

"مقاله پژوهشی"

مقایسه اثر استفاده از باکتری کشته شده آئروموناس هیدروفیلا به سه روش حرارت، فرمالین و اشعه ماوراءبنفش بر میزان بقاء، برخی از فاکتورهای خونی و ایمنی در ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

تقی محمدی فوتمی^۱، رضا چنگیزی^{۱*}، سیدمهدی حسینی فرد^{۲*}، حسین خارا^۳، رضا صفری^۴

۱. گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

۲. گروه دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

۳. گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۴. گروه تغذیه، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۱۶

چکیده

آئروموناس هیدروفیلا یکی از باکتری های مهم و شایع در امر پرورش ماهیان می باشد که متاسفانه شیوع و گسترش آن منجر به افزایش مصرف آنتی بیوتیک در تولید آبزیان شده است. لذا در مطالعه حاضر به منظور ارائه راحل و افزایش ایمنی در ماهی قزل آلائی رنگین کمان، به ۴ گروه ۲۰ تایی از ماهیان با ۳ تکرار برای هر گروه باکتری زنده و باکتری کشته شده آئروموناس هیدروفیلا به سه روش حرارت، فرمالین و UV بصورت تزریق درون صفاقی با غلظت ۱۰ به نمای ۵ سلول در میلی لیتر به ماهی معرفی شد. براساس نتایج، آنتی ژن باکتری کشته شده به روش فرمالین و UV موجب افزایش گلبول های سفید ($P < 0.05$) و حفظ گلبول های قرمز شده است. همچنین سطح ایمنوگلوبین نوع M و کمپلمان ۳ و ۴ در این دو گروه نسبت به گروهی که در معرض باکتری زنده و باکتری کشته شده به روش حرارت قرار داشتند، شرایط بهتری داشت. لذا براساس نتایج با استفاده از باکتری های کشته شده آئروموناس هیدروفیلا به روش فرمالین و UV می توان انتظار افزایش ایمنی ماهی را داشت.

کلمات کلیدی: آئروموناس هیدروفیلا، قزل آلائی رنگین کمان، ایمنی، ایمنوگلوبین

مقدمه

نظر به محدودیت شرایط و زیرساخت‌های طبیعی درگسترش صنعت پرورش ماهیان سردآبی ایران، ناگزیر به افزایش بهره برداری از منابع مساعد آب و خاک جهت پرورش این آبی می‌باشیم. لازمه این کار، افزایش تراکم تولید بعنوان یکی از روش‌های افزایش بازده تولید می‌باشد. اما این امر ممکن است ابتلا به بیماری را در ماهی پرورشی به سبب پایین آمدن کیفیت آب و به وجود آمدن شرایط استرس‌زا افزایش دهد (Gatlin *et al.*, 2007). اغلب ماهیان پرورشی زمانی که تحت تأثیر عفونت‌های باکتریایی قرار می‌گیرند سیستم ایمنی شان در شرایط استرس‌زا به خطر می‌افتد. لذا اغلب اوقات پرورش دهندگان به استفاده گسترده از آنتی‌بیوتیک‌ها تمایل پیدا کنند. در سال‌های اخیر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها با مخالفت‌های شدیدی روبه رو شده است. زیرا این مواد اثرات مخربی و بلند مدتی بر محیط‌زیست و مصرف‌کننده نهایی می‌گذارد. به هر حال استفاده بلندمدت از این مواد می‌تواند باعث به وجود آمدن مقاومت باکتریایی شود و همچنین در دوزهای بالاتر نیز می‌تواند تأثیر منفی بر روی رشد و سایر فاکتورهای ایمنی داشته باشد (Verschuere *et al.*, 1999; Sealey *et al.*, 2015). از این رو علاقه‌مندی وسیعی در معرفی جایگزینی مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها و کاهش استفاده از آن‌ها به وجود آمده است که تحریک سیستم ایمنی می‌تواند یکی از این موارد باشد (Harikrishnan *et al.*, 2011). مطالعات انجام شده نشان می‌دهد محرک‌هایی مانند گلوکان، لاکتوفرین، کیتین، کیتوزان و لوامیزول باعث تحریک سیستم ایمنی ماهی و میگو می‌شوند. فاکتورهای تغذیه‌ای نظیر ویتامین ب، ث و برخی هورمون‌ها مانند هورمون

