

مقاله علمی - پژوهشی:

بررسی آسیب شناسی بافتی و تغییرات برخی شاخص‌های خونی ماهیان قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گونه‌های داخلی و فرانسوی ناشی از باکتری آئروموناس هیدروفیلا (*Aeromonas hydrophila*)

محمد شیخ اسدی^{۱*}، سید جلیل ذریه زهرا^۲، لاله یزدانپناه^۱، امیر ستاری^۳، مریم میربخش^۳

*m.sh_asadi73@yahoo.com

۱- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- گروه شیلات-تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی آسیب شناسی و تغییرات برخی شاخص‌های خونی ماهی قزل‌آلائی رنگین کمان داخلی و فرانسوی پس از رویارویی با باکتری آئروموناس هیدروفیلا انجام شده است. برای این کار تیمار بندی در ۸ تیمار و هر تیمار با ۳ تکرار (هر تکرار حاوی ۱۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلائی رنگین کمان با میانگین وزنی 16 ± 0.36 گرم) انجام شد. دو تیمار به عنوان شاهد منفی (شامل بچه ماهیان گونه‌های داخلی و فرانسوی بدون تزریق باکتری)، دو تیمار به عنوان شاهد مثبت (شامل بچه ماهیان گونه‌های داخلی و فرانسوی با تزریق سرم فیزیولوژی)، دو تیمار شامل بچه ماهیان گونه‌های داخلی که با مقدار 10^6 و 10^8 CFU/ml باکتری آئروموناس هیدروفیلا و دو تیمار شامل بچه ماهیان نژاد فرانسوی که با مقدار 10^6 و 10^8 CFU/ml باکتری آئروموناس هیدروفیلا به روش درون صفاقی مورد تزریق قرار گرفتند بودند. پس از گذشت ۲۰ روز، برای تعیین مقادیر برخی شاخص‌های خون‌شناسی از ۶ عدد از ماهی‌های هر تیمار خون‌گیری به عمل آمد و پس از آن جهت بررسی آسیب شناسی، بافت‌های کلیه، کبد و طحال ماهی‌ها در محلول فرمالین ۱۰ درصد فیکس گردیدند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز خون به طور معنی‌داری در تیمارهای آلوده به آئروموناس هیدروفیلا در مقایسه با گروه‌های شاهد کاهش و تعداد گلبول‌های سفید و نوتروفیل‌ها افزایش معنی‌داری یافت. ضایعاتی چون دژنراسیون خفیف سلول‌های کبدی و به هم خوردن نظم بافتی و واکوئولاسیون سیتوپلاسمی شدید سلول‌های کبدی و عوارضی نظیر دژنراسیون و نکروز لوله‌های کلیوی و پرخونی، ادم و از دست رفتن سلول‌های دفاعی پالپ طحال، از مهم‌ترین تغییرات بافتی مشاهده شده در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد بود. بیشترین درصد بازماندگی در گروه شاهد بچه ماهیان داخلی بدون تزریق باکتری و تزریق شده با سرم فیزیولوژی مشاهده شد. با توجه به قابلیت بیشتر مقاومت گونه‌های داخلی در کنار تدابیر مدیریتی که توانسته میزان بازماندگی را افزایش دهد، اصلاح و بهبود شرایط محیطی و از بین بردن عوامل استرس‌زا نیز در صورت امکان در کاهش ضایعات ناشی از بیماری می‌تواند موثر باشد.

کلمات کلیدی: آئروموناس هیدروفیلا، آسیب شناسی، قزل‌آلائی رنگین کمان، هماتولوژی

*نویسنده مسئول

مقدمه

با توجه به دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در اکثر استان‌های کشور و همچنین به دلیل کیفیت بالای گوشت و بهره‌برداری آسان و افزایش ذائقه مردم نسبت به مصرف قزل‌آلا، پرورش ماهی قزل‌آلا رنگین کمان در اکثر مناطق در حال توسعه می‌باشد و از نظر بازاریابی مصرف خوبی در ایران ایجاد کرده است. با توجه به گزارش سازمان شیلات ایران، کشور ما با تولید ۱۶۷ هزار تن ماهی قزل‌آلا، حدود ۲۱ درصد از تولید ماهی قزل‌آلا رنگین کمان در جهان و حدود ۲۶ درصد از تولید ماهی قزل‌آلا در آبهای شیرین را به‌خود اختصاص داده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۶) و دارای بیشترین تولید سالانه ماهیان سردابی در مزارع پرورش (۱۶۵۷۸۷ تن) و نیز در مزارع پرورش ماهی قفس (۷۷۰۰ تن) طی سال ۱۳۹۵ بوده است (علی‌زاده نوده و همکاران، ۱۳۹۹). اما به موازات آن، این صنعت در کشور با مشکلاتی نیز مواجه شده است. یکی از چالش‌های موجود در این زمینه، بروز بیماری‌های عفونی به‌ویژه با منشأ ویروسی و باکتریایی می‌باشد. بروز و شیوع بیماری‌های مذکور در برخی مناطق کشور به‌ویژه در صنعت قزل‌آلا بیشتر مورد توجه قرار گرفته است به‌طوری‌که تاکنون بیماری‌هایی نظیر نکروز عفونی بافت‌های خون‌ساز^۱ (IHN)، نکروز عفونی پانکراس^۲ (IPN)، سپتی سمی خونریزی دهنده ویروسی^۳ (VHS) و باکتری‌های استرپتوکوکوزیس، لاکتوکوکوزیس، یرسینیوزیس، سپتی سمی‌های ناشی از آئروموناس‌های متحرک در بسیاری از مزارع قزل‌آلا کشور شناسایی و تایید شده است. هر چند تولید آبی پروری به عنوان غذا، صنعتی رو به گسترش است لیکن بیماری‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده و خسارت‌زا در این صنعت هستند (قیاسی و همکاران، ۱۳۹۹).

عفونت‌های باکتریایی سبب تلفات سنگین در مزارع پرورش ماهی در صنعت آبی پروری می‌شوند. در بین عوامل مسبب بیماری‌های باکتریایی، آئروموناس‌های متحرک به‌صورت آئروموناس هیدروفیلا (*Aeromonas hydrophila*) بسیار مورد توجه می‌باشد (رحمتی اندانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ آهنگر زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

آئروموناس هیدروفیلا یک باکتری فرصت‌طلب، گرم منفی، میله‌ای شکل، به‌طور عمده متحرک، بی‌هوازی اختیاری، اکسیداز مثبت و تخمیر کننده گلوکز است (Yousr et al., 2007). این باکتری بخشی از فلور روده آبزیان است که می‌تواند هنگام بروز استرس، بیماری‌زا شده و سبب تلفات شدید در بین ماهیان پرورشی شود (حسین زاده و توکمه‌چی، ۱۳۹۳؛ فدایی فرد، ۱۳۹۳). این باکتری در شرایط استرس‌زا عامل اصلی مرگ و میر در ماهیان آب شیرین از قبیل کپورماهیان، گربه ماهیان، تیلاپیا و قزل‌آلا رنگین کمان است و سبب ایجاد زخم، پوسیدگی دم و باله‌ها و سپتی‌سمی هموراژیک همراه با خون‌ریزی‌های جلدی و احشایی، تورم روده و مرگ می‌گردد (هادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ نم‌نبات و همکاران، ۱۳۹۳؛ Adanir and Turutoglu, 2007). در طبیعت این باکتری به‌طور گسترده در رسوبات آبهای شیرین و دستگاه گوارش ماهی وجود دارد (فدایی فرد، ۱۳۹۳) و هنگام ورود به بدن قربانی، از طریق گردش خون وارد اندام‌های بدن می‌شود و با تولید سم ارولیزین می‌تواند به بافت‌های مختلف از جمله کبد و کلیه آسیب برساند (Hazen et al., 1978). مطالعات انجام شده در خصوص بیماری‌زایی باکتری آئروموناس هیدروفیلا نشان می‌دهد که بر اساس شدت آلودگی و سن ماهیان پرورشی مبتلا به آئرومونازیس، علائم بالینی متفاوت و حتی بروز تلفات قابل انتظار می‌باشد (Banu and Yilmaz, 2011; Rohit Kumar et al., 2016).

بررسی عوامل هماتولوژیک، ابزاری جهت تسهیل مدیریت سلامت ماهیان فراهم کرده است که می‌تواند در بررسی اثرات استرس مورد استفاده قرار گیرد (روضاتی و همکاران، ۱۳۹۲). بدیهی است هنگام بروز بیماری، تغییراتی در بافت‌های مختلف بدن ایجاد می‌شود که در واقع مطالعه همین تغییرات، مبنا و اساس آسیب‌شناسی را تشکیل می‌دهد. مطالعه آسیب‌شناسی بافتی و فاکتورهای خونی، به عنوان یک ابزار پاراکلینیک در بررسی وضعیت سلامت فیزیولوژیک ماهی‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Benarji and Rajendranath, 1990).

Yilmaz و Banu (۲۰۱۱) با انجام یک آزمایش به بررسی آسیب‌های بافت‌شناسی ناشی از عفونت آئروموناس هیدروفیلا در ماهی تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) پرداختند. ضعف، بی‌اشتهایی، شنا کردن نزدیک به سطح، تیرگی رنگ بدن، پرخونی، موکوسی و لیز شدن باله‌ها از جمله علائم بالینی مورد مشاهده در ماهی‌های بیمار بود. در بررسی‌های میکروسکوپی، کبد به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد و هموراژیک و

¹ Infectious Hematopoietic Necrosis

² Infectious Pancreatic Necrosis

³ Viral Hemorrhagic Septicemia

سالن سرپوشیده مجهز به سیستم تهویه، روشنایی، هوادهی و مخازن ذخیره آب انجام گرفت. آب استفاده شده در طول دوره آزمایش از آب شرب شهری تأمین می‌شد. طی روز دو بار و هر مرتبه ۵۰ درصد از آب تانک‌ها جهت بهبود کیفیت آب، خارج کردن مدفوع باقی‌مانده و غذای مصرف نشده تعویض می‌شد. همچنین طی دوره آزمایش، عوامل فیزیکی و شیمیایی آب از جمله میانگین دما، اکسیژن محلول و pH آب تانک‌ها با استفاده از دستگاه OAKON ساخت کشور مالزی به صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد. ماهیان روزانه به میزان ۵ درصد از وزن بدن و در سه وعده با غذای EX.TG1 (خوراک رشد ۱) شرکت ۲۱ بیضاء شیراز (جدول ۱) غذادهی شدند (Hardy, 2002).

