dilas M, Marquardt P, Riediger M, Delker AM, Mäde D, Kaasch AJ. 2022.** Human *Erysipelothrix rhusiopathiae* infection via bath water - case report and genome announcement. *Front Cell Infect Microbiol*. 12:981477. DOI: 10.3389/fcimb.2022.981477
- Ziarati M, Zorriehzahra MJ, Hassantabar F, Mehrabi Z, Dhawan M, Sharun K. 2022.** Zoonotic diseases of fish and their prevention and control. *Vet Quart*. 42: 95-118. DOI: 10.1080/01652176.2022.2080298

## Investigating Some Common Bacterial Pathogens between Humans and Aquatic Organisms: Maintaining the Biosecurity of Workers in Aquaculture Centers: A Review

Ali Reza Radkhah<sup>1</sup>, Soheil Eagderi<sup>2\*</sup>, Hadi Poorbagher<sup>2</sup>

1- Ph.D. Graduate, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2- Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

soheil.eagderi@ut.ac.ir

### Abstract

The aquaculture industry has caused direct and indirect contact between humans and target species, including fish. Human contact with different aquatic species can cause the spread of common diseases between humans and aquatic animals and their transmission, which is very dangerous for workers and breeders of aquatic organisms. Therefore, maintaining the biological safety of workers and those who deal with aquaculture centers is recognized as one of the important necessities in this profession. Considering that bacterial agents are one of the most common pathogenic groups in aquatic environments, some important bacterial agents in aquaculture systems that can be the basis for transmitting of common diseases between humans and aquatic animals have been discussed. In this research 4 important groups of bacterial agents common between humans and aquatic animals including *Mycobacteria*, *Streptococcus*, *Erysipelotrichaceae* and *Vibrionaceae* were investigated. The results showed that the *Vibrionaceae* group was more prevalent than others. The information presented in the present study can be used to raise awareness and maintain the biological safety of workers and aquaculture farmers who are directly or indirectly related to aquaculture centers. Also, this research recommends the proper implementation of health and biosecurity management protocols to maintain the health of workers in aquaculture centers.

**Keywords:** Aquaculture, Biosecurity, Zoonotic diseases, Bacteria, Fish