رشد و پرولاکتین نیز به عنوان محرک ایمنی گزارش شده‌اند (Liu *et al.*, 2010). این محرک‌ها سبب تسهیل عمل بیگانه خواری سلول‌های فاگوسیت‌کننده و افزایش فعالیت ضد باکتریایی آنها می‌شوند (Kakuta and Kurokura, 1995). در این خصوص رحمتی و همکاران (۱۳۹۰) از لاکتوباسیلوس‌های جدا شده از روده ماهی کپور معمولی در تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده نمودند. براساس نتایج گزارش شده این مسئله سبب بهبود پارامترهای رشد و مقاومت باکتریایی در آن‌ها شده است. همچنین در مطالعه مشابه‌ای، جعفریان و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از باسیلوس‌های جدا شده از ماهیان خاویاری توانستند رشد و بقا لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را در برابر استرس‌های شوری، حرارت و اسیدیته افزایش دهند. از این رو با توجه تغییر سیاست در مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها برای آبی پروری و نیاز به توسعه راهکارهای جایگزین در جهت کنترل بیماری‌ها در مطالعه حاضر در نظر داریم امکان بهبود سیستم ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را با استفاده از سویه‌های ضعیف شده آئروموناس هیدروفیلا به روش‌های مختلف مورد بررسی قرار دادیم و در صورت حصول نتایج مطلوب بعنوان راهکار جایگزین برای استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی نماییم.

مواد و روش‌ها

طراحی آزمایش

جهت انجام این تحقیق، تعداد ۲۴۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در ۱۲ تانک پرورشی با حجم آب حدود ۳۰۰ لیتر با تراکم ۶۰ عدد ماهی در هر واحد پرورشی با میانگین وزنی ۴ گرم مورد بررسی

تهیه باکتری کشته شده

فرمالین: محلول حاوی باکتری بعد از شمارش با هموسیتومتر، فرمالین به میزان ۳٪ به حجم محلول حاوی باکتری اضافه و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. در ادامه پس از شستشو و سانتریفیوژ بامحلول بافر فسفات نمکی تا زمان استفاده در یخچال در دمای ۳ درجه سانتی گراد نگهداری شد (Akhlaghi, 2002).

حوار: محلول حاوی باکتری بعد از شمارش با هموسیتومتر در حمام آب گرم با دمای ۶۰ درجه سانتی-گراد به مدت ۴ ساعت قرار گرفت و تا زمان استفاده در یخچال در دمای ۳ درجه سانتی گراد نگهداری شد (Akhlaghi, 2002).

UV: در این روش ابتدا سوپرناتانت حاوی باکتری به منظور شمارش تراکم باکتری با روش هموسیتومتری مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس محلول در فاصله ۳۰ سانتی متری لامپ UV با توان ۱۵ وات به مدت ۲ ساعت و در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی گراد تحت تاثیر تابش پرتو قرار گرفت (Campos-Perez et al., 1997).

در پایان مراحل کشته شده باکتری با هر یک از روش های فوق، یک نمونه از آنها به منظور تایید کشته شدن باکتری در محیط کشت تست گردید و پس از تایید کشته شدن باکتری مورد استفاده قرار گرفتند.

سنجش فاکتورهای شمارشی خون

در پایان دوره ی آزمایش ماهیان بازمانده از هر تیمار صید و پس از خون گیری از رگ ساقه دمی، تعداد گلبول های قرمز و سفید خون پس از رقیق سازی خون با استفاده از لام هماتوسیتومتر شمارش گردید

قرارگرفت. به منظور کاهش استرس ناشی از انتقال ماهیان به مدت ۴۸ ساعت قبل از انتقال به واحد آزمایشی غذادهی نشدنشد و در طول دوره آزمایش به مدت ۲۰ روز با غذای معمول تغذیه شد. به منظور بررسی ایمنی زایی باکتری آئروموناس هیدروفیلا، باکتری های غیر فعال شده به روش های حرارت، فرمالین و اشعه ماورای بنفش در روز ۲۰ پرورش با غلظت ۱۰ به نمای ۵ سلول/میلی لیتر/ ماهی در سفاق ماهی تزریق شد. بنابراین مطالعه حاضر با چهار تیمار و سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در پایان دوره پرورش آزمایشی پس از ایمن سازی میزان بقا، فاکتورهای خونی، ایمنوگلوبین (M)، سطح کمپلمان C3 و C4 مورد ارزیابی قرار گرفت.