جدول ۱: تجزیه تقریبی جیره غذایی مورد استفاده در این

مطالعه

Table 1: proximate analysis of the diet used in this study

مقدار	ترکیبات
۳۸	حداقل پروتئین
۱۶	حداقل چربی
۳	حداقل فیبر
۱۰	حداکثر رطوبت
۲/۲-۲/۴	سایز خوراک (میلی‌متر)

کشت باکتری و آماده سازی آن جهت تزریق درون صفاقی

سویه بیماری‌زای باکتری *Aeromonas hydrophila* (ATCC7965) خریداری شده از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی کشور و کلکسیون میکروبی انستیتو پاستور تحت عنوان سویه‌ی استاندارد را در محیط کشت آبگوشت عصاره مغز قلب برات^۱ (BHI) حل شده به مدت یک ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس استوک باکتریایی در محیط کشت تریپتیک سوی برات^۲ (TSB) در انکوباتور شیکر دار در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت کشت گردید و پس از سانتریفیوژ در ۲۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه، محلول رویی خارج گردید و رسوب حاصل برای تهیه ذخیره باکتریایی با محلول بافر فسفات نمکی (PBS) با pH=۷/۲ دو بار شستشو داده شد. سپس از استوک ایجاد شده، غلظت‌های CFU/ml

مرکز سفید مایل به خاکستری بر سطح مشاهده گردید. تغییرات دژنراتیو، واکوئل‌های چربی سیتوپلاسمی در بافت‌های کلیه و کبد و نکروز موضعی هپاتوسیت‌ها و سلول‌های پانکراس در مطالعات بافت‌شناسی مشاهده شد. Rohit Kumar و همکاران (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای به بررسی علائم بالینی و پاتولوژی عفونت باکتریایی *Aeromonas hydrophila* در ماهی طلائی Mahseer (*Tor putitora*) در شرایط آزمایشگاهی پرداختند. علائم بالینی شامل: ضعف، حرکت کند، شنا کردن نزدیک به سطح آب، خون‌ریزی در باله‌ها و قطعات قرمز رنگ در ناحیه روده مشاهده گردید. بزرگ شدن طحال به دنبال نکروز بافتی همراه با علائم سپتی سمی هموراژیک نیز در ماهی‌های آلوده دیده می‌شد. علاوه‌براین، نکروز هپاتوسیت‌ها در بررسی‌های آسیب‌شناسی بافت کبدی مشاهده شد.

هدف از انجام این تحقیق، شناخت دقیق تغییرات آسیب‌شناسی بافتی و عوامل هماتولوژی خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی و فرانسوی و مقایسه مقاومت این دو جمعیت به دنبال آلودگی تجربی با باکتری *Aeromonas hydrophila* بیماری‌زا می‌باشد.

مواد و روش کار

این تحقیق در آزمایشگاه علوم دامی بخش تحقیقات علوم دامی واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان در پاییز ۱۳۹۷ به مدت ۳ هفته انجام گردید. تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی 16 ± 0.36 گرم (۱۲۰ قطعه بچه ماهی داخلی و ۱۲۰ قطعه بچه ماهی فرانسوی)، از مزرعه پرورش ماهی واقع در دهستان سیرج استان کرمان خریداری گردیدند و با تانکر مخصوص حمل بچه ماهی مجهز به هواده، به آزمایشگاه علوم دامی مرکز تحقیقات و کشاورزی کرمان منتقل شدند و درون تانک‌های فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری ذخیره گردیدند. پس از گذراندن دو هفته دوره سازگاری با شرایط جدید، بچه ماهی‌ها به صورت کاملاً تصادفی در قالب هشت تیمار و با سه تکرار (هر تکرار دارای ۱۰ قطعه بچه ماهی) در ۲۴ تانک ۶۰ لیتری حاوی ۵۰ لیتر آب (که قبلاً با ماده ضد عفونی کننده هیپوکلریت سدیم کاملاً ضد عفونی شده بودند)، ذخیره‌سازی شدند. همچنین تانک‌ها به طور کاملاً تصادفی بر اساس تیمارها شماره‌گذاری شدند. سپس هر یک از تانک‌ها با گرفتن انشعابی از سیستم هواده مرکزی، هوادهی شد. به منظور رعایت موازین بهداشتی در طول دوره آزمایش، کل دوره آزمایش در محیط

¹ Brain Heart Infusion Broth

² Tryptic Soy Broth

بررسی فاکتورهای خونی

در پایان دوره آزمایش، از هر تیمار، ماهی‌های بازمانده به صورت تصادفی صید و پس از بی‌هوشی با عصاره گل میخک (۳ گرم بر لیتر) با استفاده از سرنگ ۲ cc آغشته به هیپارین از آنها به میزان ۱/۵ cc خون‌گیری به عمل آمد (عادل و همکاران، ۱۳۹۴). سپس خون حاصل از هر تکرار به درون میکروتیوپ‌های جداگانه حاوی ماده ضد انعقاد EDTA (۱/۰ میلی‌لیتر) ریخته شد و بعد از آن جهت بررسی شاخص‌های خون‌شناسی شامل شمارش کل گلبول‌های سفید (WBC)، شمارش کل گلبول‌های قرمز (RBC)، هموگلوبین (Hb)، هماتوکریت (Hct)، اندیس‌های خونی شامل متوسط حجم گلبول قرمز (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی (MCHC) و تهیه گسترش خونی برای شمارش افتراقی گلبول‌های سفید مورد استفاده قرار گرفت (Goldenfarb *et al.*, 1971; Rehulka, 1988). شمارش کلی گلبول‌های سفید به روش مستقیم (با استفاده از لام هموسیتومتر) با رقیق کردن خون به نسبت ۱ به ۲۰۰ با محلول رقیق کننده پروچازکا و اسکروباک^۲ (۳/۸۸ گرم کلرید سدیم، ۲/۵ گرم سولفات سدیم، ۲/۹۱ گرم دودکاهیدرات مونوهیدروفسفات سدیم، ۰/۲۵ میلی‌لیتر دی هیدروفسفات پتاسیم، ۷/۵ میلی‌لیتر فرمالدهید ۳۷ درصد و ۰/۱ گرم بریلیانت کرزیل بلو در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب قطر) صورت گرفت. پس از انتقال نمونه به لام هموسیتومتر، تعداد گلبول‌های سفید در ۴ مربع بزرگ اطراف شمارش گردید و سپس تعداد کل گلبول‌های سفید در میلی‌متر مکعب خون محاسبه شد (Shiau and Ya, 1999). شمارش کلی گلبول‌های سفید به روش مستقیم (با استفاده از لام هموسیتومتر) با رقیق کردن خون به نسبت ۱ به ۲۰۰ با محلول رقیق کننده داسیس^۳ (۱۰ میلی‌لیتر فرمالدهید، ۳۱/۳ گرم تری سیترات سدیم و یک گرم بریلیانت کرزیل بلو، در یک لیتر آب مقطر) انجام شد. از مربع میانی لام هموسیتومتر برای شمارش گلبول قرمز استفاده و عدد به دست آمده در ۱۰۰۰ ضرب و سپس تعداد گلبول‌های قرمز در میلی‌متر مکعب خون محاسبه شد (Shiau and Ya, 1999). شمارش تفریقی انواع گلبول‌های سفید (نوتروفیل، لنفوسیت و مونوسیت) پس از تهیه گسترش و رنگ آمیزی با رنگ گیمسا صورت پذیرفت. جهت تعیین هماتوکریت نمونه‌های خون

^{۱۰۶} و ^{۱۰۸} مطابق استاندارد مک فارلند تهیه گردید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۰). غلظت‌های تهیه شده از باکتری آئروموناس هیدروفیلا به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر به محوطه صفاقی ماهیان تزریق و ماهی‌ها به درون وان‌های پلاستیکی منتقل گردیدند. ماهیان آلوده شده از طریق باکتری مورد بررسی در این مطالعه تا ۲۰ روز از نظر تلفات و نیز علائم بیماری شامل بی‌حالی، شنای چرخشی، خون‌ریزی جلدی در سطح بدن و انتهای باله‌ها، تیرگی پوست و غیره مورد بررسی قرار گرفتند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

نحوه جداسازی باکتری *A. hydrophilia* از بافت کبد، طحال و کلیه

پس از ضد عفونی کردن ماهیان با الکل ۷۰ درصد، ماهیان کالبدگشایی شدند و بافت‌های مورد نظر جدا گردید. سوسپانسیون بافت پس از تهیه، در محیط کشت تریپتیک سوی آگار^۱ (TSA) به صورت ایزوله کشت داده شد. ابتدا رنگ آمیزی گرم از پرگنه‌ها صورت گرفت. باسیل گرم منفی انتخاب گردید و آزمون‌های بیوشیمیایی استاندارد جهت تأیید باکتری *A. hydrophilia* انجام شد و با سویه باکتری آئروموناس هیدروفیلا (ATCC7965) مقایسه گردید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Buller, 2004; Martin-Carnahan and Joseph *et al.*, 2005 (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تست‌های بیوشیمیایی باکتری آئروموناس

هیدروفیلا

Table 2: Results of biochemical tests of *A. hydrophila*

نتیجه واکنش	آزمایش
+	کاتالاز
+	اکسیداز
+	تولید گاز
-	سیمون سیترات
-	VP
- + +	SIM
-	لیزین دکربوکسیلاز
-	اورنیتین دکربوکسیلاز
-	سوکروز
-	آرابینوز
-	اینوزیتول

⁷ Prochazka and Skrobak

³ Dasis

¹ Tryptic Soy Agar

میلی گرم KCN، ۱۴۰ میلی گرم H_2KO_4P ، ۱ میلی لیتر دترجنت غیر یونی و ۱ لیتر آب دو بار تقطیر شده) به دست آمد. برای محاسبه اندیس‌های گلبولی یعنی حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC) از فرمول‌های استاندارد ذیل استفاده گردید (Thrall, 2004).