سویه باکتری بیماریزای

پس از تهیه سویه بیماریزای آئروموناس هیدروفیلا به صورت رشد یافته از موسسه ی تحقیقاتی و سرم سازی رازی، در شرایط استاندارد بر روی محیط مغذی تریپتون سویا آگار (TSA) به آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس انتقال داده شد. سپس استوک باکتریایی در محیط کشت تریپتون سویا برات (TSB) در انکوباتور شیکردار در دمای ۳۷ درجه ی سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت کشت گردید و برات حاصل نیز پس از سانتریفیوژ در ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ، ذخیره ی باکتریایی لازم پس از دو بار شستشو با محلول بافر فسفات نمکی (pH: ۷/۲) تهیه گردید (Joseph and Carnahan, 1994). به منظور تأیید بیماریزا بودن سویه مورد نظر میزان LD آن در آزمایشی به صورت تزریق درون صفاقی^۵- ۱۰ تعیین گردید.

کیت مخصوص و روش کدورت سنجی ایمنی استفاده شد. برای این منظور از دستگاه اسپکتوفتومتر با طول موج ۳۶۰ نانومتر استفاده شد. Igm سرم بر حسب میلی‌گرم در دسی لیتر بوسیله دستگاه نفلومتری Minineph (Binding site - انگلستان) و با استفاده از کیت آزمایشگاهی Binding site به روش نفلومتری اندازه‌گیری شد.

نتایج

دامنه‌ی تغییرات فاکتورهای شمارشی خون در جدول ۱ ارائه شده است. براساس نتایج پس از تزریق باکتری آئروموناس هیدروفیلا به تیمارهای آزمایشی مقادیر گلبول قرمز، گلبول سفید، هموگلوبین، هماتوکریت در گروهای که از فرمالین و UV برای کشتن باکتری استفاده شده بود افزایش یافت. بطوریکه با دو گروه دیگر (دما و شاهد) از لحاظ آماری داری اختلاف معنی‌داری بوده است ($P < 0/05$). البته مقدار گلبول‌های سفید در تیمار حرارت با شاهد نیز داری اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$).

نتایج مربوط به فاکتورهای ایمنی در جدول ۲ ارائه شده است. هر سه فاکتور ایمنی در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد متفاوت و معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$).

در بررسی تلفات ماهیان تیمارهای مورد آزمایش پس از معرفی باکتری آئروموناس هیدروفیلا ۸۳/۳۳ درصد ماهیان گروه شاهد تا روز بستم تلف شدند. که نتایج آن را در شکل ۱ ارائه شده است. درحالی‌که در تیمارهای آزمایش این مقدار بسیار کمتر بود. بطوریکه در تیمار UV کمترین میزان تلفات مشاهده شد.

(Houston, 1997). شمارش کلی گلبول‌های قرمز و سفید ماهی به روش دستی و با استفاده از لام نئوبا رصورت‌نگرفت. برای اینکار و برای رقیق نمودن نمونه از محلول رقیق‌کننده نات-هریک استفاده شد. همچنین برای اندازه‌گیری هموگلوبین از کیت سنجش هموگلوبین ساخت شرکت زیست شیمی تهران و هماتوکریت مورد سنجش قرار گرفت. برای این منظور پس از مخلوط نمودن ۲۰ میکرولیتر خون با ۵ سی‌سی محلول تجارته‌ی درابکین (معرف سیانو مت هموگلوبین) با یک وقفه ۵ دقیقه‌ای با استفاده از اسپکتروفتومتر جذب نوری، محلول فوق در طول موج ۵۴۶ نانومتر در مقابل بلانک معرف قرائت گردید. سپس میزان هموگلوبین بر حسب گرم در دسی‌لیتر با استفاده از فرمول، طبق دستورالعمل شرکت سازنده محاسبه شد. بررسی هماتوکریت نیز با روش میکروهیاتوکریت صورت پذیرفت (حافظ امینی و عریان، ۱۳۸۱). سایر شاخص‌های خونی با استفاده از رابطه‌های استاندارد طبق منبع موجود براساس رابطه ریاضی محاسبه گردید (Gohari et al., 2010).

سنجش فاکتور ایمنی خون

در انتهای دوره آزمایشی پس از یک روز قطع غذادهی، ۵ عدد ماهی از هر تکرار بصورت تصادفی انتخاب و سپس از بیهوشی در عصاره گل میخک با غلظت ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر (Velisek et al., 2005) و خشک نمودن بدن از آب و موکوس اضافی از ساقه دمی اقدام به اخذ نمونه‌های خون شد. نمونه‌ها در مجاورت یخ به اپندروف‌های فاقد ماده ضد انعقاد انتقال داده و در آزمایشگاه با استفاده از سانتیفریوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جدا گردید. برای اندازه‌گیری سطح سرمی کمپلمان‌های C3 و C4 از

جدول ۱: تاثیر روش های مختلف غیر فعال سازی باکتری آئروموناس هیدروفیلا بر فاکتورهای خونی ماهی قزل آلابی رنگین-

کمان (میانگین \pm S.E)

تیمار های آزمایشی				فاکتور های شمارشی خون
UV	فرمالین	حرارت	شاهد	
۱/۲۵ \pm ۰/۰۶ ^b	۱/۲۴ \pm ۰/۰۷ ^b	۱/۱۳ \pm ۰/۰۵ ^a	۱/۱۰ \pm ۰/۰۸ ^a	گلبول قرمز (10^6mL^{-1})
۱۵/۱ \pm ۰/۲۹ ^c	۱۵/۸ \pm ۰/۳۶ ^c	۱۲/۳ \pm ۰/۲۳ ^b	۱۰/۶ \pm ۰/۱۱ ^a	گلبول سفید (10^3mL^{-1})
۷/۸۱ \pm ۰/۲۷ ^b	۷/۷۷ \pm ۰/۵۳ ^b	۶/۶۸ \pm ۰/۱۱ ^a	۶/۴ \pm ۰/۳۰ ^a	هموگلوبین (gdL^{-1})
۳۰/۶۷ \pm ۱/۹۶ ^b	۳۰/۶۷ \pm ۱/۶۳ ^b	۲۷/۶۷ \pm ۰/۸۱ ^a	۲۶/۸۳ \pm ۱/۴۷ ^a	هماتوکریت (%)
۲۴۵/۵۹ \pm ۴/۷۲ ^a	۲۴۷/۷۳ \pm ۴/۲۸ ^a	۲۴۵/۰۲ \pm ۵/۱۴ ^a	۲۴۳/۱۸ \pm ۵/۸۶ ^a	متوسط حجم گلبول قرمز (fL)
۶۲/۶۸ \pm ۱/۴۷ ^b	۶۲/۶۸ \pm ۱/۵۸ ^b	۵۹/۲۲ \pm ۱/۸۵ ^a	۵۸/۰۳ \pm ۲/۵۲ ^a	متوسط هموگلوبین گلبول قرمز (Pg)
۲۵/۵۳ \pm ۰/۸۲ ^b	۲۵/۳۲ \pm ۰/۴۳ ^b	۲۴/۱۵ \pm ۰/۴۶ ^a	۲۳/۸۵ \pm ۰/۷۲ ^a	متوسط غلظت هموگلوبین گلبول قرمز (gdL^{-1})