تعداد گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی متر مکعب) / ۱۰ × هماتوکریت (درصد) = MCV (fL)

هماتوکریت (درصد) / ۱۰ × هموگلوبین (گرم در دسی لیتر) = MCH (pg)

MCHC (%) = (MCH/MCV) × ۱۰۰

آثرومناس هیدروفیلا کاهش یافت ($p < 0/05$) به گونه‌ای که کمترین میزان گلبول قرمز و همچنین کمترین میزان هماتوکریت و هموگلوبین در تیمار ۶ مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0/05$) اما در بین تیمارهای ۵، ۷ و ۸ هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نگردید ($p > 0/05$) در حالی که این تیمارها با تیمارهای شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($p < 0/05$). تعداد گلبول‌های سفید خون به طور معنی‌داری در تیمارهای آزمایشی افزایش یافت ($p < 0/05$) به طوری که بیشترین میزان آن به ترتیب در تیمارهای ۷ و ۵ و سپس در تیمارهای ۸ و ۶ مشاهده شده که با تیمارهای شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($p < 0/05$). نتایج بررسی‌ها بر اندیس‌های گلبولی شامل حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی در پایان دوره آزمایش نشان نداد ($p > 0/05$). بررسی نتایج مربوط به شمارش افتراقی گلبول‌های سفید خون در تیمارها نشان داد که میزان لنفوسیت در تیمارهای آزمایشی به طور معنی‌داری کاهش یافته ($p < 0/05$) و میزان نوتروفیل به طور معنی‌داری افزایش یافته است ($p < 0/05$) به گونه‌ای که کمترین میزان لنفوسیت ($65/67 \pm 0/33$) و بیشترین میزان نوتروفیل ($27/33 \pm 0/67$) در تیمار ۵ مشاهده گردید که با تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$) اما با تیمارهای ۶، ۷ و ۸ اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p < 0/05$). از نظر تعداد مونوسیت، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید ($p > 0/05$) (جدول ۳).

جمع‌آوری شده در لوله‌های موئین به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و مقدار هماتوکریت بوسیله خط کش هماتوکریت قرائت شد و میزان هماتوکریت بر اساس درصد بیان گردید (Goldenfarb *et al.*, 1971). مقدار هموگلوبین نیز با دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل Milton roy) با استفاده از معرف درابکین (۲۰۰ میلی گرم $K_3Fe(CN)_6$ ، ۵۰

آسیب شناسی

به منظور تهیه نمونه، از هر تیمار سه عدد ماهی انتخاب و پس از بیهوشی با عصاره گل میخک، برای کالبد گشائی، بخش شکمی از مخرج ماهی تا زیر سرپوش آبخشی برش زده شد و سپس اندام‌های مورد نظر (طحال، کبد و کلیه) خارج شدند و در ظرف نمونه‌برداری حاوی فرمالین بافر با حجم ۱۰ برابر نمونه قرار داده شد تا زمانی که ماده فیکساتیو جذب اندام‌ها شود و اندام‌ها به خوبی استحکام یابند. بعد از فیکس شدن نمونه‌ها، مراحل آب‌گیری، قالب‌گیری و برش انجام شد. برش‌های تهیه شده با رنگ‌های هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی و با استفاده از میکروسکوپ نوری مطالعه شدند (آروند و گنجی، ۱۳۸۹).

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

طرح کلی این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی برنامه ریزی و اجرا شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون Shapiro-wilk مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) جهت مقایسه بین تیمارها استفاده شد و سپس به کمک پس آزمون Duncan مقایسات چندگانه و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ صورت گرفت. آزمون‌ها در نرم افزار SPSS_{ver21} محاسبه گردید.

نتایج

شاخص‌های هماتولوژی

در بررسی فراسنجه‌های خون شناسی تغییرات آماری معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ($p < 0/05$) (جدول ۳). نتایج بررسی‌ها در پایان دوره آزمایش نشان داد که میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز خون به طور معنی‌داری در تیمارهای آلوده شده به عفونت باکتریایی

جدول ۳: مقایسه میانگین شاخص‌های خونی در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی و فرانسوی بعد از مواجهه با باکتری *A. hydrophila* آنروموناتس هیدروفیلا

Table 3: Comparison of mean blood indicators in indigenous and French rainbow trout after exposure to *A. hydrophila*

پارامترها	تیمارها							
	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶	تیمار ۷	تیمار ۸
گلبول قرمز ($\times 10^6/ml$)	۱/۲۹ ± ۰/۰۳ ^e	۱/۱۲ ± ۰/۰۱ ^{cd}	۱/۲۲ ± ۰/۰۴ ^{de}	۱/۰۶ ± ۰/۰۲ ^c	۰/۹۲ ± ۰/۰۲ ^b	۰/۷۷ ± ۰/۰۵ ^a	۰/۹۵ ± ۰/۰۱ ^b	۰/۸۷ ± ۰/۰۳ ^b
گلبول سفید ($\times 10^3/ml$)	۳/۶۷ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۳/۴۹ ± ۰/۰۶ ^a	۳/۷۷ ± ۰/۰۳ ^b	۳/۵۸ ± ۰/۰۴ ^{ab}	۵/۶ ± ۰/۱۲ ^d	۵/۱۳ ± ۰/۱۳ ^c	۵/۷ ± ۰/۰۷ ^d	۵/۳۳ ± ۰/۰۹ ^c
هماتوکریت (درصد)	۱۸/۶۷ ± ۰/۶۷ ^e	۱۶/۳۳ ± ۰/۳۳ ^{cd}	۱۷/۵۰ ± ۰/۵۰ ^{de}	۱۵/۵۰ ± ۰/۲۹ ^c	۱۳/۳۳ ± ۰/۳۳ ^b	۱۱/۳۳ ± ۰/۶۷ ^a	۱۳/۶۷ ± ۰/۳۳ ^b	۱۲/۷۳ ± ۰/۳۷ ^b
هموگلوبین (g/dl)	۵/۳۳ ± ۰/۱۹ ^d	۴/۶۸ ± ۰/۰۹ ^c	۵/۰۰ ± ۰/۱۵ ^d	۴/۴۲ ± ۰/۰۷ ^c	۳/۸۰ ± ۰/۱۰ ^b	۳/۲۲ ± ۰/۱۸ ^a	۳/۹۰ ± ۰/۱۰ ^b	۳/۶۳ ± ۰/۱۳ ^b
MCH (pg)	۴۱/۱۷ ± ۰/۵۴	۴۱/۷۹ ± ۰/۳۹	۴۱/۱۲ ± ۰/۵۴	۴۱/۵۴ ± ۰/۱۸	۴۱/۳۵ ± ۰/۵۸	۴۱/۷۰ ± ۰/۱۸	۴۱/۲۲ ± ۰/۴۵	۴۱/۶۰ ± ۰/۲۳
MCV (fl)	۱۴۴/۲۷ ± ۱/۵۴	۱۴۵/۸۵ ± ۱/۵۷	۱۴۳/۹۳ ± ۱/۹۶	۱۴۵/۷۷ ± ۰/۹۹	۱۴۴/۹۶ ± ۱/۹۱	۱۴۶/۵۸ ± ۰/۲۴	۱۴۴/۳۲ ± ۱/۵۱	۱۴۵/۸۵ ± ۱/۲۵
MCHC (%)	۲۸/۵۴ ± ۰/۱۱	۲۸/۶۵ ± ۰/۰۵	۲۸/۵۷ ± ۰/۰۴	۲۸/۵۰ ± ۰/۰۹	۲۸/۵۲ ± ۰/۰۳	۲۸/۴۵ ± ۰/۰۸	۲۸/۵۶ ± ۰/۰۱	۲۸/۵۳ ± ۰/۱۴
نوتروفیل (درصد)	۲۳/۰۰ ± ۰/۵۸ ^a	۲۳/۳۳ ± ۰/۳۳ ^a	۲۳/۳۳ ± ۰/۳۳ ^a	۲۶/۰۰ ± ۰/۵۸ ^b	۲۶/۳۳ ± ۰/۳۳ ^b	۲۶/۳۳ ± ۰/۳۳ ^b	۲۷/۳۳ ± ۰/۶۷ ^b	۲۳/۶۷ ± ۰/۳۳ ^a
مونوسیت (درصد)	۸/۳۳ ± ۰/۶۷	۸/۶۷ ± ۰/۳۳	۷/۶۷ ± ۰/۳۳	۷/۳۳ ± ۰/۳۳	۷/۶۷ ± ۰/۳۳	۷/۶۷ ± ۰/۳۳	۸/۰۰ ± ۰/۵۸	۸/۶۷ ± ۰/۳
لنفوسیت (درصد)	۶۸/۶۷ ± ۰/۳۳ ^d	۶۸/۰۰ ± ۰/۵۸ ^{cd}	۶۸/۳۳ ± ۰/۳۳ ^{cd}	۶۶/۶۷ ± ۰/۶۷ ^{abc}	۶۶/۰۰ ± ۰/۵۸ ^{ab}	۶۶/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{ab}	۶۵/۶۷ ± ۰/۳۳ ^a	۶۷/۶۷ ± ۰/۳۳ ^{bcd}

در هر سطر عدم وجود یک حرف مشترک از حروف a, b, c, d, e نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد (p<0/۰۵).