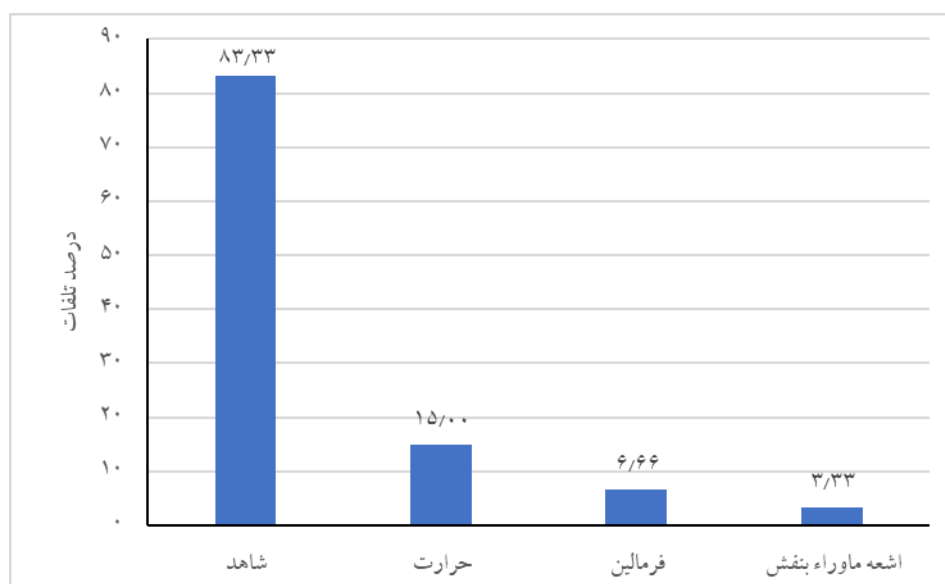
وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است ($P < 0.05$).

جدول ۲: تاثیر روش های مختلف غیر فعال سازی باکتری آئروموناس هیدروفیلا فاکتورهای ایمنی ماهی قزل آلابی رنگین کمان

(میانگین \pm S.E)

تیمار های آزمایشی				فاکتورهای ایمنی
UV	فرمالین	حرارت	شاهد	
۱۱۴/۰۳ \pm ۵/۱۶ ^c	۱۲۱/۲۵ \pm ۴/۲۷ ^c	۹۲/۰۵ \pm ۲/۳۵ ^b	۶۶/۶ \pm ۱/۴۸ ^a	ایمنوگلوبین نوع M (IgM) (mg dL^{-1})
۳۷/۲۸ \pm ۲/۸۷ ^b	۳۳/۵۲ \pm ۱/۹۳ ^b	۲۲/۸۵ \pm ۱/۱۵ ^a	۲۳/۱۷ \pm ۰/۹۰ ^a	کمپلمان ۳ (C3) (mg dL^{-1})
۱۳/۲۲ \pm ۰/۴۶ ^c	۱۲/۲۳ \pm ۰/۷۷ ^c	۹/۴۵ \pm ۰/۶۵ ^b	۵/۶۸ \pm ۰/۷۸ ^a	کمپلمان ۴ (C3) (mg dL^{-1})

* اعداد دارای حروف غیر یکسان در هر ردیف دارای اختلاف آماری معنی دار در سطح $P < 0.05$ می باشد.



شکل ۱: درصد تلفات در گروه های مختلف آزمایشی تا بیست روز پس از معرفی باکتری آئروموناس هیدروفیلا به ماهی قزل-

آلابی رنگین کمان

بحث

همانگونه که در مقدمه به آن اشاره شد، باکتری آئروموناس هیدروفیلا یکی از عوامل بیماری زا باکتریایی شناخته شده در آبزیان می باشد که به عنوان عامل سپتی سمی هموراژیک شناخته شده است (Akhlaghi, 2000). لذا در مراحل پیشرفته بیماری با آسیب های جدی که به بافت های مختلف موجود وارد می کند، منجر به بروز اختلالات فیزیولوژیک و برهم خوردن هموستازی خواهد شد. مکانیسم بیماری زایی این باکتری را به عواملی نظیر آنزیم های پروتئاز، لیپاز، الاستاز و ... ، انتروتوکسین های سمی درون سلولی و آنزولیزین مترشحه از باکتری نسبت می دهند.

در مطالعه حاضر تاثیر باکتری کشته شده به روش های مختلف در ماهی قزل آلائی رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفت. براساس پیشینه تحقیق با توجه به تاثیر بیشتر استفاده از روش تزریق نسبت به سایر روش های مرسوم این روش برای انجام مطالعه استفاده شد (پیغان و همکاران، ۱۳۸۶). براساس نتایج می توان به میزان تلفات در گروه شاهد (۳۳/۸۳ درصد) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود، که موید تاثیر روش های مورد استفاده در غیر فعال سازی باکتری می باشد.

در ادامه بیست روز پس از معرفی باکتری به گروه های آزمایشی، فاکتورهای شمارشی خون مورد ارزیابی قرار گرفتند، که براساس نتایج بطور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفتند. مطابق انتظار و نتایج مطالعات موجود در این زمینه، تعداد سلول های قرمز خون و متعاقب آن هموگلوبین و هماتوکریت در گروه کنترل کاهش معنی داری داشت، که شاخص بارز کم خونی در این گروه از ماهیان می باشد. البته این موضوع در گروهی از

ماهیان که در معرض باکتری های حرارت دیده قرار داشتند، نیز مشاهده شد. لذا ممکن است حرارت یا روشی که ما برای این امر در نظر گرفتیم امکان غیر فعال کردن این باکتری را نداشته باشد. در مقابل در دو گروه دیگر که از فرمالین و UV برای غیر فعال سازی باکتری ها استفاده شد، تعداد گلبول های قرمز به مقدار قابل توجهی، که از لحاظ آماری نیز معنی دار بود، در سطوح بالاتری قرار داشت. کاهش تعداد سلول های قرمز خون را می توان به آنزولیزین مترشحه از این باکتری که یک پروتئین سمی همولیتیک است مرتبط دانست (Parker et al., 1994). براساس یافته های سایر محققین، متصل شدن این پروتئین به گلیکو فسفاتیدیل اینوزیتول در سطح سلول های قرمز خونی و نفوذ به درون غشای سلولی سبب متلاشی شدن سلول می شود. در نتیجه در گروه شاهد و گروه ۲ (حرارت) به دلیل همولیز شدن گلبول قرمز شاهد کاهش در تعداد آنها بودیم. با توجه به اینکه یک گلبول قرمز اساسا شامل غشایی است که محلولی از هموگلوبین را در بر می گیرد (هموگلوبین حدود ۹۵٪ پروتئین داخل سلولی گلبول قرمز را شامل می گردد) از این رو شباهت نتایج به دست آمده از اندازه گیری میزان هموگلوبین با نتایج حاصل از شمارش تعداد گلبول های قرمز رابطه ای منطقی می باشد.

در خصوص گلبول های سفید نتایج مشابهی با گلبول قرمز مشاهده گردید. اینگونه بیان شده که تحریک ایمنی با افزایش سطح آنتی بادی ها در ارتباط است (Irianto and Austin, 2002). چرا که برخی عوامل سلولی از قبیل فاگوسیتوزیس گلبول های سفید (Jones et al., 1993) و فعالیت لنفوسیت ها (Anderson et al., 1982) نقش مهمی را در سیستم ایمنی ماهی ها ایفا

می‌نماید. در این ارتباط گزارشی پیرامون تنظیم ایمنی گلبول‌های سفید انسان توسط باکتری های اسید لاکتیک موجود است (Oyetayo et al., 2005)، بعلاوه Aattouri و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که الحاق باکتری‌های اسید لاکتیک به موش موجب افزایش لنفوسیت‌ها می‌شود. آن‌ها مطرح کردند که آثار مفید این عمل منجر به افزایش مقاومت موش در برابر عفونت‌ها می‌گردد. آنتی ژن‌های آئروموناس هیدروفیلای غیر فعال شده ممکن است از طریق فعال سازی لنفوسیت‌ها به افزایش پاسخ ایمنی موجود آبی منجر گردد. مطالعات Irianto و Austin (۲۰۰۲) این نظریه را که تحریک سلولی (یعنی افزایش لنفوسیت‌ها گلبول سفید و کل تعداد ماکروفاژها و افزایش بیگانه خواری) بیشتر از ایمنی همورال دارای اهمیت می‌باشد را تایید می‌کند. همچنین Brunt و Austin (۲۰۰۵) نشان دادند که ماکروفاژهای تیمار پروبیوتیکی نسبت به گروه شاهد توانایی بیشتری برای بیگانه خواری دارند. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین نیز مطابقت دارد. در مطالعه Irianto و Austin (۲۰۰۲) که از پروبیوتیک برای کنترل عامل بیماری فرونکلوزیس در قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده نمودند، تعداد گلبول‌های سفید خون در تیمارهایی که از پروتیوبیک تغذیه کرده بودند افزایش یافت.