In each line, the absence of a common letter of the letters a, b, c, d and e indicates a significant difference between the treatments.

گروه بندی تیمارها در طول دوره آزمایش: تیمار ۱: شاهد منفی (بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی، بدون تزریق باکتری آنروموناتس هیدروفیلا). تیمار ۲: شاهد منفی (بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرانسوی، بدون تزریق باکتری آنروموناتس هیدروفیلا). تیمار ۳: شاهد مثبت (بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی تزریق شده با سرم فیزیولوژی). تیمار ۴: شاهد مثبت (بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرانسوی تزریق شده با سرم فیزیولوژی). تیمار ۵: بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی تزریق شده با تراکم 10^6 CFU/ml باکتری آنروموناتس هیدروفیلا. تیمار ۶: بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرانسوی تزریق شده با تراکم 10^6 CFU/ml باکتری آنروموناتس هیدروفیلا. تیمار ۷: بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی تزریق شده با تراکم 10^8 CFU/ml باکتری آنروموناتس هیدروفیلا. تیمار ۸: بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرانسوی تزریق شده با تراکم 10^8 CFU/ml باکتری آنروموناتس

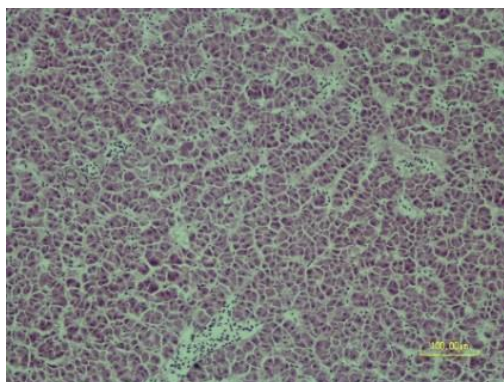
هیستوپاتولوژی

در مطالعه نمونه‌های میکروسکوپی تهیه شده از بافت‌های کبد، کلیه و طحال ماهی‌های تیمارهای شاهد، ساختار طبیعی در بافت‌های مذکور مشاهده شد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). بررسی مقاطع بافتی تهیه شده از کبد، کلیه و طحال بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی و فرانسوی که تحت تأثیر عفونت باکتریایی آنروموناتس هیدروفیلا قرار داشتند، از بروز برخی از آسیب‌های میکروسکوپی حکایت دارند. نتایج حاصل از بررسی

میکروسکوپی بافت کبد حاکی از ضایعات هیستوپاتولوژیک نظیر ضایعات دژنراتیو خفیف در سلول‌های کبدی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی (شکل ۴A) و به هم خوردن نظم بافتی و واکوئولاسیون سیتوپلاسمی شدید و نکروز گسترده سلول‌های کبدی (مشاهده مراحل مختلف شامل karyolysis, karyorrhexis و پیگنوز هسته‌های هیپاتوسیت‌ها (pyknotic nuclei) در بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرانسوی بود (شکل ۴B). در بررسی مقاطع بافتی کلیه در تیمارهای مختلف

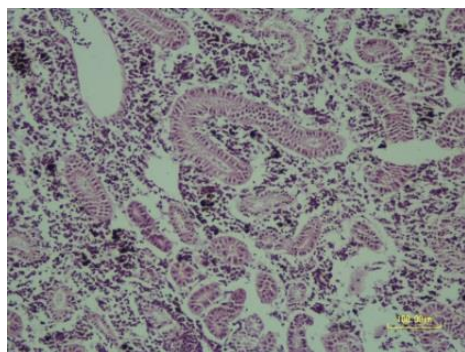
کمان فرانسوی، ضایعاتی همچون پرخونی، ادم و از دست رفتن سلول‌های دفاعی پالپ طحال و وجود پدیده هموسیدروزیس فراوان در سطح بافت و نیز مشاهده مراکز (MMC) در سطح گسترده جلب توجه می‌کرد (شکل ۶B).

عوارضی نظیر ضایعات دژنراتیو و نکروزان لوله‌های کلیوی مشاهده گردید (شکل ۵). در بافت طحال بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان داخلی، ضایعات پاتولوژیک مشخصی وجود نداشت (شکل ۶A)، اما در بافت طحال بچه ماهیان قزل آلی رنگین



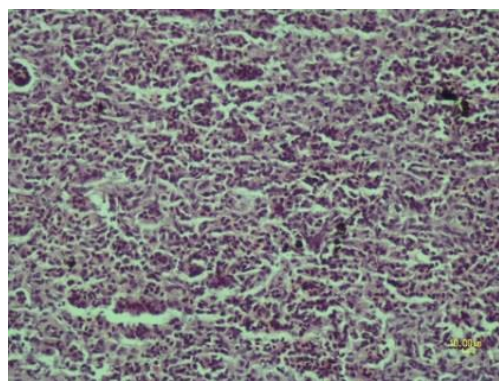
شکل ۱: کبد. ساختار طبیعی بافت کبد. تیمار شاهد. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

Figure 1: Liver. The natural structure of liver tissue. Control treatment. (H&E), Scale = 100 micrometers



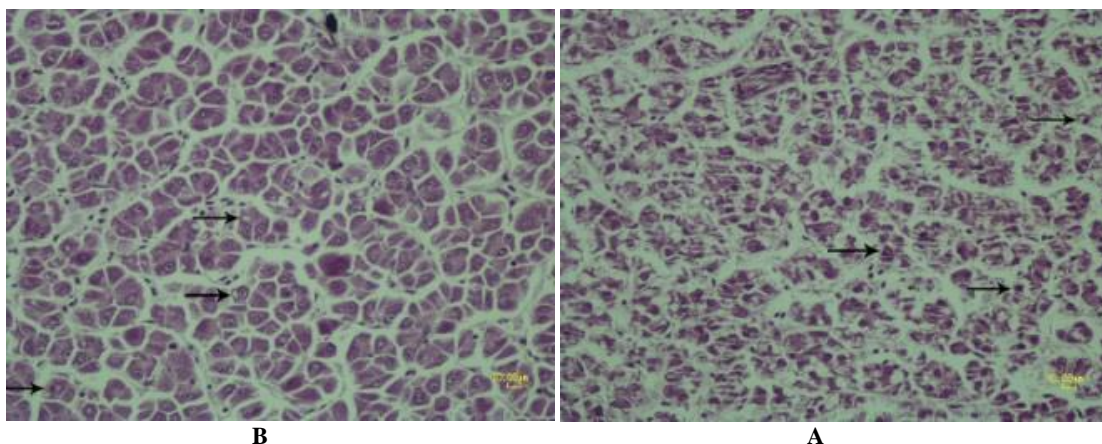
شکل ۲: کلیه. ساختار طبیعی بافت کلیه. تیمار شاهد. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

Figure 2: Kidney. The natural structure of Kidney tissue. Control treatment. (H&E), Scale = 100 micrometers



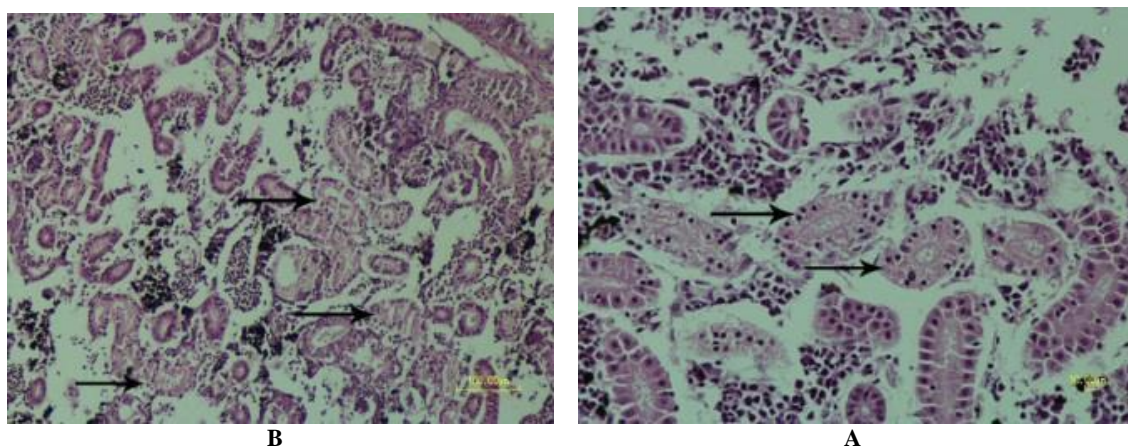
شکل ۳: طحال. ساختار طبیعی بافت طحال. تیمار شاهد. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

Figure 3: Spleen. The natural structure of Spleen tissue. Control treatment. (H&E), Scale = 100 micrometers



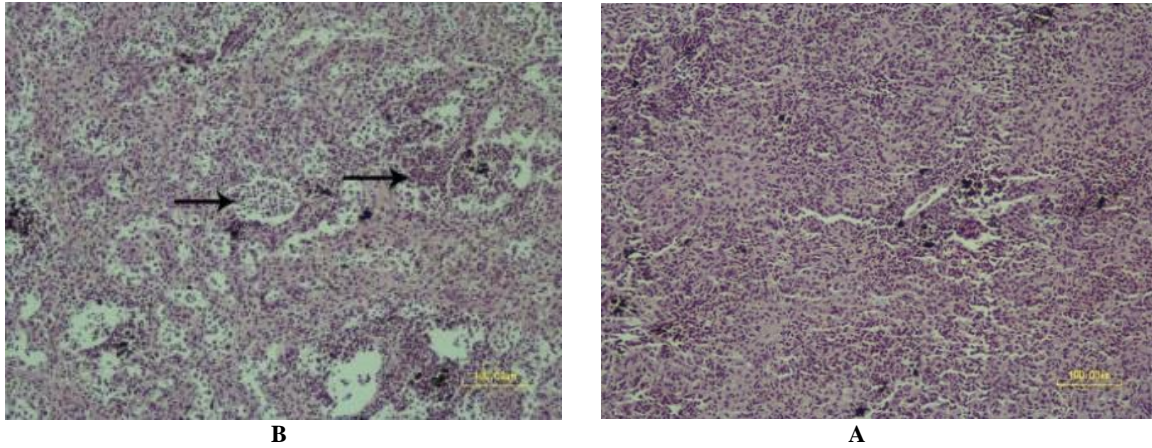
شکل ۴: کبد. (A) ضایعات دژنراتیو خفیف در سلول‌های کبدی به صورت واکوئل‌های داخل سیتوپلاسمی (پیکان‌ها). تیمار بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان داخلی آلوده شده به آنروموناس هیدروفیلا. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (B) ضایعات دژنراتیو شدیدتر در سلول‌های کبدی به صورت به هم خوردن نظم بافتی و واکوئولاسیون سیتوپلاسمی شدید و نکروز گسترده سلول‌های کبدی (مشاهده مراحل مختلف شامل karyolysis، کاربورکسی و پیگنوز هسته‌های هیپاتوسیت‌ها (pyknotic nuclei) (پیکان‌ها). تیمار بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان فرانسوی آلوده شده به آنروموناس هیدروفیلا. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

Figure 4: Liver. A) Moderate degenerative lesions in Liver cells as the form of intracytoplasmic vacuoles (arrows). The treatment of indigenous Rainbow trout infected with bacterial infection of *A. hydrophila*. (H&E), Scale = 100 micrometers. B) More severe degenerative lesions in Liver cells as the form of tissue texture and severe cytoplasmic vacuolation and extensive Liver cells necrosis (Observation of various stages including karyolysis, karyorexia and pyknotic nuclei) (arrows). The treatment of French Rainbow trout infected with bacterial infection of *A. hydrophila*. (H&E), Scale = 100



شکل ۵: کلیه. (A) ضایعات دژنراتیو تا نکروز تعدادی از لوله‌های کلیوی (پیکان‌ها). تیمار بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان داخلی آلوده شده به آنروموناس هیدروفیلا. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (B) ضایعات دژنراتیو تا نکروز تعدادی از لوله‌های کلیوی (پیکان‌ها). تیمار بچه ماهیان قزل آلی رنگین کمان فرانسوی آلوده شده به آنروموناس هیدروفیلا. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

Figure 5: Kidney. A) degenerative lesions to necrosis of renal tubules (arrows). The treatment of indigenous Rainbow trout infected with bacterial infection of *A. hydrophila*. (H&E), Scale = 100. B) degenerative lesions to necrosis of renal tubules (arrows). The treatment of French Rainbow trout infected with bacterial infection of *A. hydrophila*. (H&E), Scale = 100



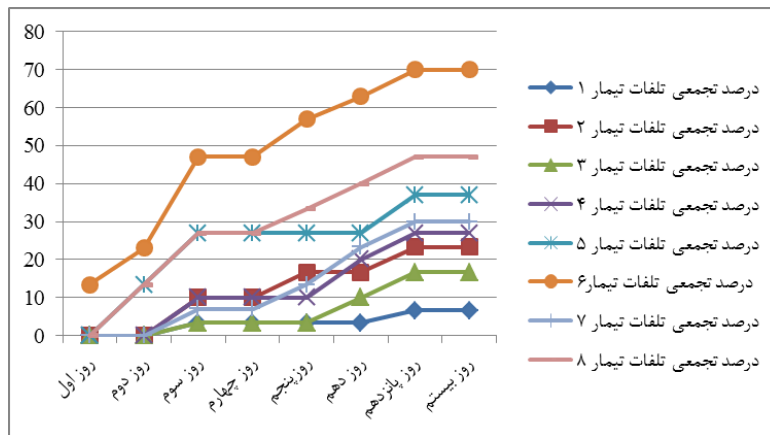
شکل ۶: طحال. (A) ضایعات پاتولوژیک مشخصی در بافت طحال ماهیان این تیمار وجود نداشت و تنها هموسیدروزیس و مراکز (MMC) در سطح محدود. تیمار بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان داخلی آلوده شده به *A. hydrophila* هیدروفیلا. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (B) ضایعاتی همچون پر خونی (پیکان‌ها)، ادم و از دست رفتن سلول‌های دفاعی پالپ طحال، وجود پدیده هموسیدروزیس فراوان در سطح بافت و نیز مشاهده مراکز (MMC) در سطح گسترده. تیمار بچه ماهیان قزل آلابی رنگین کمان فرانسوی آلوده شده به *A. hydrophila* هیدروفیلا. (H&E)، مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

Figure 6: A) Spleen. There were no specific pathological lesions in the spleen tissue of the fish of this treatment and only hemosiderosis and MMC were limited. The treatment of indigenous Rainbow trout infected with bacterial infection of *A. hydrophila*. (H&E), Scale = 100. B) Spleen. The complications such as hyperemia (arrows), edema and lose of spleen pulmonary defence cells, existence of abundant hemosiderosis phenomenon at the tissue and also observation of MMC on the vaste scale. The treatment of French Rainbow trout infected with bacterial infection of *A. hydrophila*. (H&E), Scale = 100.

در تیمارهای ۸، ۵ و ۷ مشاهده گردید. کمترین میزان تلفات نیز به ترتیب در تیمارهای ۱، ۳، ۲ و ۴ مشاهده گردید که هیچ‌گونه تزریق باکتری در آن‌ها صورت نگرفته بود (شکل ۷).

درصد تجمعی تلفات و میزان بازماندگی

در بررسی تلفات ماهیان تیمارهای مورد مواجهه با *A. hydrophila* هیدروفیلا، بیشترین میزان تلفات در پایان دوره آزمایش مربوط به تیمار ۶ بود. بعد از تیمار ۶، بیشترین میزان تلفات به ترتیب

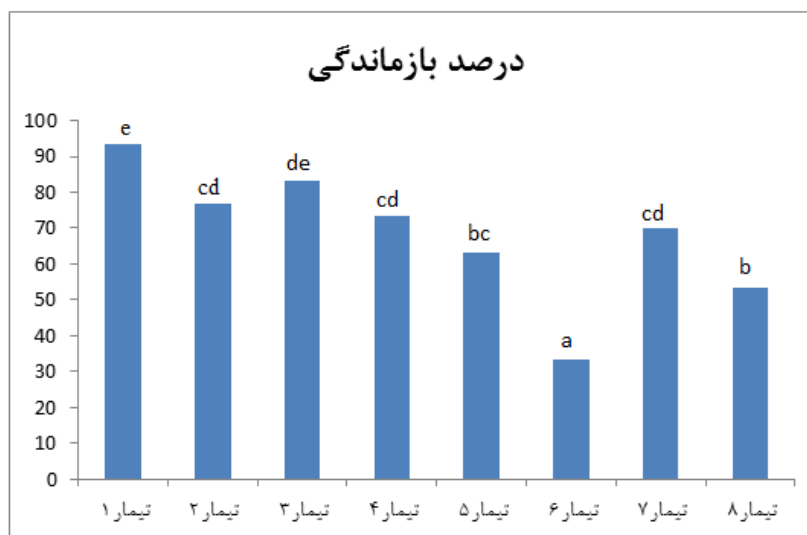


شکل ۷: تلفات تیمارهای مختلف قبل و بعد از مواجهه با باکتری *A. hydrophila* هیدروفیلا

Figure 7: Mortality of different treatments before and after exposure with *A. hydrophila*

بازماندگی به ترتیب در تیمارهای ۳، ۲، ۴، ۷، ۵ و ۸ دیده شد و کمترین میزان بازماندگی نیز در تیمار ۶ مشاهده گردید که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی دار بود ($p < 0/05$) (شکل ۸).

طی دوره آزمایش تعداد تلفات در تیمارها ثبت شد. بیشترین میزان بازماندگی در تیمار ۱ مشاهده گردید که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0/05$). سپس بیشترین میزان



شکل ۸: درصد بازماندگی تیمارهای مختلف بعد از مواجهه با باکتری آئروموناس هیدروفیلا

Figure 8: Survival percentage of different treatments after exposure to *A. hydrophila*

عدم وجود یک حرف مشترک از حروف a, b, c, d, e روی هر ستون شکل ۱۱، نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($p < 0/05$).

The absence of a common letter of the letters a, b, c, d and e on each column of Figure ۱۱ indicates a significant difference between the treatments ($p < 0/05$).

Abdolkadir (۲۰۰۴) و همچنین نتایج Yilmaz و Banu (۲۰۱۱) و Rohit Kumar و همکاران (۲۰۱۶) بود. همچنین علائمی چون نکروز آبکی بافت‌های کبد، کلیه و طحال و تجمع مایع در روده نیز در حین کالبد گشایی در تحقیق حاضر شایان ذکر می‌باشد که با نتایج Bruno و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت.