در تحقیق حاضر میزان IgM و سطح سرمی کمپلمان-های C3 و C4، تحت تاثیر روش‌های مختلف غیر فعال سازی باکتری قرار داشت. براساس نتایج اثر باکتری-های غیر فعال شده به روش فرمالین و UV نسبت روش حرارت بیشتر بوده و این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌داری می‌باشد. در این خصوص باید اظهار داشت که سیستم ایمنی غیر اختصاصی توسط پروبیوتیک‌ها

تحریک می‌گردد (Pérez et al., 2006). از آنجا که باکتری‌های پروبیوتیکی تولید آنتی بادی را در انسان تحریک می‌کنند (Malin et al., 1996)، پس می‌توان انتظار داشت که سطح IgM تحت تاثیر تیمارها باشد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. اما همانطور که پیش‌تر به آن اشاره شده به دلیل تاثیر مخرب حرارت بر آنتی ژن‌های باکتری میزان این پارامترها در این گروه نسبت به دو گروه دیگر در سطوح پایین‌تری قرار داشت.

در تهیه واکسن و ایجاد ایمنی در ماهیان مشخص بودن تعداد باکتری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو در مطالعه حاضر براساس سوابق موجود (Loghothetis and Austin., 1994) از غلظت ۱ به نمای ۵ سلول باکتری به ازای هر گرم وزن ماهی مورد استفاده گردید. لازم به ذکر است که عامل اصلی تحریک فاکتورهای ایمنی آنتی ژن‌های باکتری می‌باشد. لذا در فرآیند غیر فعال سازی هرچه آنتی ژن‌ها بدون تغییر باقی بمانند این امر میسر خواهد شد. براساس نتایج حاصل از این مطالعه تاثیر استفاده روش فرمالین و UV برای این موضوع مشهود تر بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مقاله از کلیه کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱. جعفریان، ح.ا.، سلطانی، م.، طاعتی، م.، نظریور، ع.ر. و مروت، ر.ا.، ۱۳۹۰. مقایسه تاثیر باسیلوسهای مستخرج از روده لارو ماهیان خاویاری با