از دست رفتن گلبول‌های قرمز خون به علت خون‌ریزی، تخریب گلبول‌های قرمز خون به وسیله کمپلمان از طریق فعال شدن مسیر جایگزین به وسیله لیپوپلی ساکارید باکتری و افزایش فاگوسیتوز گلبول‌های سفیدی که لیپوپلی ساکارید باکتری روی آنها را پوشانده است، از جمله دلایلی است که موجب کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون ماهی، هماتوکریت و هموگلوبین هنگام آلودگی با باکتری آئروموناس هیدروفیلا می‌شود (توکلی و اخلاقی، ۱۳۸۸، Kirsten Moyner *et al.*, 1993; Rehulka, 1998). در تحقیق حاضر بر اساس نتایج، میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز خون به طور معنی‌داری در

بحث

آئروموناس هیدروفیلا، عامل بیماری‌زای باکتریایی اولیه برای بسیاری از ماهی‌ها و موجودات آبزی می‌باشد و بنابراین، نگرانی بزرگی برای صنعت آبزی پروری به حساب می‌آید (Rohit Kumar *et al.*, 2016). به دنبال ابتلای ماهی با باکتری آئروموناس هیدروفیلا تغییراتی در سیستم ایمنی و فاکتورهای خونی به وجود می‌آید، که از جمله آن می‌توان به تغییرات آسیب شناسی فراوان در بافت‌ها و اندام‌های ماهی، آنزیم‌ها و شاخص‌های هماتولوژی خون در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان اشاره کرد (Seyit and Abdolkadir, 2004). ضعف و بی‌اشتهایی، تیرگی رنگ بدن، شنای نا متعادل، اگزوفتالمی، خون‌ریزی در اطراف دهان و سرپوش آبششی، تورم ناحیه شکمی و خوردگی سرپوش آبششی و باله‌های پشتی و دم و از جمله علائم ظاهری بود که در طول دوره آزمایش در ماهی‌های آلوده شده به باکتری آئروموناس هیدروفیلا مشاهده شد که در راستای نتایج تحقیقات نم نبات و همکاران (۱۳۹۳)، Seyit و

۱/۸، $۱۰^۸ \times ۲/۱$ ، $۱۰^۸ \times ۲/۴$ و $۱۰^۸ \times ۲/۷$ سلول بر میلی لیتر)، ۱، ۳، ۶ و ۹ ساعت پس از تزریق خون‌گیری به عمل آمد. نتایج نشان داد که تعداد کل گلبول‌های سفید خون، لنفوسیت، مونوسیت، گرانولوسیت و ترومبوسیت‌ها در تمامی تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار کنترل، کاهش یافت اما این کاهش، تنها در تیمارهای آزمایشی ۱ و ۳ ساعت پس از تزریق باکتری نسبت به سایر تیمارها و تیمار کنترل معنی دار بود. نوتروفیل‌ها دارای یک آنزیم منحصربه‌فرد به نام میلوپراکسیداز می‌باشند که نقش مهمی در فعالیت باکتری‌کشی ایفاء می‌نماید. این آنزیم با استفاده از رادیکال اکسیداتیو و هالیدها، اسیدهای هیپوهالیک تولید می‌کند و از این طریق موجب مرگ عوامل بیماری‌زا می‌گردد (Dalmo et al., 1997). از این‌رو، این فرایند به عنوان یکی از مهم‌ترین فرایندهای ایمنی غیر اختصاصی در از بین بردن باکتری‌ها شناخته می‌شود (Johnston, 1980). افزایش در تعداد کل گلبول‌های سفید هنگام آلودگی به باکتری آئروموناس هیدروفیلا در تمام تیمارهای آزمایشی، در فاگوسیتوز میکروارگانسیم‌های خارجی و فعالیت کیموتاکتیک نقش دارد و در این تحقیق از نقطه نظر نقش آنها در از بین بردن باکتری‌های تزریق شده به ماهی قابل توجهی می‌باشد.

آئرولیزین یک پروتئین سمی همولیتیک است که آئروموناس هیدروفیلا آن را ترشح می‌کند. این پروتئین با متصل شدن به گلیکو فسفاتیدیل اینوزیتول در سطح سلول‌های قرمز خونی به آنها می‌چسبند و پس از نفوذ به درون غشاء سلول، آن را متلاشی می‌کند و این امر سبب همولیز گلبول‌های قرمز خون و کاهش تعداد آنها می‌گردد (Howard et al., 1985; Parker et al., 1994). از این‌رو، حذف گلبول‌های قرمز آسیب دیده ناشی از ترشح آئرولیزین از طریق باکتری *A. hydrophila* سبب آزاد شدن آهن هموگلوبین و تجمع ترکیبات پروتئینی حاوی آهن نظیر هموسیدرین و فریتین در طحال این ماهی‌ها می‌گردد. لذا، افزایش تعداد و اندازه مراکز ملانوماکروفازی (MMC) طحال به عنوان مهم‌ترین محل انهدام و تخریب گلبول‌های قرمز آسیب دیده و فرسوده می‌تواند به عنوان یک شاخص آسیب شناسی بافتی، دلیلی دیگر بر این ادعا باشد. در واقع، این مراکز نقش به‌سزایی در تجمع متابولیت‌های گلبول‌های قرمز در طحال ایفا می‌کنند و سبب کاهش هماتوکریت و گلبول‌های قرمز خون می‌شوند (توکلی و اخلاقی، ۱۳۸۸).

بررسی مقاطع بافتی تهیه شده از کبد، کلیه و طحال بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان داخلی و فرانسوی که تحت تأثیر

تیمارهای آلوده شده به عفونت باکتریایی آئروموناس هیدروفیلا نسبت به تیمارهای شاهد کاهش یافت ($p < 0/05$). در راستای نتایج این تحقیق، توکلی و اخلاقی (۱۳۸۸) به منظور بررسی میزان تغییرات اجزای سرم و خون ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به دنبال عفونت تجربی با باکتری آئروموناس هیدروفیلا، بیماری‌زا، عامل بیماری سپتی سمی هموراژیک در ماهی‌ها، تعداد $۱۰^۵$ ، $۱۰^۶$ و $۱۰^۷$ از باکتری آئروموناس هیدروفیلا به ترتیب به سه گروه آزمایشی مجزا که هر گروه شامل ۱۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بود به روش داخل صفاقی تزریق کردند و یک گروه بدون تزریق باکتری به عنوان شاهد در نظر گرفتند. نتایج نشان داد که تعداد گلبول قرمز و میزان هماتوکریت و هموگلوبولین خون در تیمارها نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری یافت که بیشترین این تغییرات در تیمار تزریق درون صفاقی باکتری با میزان $۱۰^۷$ مشاهده شد. Rehulka (۱۹۸۸) طی پژوهشی شاخص‌های خونی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را به دنبال عفونت تجربی با آئروموناس بررسی کرد که طی آن تعداد گلبول قرمز، میزان هماتوکریت و هموگلوبین خون ماهی‌های آلوده به باکتری نسبت به ماهی‌های سالم، کاهش معنی‌داری یافت.

افزایش معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید، کاهش لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها و نیز افزایش معنی‌دار نوتروفیل‌ها در ماهی‌های مبتلا به عفونت باکتریایی آئروموناس هیدروفیلا در مقایسه با گروه‌های شاهد در مطالعه حاضر کاملاً مشهود است. افزایش تعداد گلبول‌های سفید در خون به خوبی مؤید بروز عفونت در بدن جانوران است (توکلی و اخلاقی، ۱۳۸۸). از سوی دیگر، افزایش تعداد نوتروفیل‌ها نیز وجود عفونت خونی را در ماهی‌های مبتلا به عفونت باکتریایی تأیید می‌کند. احمدی و همکاران (۱۳۹۰) اثرات باکتری آئروموناس هیدروفیلا را بر عوامل خونی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) بررسی کردند. کاهش معنی‌دار تعداد لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها، افزایش معنی‌دار تعداد گلبول سفید و نوتروفیل مهم‌ترین تغییراتی بود که در مطالعات خون‌شناسی ماهی‌های مبتلا به عفونت باکتریایی در مقایسه با گروه شاهد بود. در همین راستا، Gustavo و همکاران (۲۰۱۹) طی پژوهشی به بررسی اختلالات خون‌شناسی، ایمنی ذاتی و میزان بازماندگی ماهی *Piaractus mesopotamicus* ناشی از عفونت باکتریایی آئروموناس هیدروفیلا پرداختند. برای این منظور، از ماهی‌های گروه کنترل (بدون تزریق باکتری) و ماهی‌های تزریق شده با غلظت‌های مختلف آئروموناس هیدروفیلا ($۱۰^۸ \times ۱/۵$ ، $۱۰^۸ \times$

دیده شد. لیپوپلی‌ساکاریدهای باکتری سبب افزایش شکنندگی غشاء سلولی، افزایش اندازه هستک، هسته و نیز بیرون زدگی سیتوپلاسمی و همچنین افزایش تعداد هسته‌های بزرگ و قطرات چربی می‌شوند (Abu-El-Verjani et al., 1999; Saad, 2007).

باکتری‌های *Aeromonas spp.* از توانایی تولید طیف وسیعی از فاکتورهای سمی و بیماری‌زا شامل اندوتوکسین‌های مختلف و لیپوپلی‌ساکاریدها (LPS) برخوردارند (Chopra and Houston, 1999). ترکیب LPS مهم‌ترین ترکیب غشای باکتری‌های گرم منفی است و برهم‌کنش آن با عوامل سیستم ایمنی سلولی و خون جانوران، نقش به‌سزایی در عفونت زایی و التهاب ایفاء می‌کند و نهایتاً منجر به مرگ موجود آبی می‌شود (Morrison and Bucklin, 1996). با توجه به میزان تلفات این پژوهش، بیشترین درصد بازماندگی در تیمارهای بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داخلی مشاهده شد. احتمال داده می‌شود که بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌فرانسوی، از حساسیت بیشتری نسبت به عفونت باکتریایی *Aeromonas* هیدروفیلا برخوردار می‌باشند و مرگ و میر آنها بیشتر بوده است.

عفونت‌های باکتریایی باعث تلفات سنگین در مزارع پرورش ماهی می‌شوند و خسارات اقتصادی شدیدی را به صنعت آبی پروری وارد می‌کنند. در بین عوامل باکتریایی آبزیان، *Aeromonas* هیدروفیلا بسیار مورد توجه است. این باکتری، باعث سپتی سمی هموراژیک در ماهیان آب شیرین و گاهی دریایی می‌شود (Nielsen et al., 2001). عوامل مستعد کننده بیماری *Aeromonas* شامل دمای بالا، تراکم، آلودگی با مواد آلی و کمبود اکسیژن است و ماهیان مبتلا به *Aeromonas* تیره رنگ می‌شوند و روی بدن و باله‌های شنی آنها به‌ویژه در سطح شکمی و نیز در قسمت‌های سر و دهان خون‌ریزی‌ها یا هموراژی‌های نامنظم قرمز ظاهر می‌شود (مخیر، ۱۳۸۵). در مجموع، عامل باکتریایی *Aeromonas* هیدروفیلا می‌تواند با ترشح آنزیم‌ها و سموم مختلف و همچنین افزایش سطح تولید رادیکال‌های آزاد در سیستم‌های بیولوژیک میزبان، زمینه لازم جهت از بین بردن سلول‌ها را در بافت‌های مختلف فراهم سازد که این امر در نهایت به بروز سپتی سمی عفونی باکتریایی، تغییرات شدید آسیب‌شناسی بافتی و خونی می‌انجامد. اصلاح و بهبود شرایط محیطی و از بین بردن عوامل استرس‌زا به‌ویژه کاهش مواد آلی آب پرورشی و نیز درجه حرارت، در صورت امکان در تقلیل ضایعات ناشی از بیماری *Aeromonas* می‌تواند موثر باشد. همچنین واکسیناسیون نیز یک روش انتخابی جهت

عفونت باکتریایی *Aeromonas* هیدروفیلا قرار داشتند، از بروز برخی از آسیب‌های میکروسکوپی حکایت دارند. مکانیسم بیماری‌زایی *Aeromonas* هیدروفیلا به عواملی همچون آنزیم‌های پروتئاز، الاستاز، لیستیناز، ژلاتیناز، آمیلاز، کیتیناز و لیپاز (Merino et al., 1995; Pemberton et al., 1997)، انترتوکسین‌های سمی درون سلولی (Chopra et al., 1993)، آنزولیزین اعم از بتا همولیزین و آلفا همولیزین مترشحه از باکتری مربوط می‌شود (Howard and Buckley, 1985). این عوامل نقش به‌سزایی در بیماری‌زایی باکتری ایفاء می‌کنند و این امکان را برای باکتری بوجود می‌آورند که در مراحل پیشرفته بیماری به‌سهولت به سلول‌های میزبان حمله کرده و آسیب‌های هیستوپاتولوژیک قابل توجهی در بافت‌های مختلف میزبان ایجاد کنند. تغییرات آسیب‌شناسی بافتی مشاهده شده در ماهی‌های مبتلا به *Aeromonas* پس از پایان دوره آزمایش، ممکن است ناشی از ترکیبات لیپوپلی‌ساکاریدها، افزایش سطح تولید رادیکال‌های آزاد ناشی از مسمومیت اندوتوکسینی و ترشح آنزیم‌های پروتولیتیک باشد. در راستای نتایج این تحقیق، احمدی و همکاران (۱۳۹۰) اثرات باکتری *Aeromonas* هیدروفیلا را بر آسیب‌شناسی بافتی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*O. mykiss*) بررسی کردند. به‌هم ریختگی ظاهری سلول‌های کبدی، از هم گسیختگی سینوس‌های خونی و در نتیجه به هم ریختگی آرایش سلولی و شکل‌گیری واکوئل‌های سلولی در کبد، از بین رفتن مجاری کلیوی و تحلیل‌گومرول‌ها از مهم‌ترین تغییرات آسیب‌شناسی بافتی مشاهده شده در مقایسه با گروه شاهد بود. Banu و Yilmaz (۲۰۱۱) با انجام یک آزمایش به بررسی آسیب‌های بافت‌شناسی ناشی از عفونت *Aeromonas* هیدروفیلا در ماهی تیلپای نیل (*Oreochromis niloticus*) پرداخت. در بررسی‌های ماکروسکوپی، کبد به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد و هموراژیک و مرکز سفید مایل به خاکستری بر سطح مشاهده گردید. تغییرات دژنراتیو، واکوئل‌های چربی سیتوپلاسمی در بافت‌های کلیه و کبد و نکروز موضعی هیپاتوسیت‌ها و سلول‌های پانکراس در مطالعات بافت‌شناسی مشاهده شد. همچنین Rohit Kumar و همکاران (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای به بررسی پاتولوژی عفونت باکتریایی *Aeromonas* هیدروفیلا در ماهی طلایی (Mahseer *Tor putitora*) در شرایط آزمایشگاهی پرداختند. بزرگ شدن طحال به دنبال نکروز بافت همراه با علائم سپتی سمی هموراژیک نیز در ماهی‌های آلوده دیده می‌شد. علاوه بر این، نکروز هیپاتوسیت‌ها در بررسی‌های آسیب‌شناسی بافت کبدی

یرسینیا روکری با استفاده از لاکتوباسیل‌های جدا شده از روده ماهی کپور معمولی. مجله دامپزشکی ایران، ۷(۲): ۲۶-۳۵.

روضاتی، س.ع.، حقی، ن. و آورجه، س.، ۱۳۹۲. اثرات استرس شوری و دما بر فاکتورهای خونی بچه ماهی کپور (*Cyprinus carpio*). نشریه فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، (۲) ۱: ۹۵-۱۱۳.

سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۶. سالنامه آماری شیلات ایران ۱۳۹۵-۱۳۹۱. معاونت برنامه ریزی و مدیریت منابع، ۴۴ ص.

عادل، م.، پورغلام، ر.، ذریه زهرا، س. ج. و قیاسی، م.، ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف عصاره نعنای فلفلی بر برخی شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران، (۱) ۲۴: ۳۷-۴۷. DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103049

علی‌زاده نوده، م. و پازوکی، ج.، ۱۳۹۹. بررسی انگل‌های کاذب در ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در قفس و ماهیان کفال (*Mugilidae*) و سفید (*Rutilus kutum*) در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، (۶) ۲۹: ۸۴-۷۷. DOI: 10.22092/ISFJ.2021.123581

فدایی فرد، ف.، ۱۳۹۳. تشخیص مولکولی باکتری *Aeromonas hydrophila* در ماهیان کمان پرورشی استان چهارمحال و بختیاری. آسیب شناسی درمانگاهی، (۱) ۸: ۴۰۹-۴۰۱.

قیاسی، م.، بینایی، م.، سپهداری، ا.، ذریه زهرا، م.، صفری، ر.، کاکولکی، ش.، یارمحمدی، م.، قاسمی، م. و تقوی رستمی، م.، ۱۳۹۹. معرفی برخی شاخص‌های سرم، ایمنی و خون به عنوان شاخص سلامت در مولدین قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) عاری از عوامل بیماری‌زای خاص. مجله علمی شیلات ایران، (۴) ۲۹: ۱۰-۱. DOI: 10.22092/ISFJ.2020.122061

مخیر، ب.، ۱۳۸۵. بیماری‌های ماهیان پرورشی. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۴۲ ص.

نم نبات، ر.، فیروز بخش، ف.، مقدس، م. و نوراشرف الدین، س.ن.، ۱۳۹۳. بررسی میزان آلودگی باکتری *Aeromonas hydrophila* در بافت کبد ماهیان قزل آلی رنگین کمان مزارع پرورشی استان اصفهان. کنفرانس بین المللی ۱۷۱

پیشگیری از بروز بیماری می‌باشد که این مقوله نیز در کشور در مراحل تحقیق و توسعه بوده است و در بسیاری از کشورها به عنوان یکی از راه‌های اساسی در کنترل و پیشگیری از این عارضه اساسی محسوب می‌گردد.

تشکر و قدردانی

از همکاری مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان و ریاست محترم بخش تحقیقات علوم دامی و پرسنل آن مرکز و همچنین از موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به جهت مساعدت در پیگیری و تصویب پروژه مربوطه در راستای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

احمدی، ک.، میرواقفی، ع.، بنایی، م. و موسوی، م.، ۱۳۹۰. مطالعه فاکتورهای خونی و آسیب شناسی بافتی ناشی از *Aeromonas hydrophila* قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، (۳) ۶۴: ۲۲۷-۲۱۷.

آروند، م. و گنجی، ف.ک.، ۱۳۸۹. بافت شناسی عملی. چاپ چهارم، مشهد: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد. صفحات ۱۱۲-۱۷۰.

آهنگرزاده، م.، قربانپور، م.، پیغان، ر.، شریف روحانی، م. و سلطانی، م.، ۱۳۹۴. نقش *Aeromonas hydrophila* در سیتی سمی‌های باکتریایی کپورماهیان پرورشی استان خوزستان. مجله دامپزشکی ایران، (۳) ۱۱: ۱۷-۵. DOI: 10.22055/ivj.2015.11580

توکلی، ه. و اخلاقی، م.، ۱۳۸۸. بررسی میزان تغییرات لیزوزیم، ایمنوگلوبولین، گلبول‌ها و هماتوکریت در ماهی قزل آلی رنگین کمان به دنبال عفونت تجربی با باکتری *Aeromonas hydrophila* بیماری‌زا. مجله تحقیقات دامپزشکی، (۲) ۶۴: ۱۶۲-۱۵۷.

حسین زاده، م. و توکمه چی، ا.، ۱۳۹۴. جداسازی و شناسایی باکتری *Aeromonas hydrophila* مولد انتروتوکسین از ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، (۴) ۷: ۱۷۸-۱۷۳.