- respiratory burst activity. *Fish & Shellfish Immunology*, 7, 555-566.
10. Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Braown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealy, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aqua feeds: a review. *Aquaculture Research* 38, 551-579.
 11. Gohari, M., Sharifiyazdi, H., Akhlaghi, M., 2010. Detection of *Yersinia ruckeri* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry tissues, using bacterial culture, simple PCR and nested PCR, *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 30(5), 177-184.
 12. Harikrishnan, R., Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2011. Fish health aspects in grouper aquaculture. *Aquaculture*, 320(1), 1-21.
 13. Joseph, S.W., Carnahan, A., 1994. The isolation, identification, and systematics of the motile *Aeromonas* species. *Annual Review of Fish Diseases*, 4, 315-343.
 14. Houston, A.H., 1997. Are the classical hematological variables acceptable indicators of fish health?. *Transactions of the American Fisheries Society*, 126(6), 879-894.
 15. Irianto, A., Austin, B., 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of fish diseases*, 25(11), 633-642.
 16. Kakuta, I., Kurokura, H., 1995. Defensive effect of orally administered bovine lactoferrin against *Cryptocaryon irritans* infection of red seabream. *Journal of Fish Pathology*, 30, 289-290.
 17. Liu K., Chiu C., Shiu Y., Cheng W. and Liu C., 2010. Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance and immune status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* larvae. *Fish and Shellfish Immunology*, 28:837-844.
 18. Loghothetis, P.N., Austin, B. 1994. Immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology*, 4, 239-254.
- پروبیوتیکهای تجاری بر رشد و بقاء لارو ماهی قزل-آلای رنگین کمان. *مجله تحقیقات دامپزشکی*، ۶۶ (۱)، ۳۹ تا ۴۶.
۲. رحمتی اندانی، ح.ر.، توکم‌چچی، ا.، مشکینی، س. و ابراهیمی، ه.، ۱۳۹۰. افزایش مقاومت ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در برابر عفونت با آئروموناس هیدروفیلا و یرسینیا روکری با استفاده از لاکتوباسیلوسهای جدا شده از روده ماهی کپور معمولی. *مجله دامپزشکی ایران*، ۷(۲)، ۲۶ تا ۳۵.
 ۳. حافظ امینی، م. و عریان، ش. ۱۳۸۱. بررسی اثرات ناشی از تنش کلرورسدیم روی هماتوکریت و هموگلوبین در ماهی کپور معمولی. *مجله علمی شیلات ایران*. ۱۱(۳)، ۱۳-۲۲.
4. Akhlaghi, M., 2000. Immunogenicity of *Aeromonas hydrophila* in common carp (*Cyprinus carpio*, L.). *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 55(1), 57-62.
 5. Akhlaghi, M., Vafaei, S., 2002. Pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* in aquarium fish. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 3(1), 82-87.
 6. Aattouri, N., Bouras, M., Tome, D., Marcos, A. and Lemonnier, D., 2002. Oral ingestion of lactic-acid bacteria by rats increases lymphocyte proliferation and interferon- γ production. *British Journal of Nutrition*, 87(4), 367-373.
 7. Anderson, D.P., Roberson, B.S. and Dixon, O.W., 1982. Immunosuppression induced by a corticosteroid of an alkylating agent in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) administered in a *Yersinia ruckeri* bacterin. *Developmental and Comparative Immunology*, 197-204.
 8. Brunt, J., Austin, B., 2005. Use of a probiotic to control lactococcosis and streptococcosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of fish diseases*, 28(12), 693-701.
 9. Campos-Pérez, J.J., Ellis, A.E., Secombes, C.J., 1997. Visitation of factors influencing the ability of *Renibacterium salmoninarum* to stimulate rainbow trout macrophage

23. Sealey, W.M., Conley, Z.B. and Bensley, M., 2015. Prebiotic supplementation has only minimal effects on growth efficiency, intestinal health and disease resistance of west slope cutthroat trout *Oncorhynchus clarkiilewisi* fed 30% soybean meal. *Frontiers in immunology*, 6, 396.
24. Velisek J., Svobodova Z., Piackova V. (2005): Effect of clove oil anaesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno*, 74, 139–146.
25. Verschuere, L., Rombaut, G., Huys, G., Dhont, J., Sorgeloos, P. and Verstraete, W., 1999. Microbial Control of the Culture of Artemia Juveniles through Preemptive Colonization by Selected Bacterial Strains. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65(6), 2527-2533.
19. Malin, M., Suomalainen, H., Saxelin, M. and Isolauri, E., 1996. Promotion of IgA immune response in patients with Crohn's disease by oral bacteriotherapy with *Lactobacillus GG*. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 40(3), 137-145.
20. Oyetayo, V.O., Oyetayo, F.L., 2005. Potential of probiotics as biotherapeutic agents targeting the innate immune system. *African Journal of biotechnology*, 4(2), 123-127.
21. Parker, M.W., Buckley, J.T., Postma, J.P., Tucker, A.D., Leonard, K., Pattus, F. and Tsernoglou, D., 1994. Structure of the Aeromonas toxin proaerolysin in its water-soluble and membrane-channel states. *Nature*, 367(6460), 292-295.
22. Pérez, T., Balcázar, J.L., Ruiz-Zarzuela, I., Halaihel, N., Vendrell, D., De Blas, I. and Múzquiz, J.L., 2010. Host–microbiota interactions within the fish intestinal ecosystem. *Mucosal immunology*, 3(4), 355-360.