رحمتی اندانی، ح.، توکمه چی، ا.، مشکینی، س. و ابراهیمی، ه.، ۱۳۹۰. افزایش مقاومت ماهی قزل آلی رنگین کمان در برابر عفونت با *Aeromonas hydrophila* و

- Chopra, A.K. and Houston, C.W., 1999.** Enterotoxins in *Aeromonas* associated gastroenteritis. *Microbes and Infection*, 1: 1129–1137.
- Chopra, A.K. Peterson, C.W. and Jin, G.F., 1993.** Cloning, expression and sequence analysis of cytolytic enterotoxin gene in *Aeromonas hydrophila*. *Canadian Journal of Microbiology*, 39: 513–523. DOI: 10.1016/s1286-4579(99)00202-6
- Dalmo, R.A., Ingebrihtsen, K. and Bogwald, J., 1997.** Non-specific defense mechanisms in fish, with particular reference to the reticuloendothelial system (RES). *Journal of Fish Diseases*, 20: 241–273. DOI: 10.1139/m93-073
- Goldenfarb, P., Bowyer, T. and Brosious, E., 1971.** Reproducibility in the hematology laboratory the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology* 56: 35-39. DOI:10.1093/ajcp/56.1.35
- Gustavo, S., Jefferson, Y.A., Fausto. A., Renata, L., Isabela, M., Fabrizia, S., Antonio, V., Cleni, M. and Julieta, R.E., 2019.** Hematological and immune changes in *Piaractus mesopotamicus* in the sepsis induced by *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology*, S1050-4648(19): 30061-0. DOI: 10.1016/j.fsi.2019.01.044
- Hardy, R.W., 2002.** Nutrient requirements and feeding of fish for aquaculture. CABI Publishing, Walling ford, Oxon, United Kingdom, pp.184-202.
- Hazen, T.C., Fliermans, C.B., Hirsch, R.P. and Esch, G.W., 1978.** Prevalence and distribution of *Aeromonas hydrophila* in the United States. توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، ۱۲-۱. اسفند، تبریز.
- هادی، ف.، قاسمی، م.، فائزی قاسمی، م.، عیسی زاده، خ.، حقیقی کارسیدانی، س. و خارا، ح.، ۱۳۹۱.** شناسایی باکتری *Aeromonas hydrophila* جدا شده از ماهیان فیتوفاک (*Hypophthalmichthys molitrix*) پرورشی به روش مولکولی. دومین کنگره ملی علوم آزمایشگاهی دامپزشکی. مجله تحقیقات آزمایشگاهی دامپزشکی، (۱) ۴: ۷۹. آذر، سمنان.
- Abu-El-Saad, A.S., 2007.** Immunomodulating effect of inositol hexaphosphate against *Aeromonas hydrophila*-endotoxin. *Immunobiology*, 212: 179-192. DOI:10.1016/j.imbio.2007.01.006
- Adanir, D.O.R. and Turutoglu, H., 2007.** Isolation and antibiotic susceptibility of *Aeromonas hydrophila* in a carp (*Cyprinus carpio*) hatchery farm. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 51: 361-364.
- Banu, Y. and Yilmaz, A., 2011.** Pathological findings of experimental *Aeromonas hydrophila* infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Ankara University Veteriner Fakultesi dergisi*, 58: 47-54. DOI:10.1501/Vetfak_0000002448
- Benarji, G. and Rajendranath, T., 1990.** Haematological changes induced by an organophosphorus insecticide in a freshwater fish *Clarias batrachus* (Linnaeus). *Tropical Freshwater Biology*, 45: 157-202.
- Bruno, D.W., Noguera, P.A. and Poppe, T.T., 2013.** Bacterial diseases. In A Colour Atlas of Salmonid Diseases. pp. 73-98.
- Buller, N.B., 2004.** Bacteria from Fish and Other Aquatic Animals, A Practical Identification Manual. CABI Publishing, 394 P.

- Applied and Environmental Microbiology*, 36(5): 731-738. DOI: 10.1128/AEM.36.5.731-738.1978
- Howard, S.P. and Buckley, J.T., 1985.** Activation of the hole forming toxin aerolysin by extracellular processing. *Journal of Bacteriology*, 163:336-340. DOI: 10.1128/JB.163.1.336-340.1985
- Johnston, R.B., 1980.** Oxygen metabolism and the microbicidal activity of macrophages. *Federation Proceedings*, 37: 2759-2764.
- Kirsten Moyner Knut, H., Roed Sigmund, Sevattal Marianne, H., 1993.** Changes in non-specific immune parameters in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., induced by *Aeromonas salmonicida* infection. *Fish and Shellfish Immunology*, 3(4): 253-265. DOI:10.1006/FSIM.1993.1025
- Martin-Carnahan, A. and Joseph, S.W., 2005.** Genus I. *Aeromonas* Stanier 1943, 213^{AL}, p. 557-578. In D. J. Brenner, N. R. Krieg, J. T. Staley, and G. M. Garrity (ed.), *Bergey's manual of systematic bacteriology*, 2nd ed., vol. 2, part B. Springer, New York, NY.
- Merino, S., Rubires, X., Knochel, S. and J. Tomas, M., 1995.** Emerging pathogens: *Aeromonas* spp. *International Journal of Food Microbiology*, 28: 157-168. DOI: 10.1016/0168-1605(95)00054-2
- Morrison, D.C. and Bucklin, S.E., 1996.** Evidence for antibiotic mediated endotoxin release as a contributing factor to lethality in experimental gram-negative sepsis. *Scandinavian journal of infectious diseases, Supplementum*, 101: 3-8.
- Nielsen, M.E., Hí, L., Schmidt, A.S., Qian, D., Shimada, T., Shen, J.Y. and Larsen, J.L., 2001.** Is *Aeromonas hydrophila* the dominant motile *Aeromonas* species that cause disease outbreaks in aquaculture production in the Zhejiang province of China. *Disease of Aquatic Organisms*, 46(22): 23-29. DOI: 10.3354/dao046023
- Parker, M.W. J.T. Buckley, J.P.M. Postma, A.D. Tucker, K. Leonard, F. Pattus, and Tsernoglou, D., 1994.** Structure of the *Aeromonas* toxin proaerolysin in its water-soluble and membrane- channel states. *Nature*, 367: 292-295.
- Pemberton, J.M. Kidd, S.P. and Schmidt, R., 1997.** Secreted enzymes of *Aeromonas*. *FEMS Microbiology Letters*, 152: 1-10. DOI:10.1111/j.1574-6968.1997.tb10401.x
- Rehulka, J., 1988.** Blood indices of the Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in *Aeromonas*-induced ulcerous dermatitis. *Acta Veterinaria Brno*, 67: 317-322. DOI:10.2754/avb199867040317
- Rohit, K., Veena, P., Lalit, S., Lata, S., Neha, S., Dimpal, T., Atul, K., Singh, and Prabhati, Sahoo, K., 2016.** Pathological Findings of Experimental *Aeromonas hydrophila* Infection in Golden Mahseer (Tor putitora). *Fisheries and Aquaculture Journal*, 7(1): 1-6. DOI: 10.4172/2150-3508.1000160
- Seyit, A. and Abdolkadir, C., 2004.** Systemic infection of *Aeromonas hydrophila* in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Gross pathology, Bacteriology, Clinical Pathology, Histopathology and Chemotherapy. *Journal of*

- Animal and Veterinary Advances*, 3(12): 810-819.
- Shiau, S.Y. and Ya, Y.P., 1999.** Dietary supplementation of chitin and Chitosan depresses growth in Tilapia, *Oreocromis niloticus* × *Oreocromis auratus*. *Aquaculture*, 179: 439-446. DOI: 10.1016/s0044-8486(99)00177-5
- Thrall, M.A., 2004.** Veterinary hematology and clinical chemistry. Lippincott Williams and Wilkins, New York. 402 P.
- Verjani, G. Portoles, M.T. and Pagani, R., 1999.** Escherichia coli lipopolysaccharide effects on proliferating rat liver cells in culture: A morphological and functional study. *Tissue Cell*, 31: 1-7. DOI: 10.1054/tice.1998.0013
- Yousr, A.H., Napis, S., Rusul, G.R.A. and Son, R., 2007.** Detection of Aerolysin and Hemolysin Genes in *Aeromonas* spp. Isolated from Environmental and Shellfish Sources by Polymerase Chain Reaction. *ASEAN Food Journal*, 14(2): 115-122.

Study of histopathology and changes of some hematology indicators of indigenous and French Rainbow trout fish due to *Aeromonas hydrophila*

Sheikh Asadi M.^{1,2*}; Zorriehzahra M.J.³; Yazdanpanah L.¹; Sattari A.⁴; Mirbakhsh M.³

*m.sh_asadi73@yahoo.com

1-Animal Sciences Research Department, Kerman Agricultural Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

2-Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

3- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4-Department of Aquatic Animal Health and Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

This research was carried in order to study of pathology and changes of some hematology indicators of indigenous and French Rainbow trout fish after following with *Aeromonas hydrophila*. For this research, treatments were performed in eight treatments and each treatment with three replications (each replicate containing 10 rainbow trout fish with an average weight 16 ± 0.36 g). two treatments as a negative control (including of indigenous and French fish without bacterial injection), Two treatments as a positive control (including of indigenous and French fish with serum physiology injection), two treatments including indigenous fish with 10^6 and 10^8 CFU/ml *Aeromonas hydrophila* bacteria and two treatments including French fish, which were injected with 10^6 and 10^8 CFU/ml of *Aeromonas hydrophila* by intra-peritoneal method. After 20 days, to determine the values of some hemotology parameters including counts of white blood cells (WBC), red blood cells (RBC), hemoglobin, hematocrit, and MCV, MCH and MCHC indices, blood samples were taken from 6 fish of each treatment, and then, in order to study of pathology of the tissues of the kidney, liver and spleen, fishes were fixed in 10% formalin solution. The present study, the results showed that the hematocrit, hemoglobin and counts of red blood cells decreased significantly in the treatments of infected with bacterial infection of *Aeromonas hydrophila* compared with the control groups, and the number of white blood cells and neutrophils increased significantly. Lesions such as mild degeneration lesions in liver cells and tissue texture and severe cytoplasmic vacuating of liver cells and complications such as degeneration and necrosis of renal tubules and hyperemia, edema and lose of spleen pulmonary defence cells, the most important changes in tissue pathology were in experimental treatments compared to control. The highest survival rate was observed in indigenous Rainbow trout control group without bacterial injection and with serum physiology injection. Due to the greater capability of internal race resistance along with management measures that have been able to increase survival rates, improvement of environmental conditions and elimination of stressors can be effective in reducing *Aeromonas* lesions.

Keywords: *Aeromonas hydrophila*, Pathology, *Oncorhynchus mykiss*, Hematology

*Corresponding author