



مقاله پژوهشی

تأثیر پروسل به تنهایی و در ترکیب با *Lactobacillus plantarum*
بر شاخص‌های بیوشیمیایی و برخی آنزیم‌های
اکسیداتیو سرم قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

تکاور محمدیان^{۱*}، عبدالحسین جانگران نژاد^۲، سیده پروا موسوی خراسانی^۳، محمدرضا تابنده^۴،
هدی لب‌آبیان^۴، صادق رباط کریمی^۴

تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۰

چکیده

پرورش متراکم و تولید تجاری آبزیان نیاز به بهبود شرایط بهداشتی ماهی دارد و پروبیوتیک‌ها به عنوان گزینه مناسب برای دستیابی به این هدف مطرح هستند. در این مطالعه، تأثیر مکمل سین‌بیوتیکی پروسل به تنهایی و در ترکیب با باکتری‌های درون‌زاد بر فاکتورهای بیوشیمیایی و برخی آنزیم‌های اکسیداتیو در سرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، ۳۰۰ قطعه قزل‌آلای رنگین‌کمان با متوسط وزن ۱۵ گرم به شکل تصادفی به پنج گروه با سه تکرار تقسیم شدند که به ترتیب با جیره پایه و بدون هیچ افزودنی (شاهد)، پری‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد جیره، سین‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد و 10^8 CFU/mg *Lactobacillus plantarum*، سین‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد و 10^8 CFU/mg *L. pentosus* و سین‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد به همراه 10^8 CFU/mg *L. plantarum* و *L. pentosus* به مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. نمونه‌گیری در روزهای صفر و ۶۰ انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از جیره حاوی پروسل+*L. plantarum*+*L. pentosus* قادر است که در شاخص‌های بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی و همچنین آنزیم‌های کبدی سرم بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان موجب بهبود شرایط شود.

واژگان کلیدی: پروسل، سین‌بیوتیک، باکتری‌های درون‌زاد، آنزیم‌های اکسیداتیو، قزل‌آلای رنگین‌کمان.

- ۱- دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
- ۲- عضو قطب بهداشت و بیماری‌های ماهیان گرمابی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
- ۳- استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
- ۴- دکتری حرفه‌ای دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
- ۵- دانشیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: t.mohammadian@scu.ac.ir

مقدمه

ها و پری بیوتیک‌ها استفاده می‌شود. پروبیوتیک-ها میکروارگانیسم‌های سودمندی هستند که در دستگاه گوارش موجودات زنده حضور داشته و تاثیرات مثبتی بر رشد میزبان و سلامت آن دارند. همچنین با تولید مجموعه‌ای از ویتامین‌ها و تجزیه ترکیبات غذایی در دستگاه گوارش، موجب تحریک اشتهای میزبان و در نتیجه بهبود شرایط تغذیه‌ای می‌شوند (Gatesoupe, 1999; Nekoubin et al., 2012). پری-بیوتیک‌ها مواد غذایی غیرقابل هضم در بدن هستند که سبب تحریک رشد و فعالیت باکتری-های روده می‌شوند و با ایجاد تغییرات مثبت وضعیت سلامتی میزبان را بهبود می‌دهند (Manning and Gibson, 2004). در سال-های اخیر ترکیبی از این دو تحت عنوان سین-بیوتیک مورد توجه قرار گرفته است و اثرات مثبت آن در گونه‌های مختلف تایید شده است. این ترکیب می‌تواند از طریق تحریک انتخابی رشد و یا فعال کردن متابولیسم باکتری‌های تقویت کننده سلامت، منجر به بهبود بقا، رشد و در نهایت سلامت میزبان شود (Chitsaz et al., 2016).

تا کنون پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده از مکمل‌های سین بیوتیک در تغذیه

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده آزادماهیان و جز ماهیان سردآبی محسوب می‌شود. از ویژگی‌های مهم این گونه که مورد توجه قرار گرفته است میزان بالای سازش پذیری آن با شرایط پرورش متراکم است. علاوه بر این، قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتخاب غذا زیاد سخت‌گیر نیست و سرعت رشد مناسبی نیز دارد. هم‌زمان با رشد و توسعه آبی‌پروری، به همان نسبت مشکلاتی مانند بیماری، اختلالات فیزیولوژیکی، کنترل بیماری‌ها، افزایش مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و به طور کلی ترکیبات شیمیایی نیز افزایش یافته است. استفاده بیش از حد از آنتی‌بیوتیک‌ها، باعث ایجاد مشکلاتی مانند افزایش هزینه، ماندگاری بافتی در بدن ماهی و ایجاد سویه‌های مقاوم باکتریایی در بدن میزبان می‌شود (Nikkhoo et al., 2010; He et al., 2013; Das et al., 2011). همچنین، استفاده از این ترکیبات استرس‌های زیادی را در آبزیان موجب می‌شود (Assefa and Abunna, 2009). از این رو، در دهه‌های اخیر به جای استفاده از داروها و آنتی‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری از مکمل‌های غذایی از جمله پروبیوتیک

آبزیان صورت گرفته است. در مطالعه‌ای که بر روی شاخص‌های رشد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) توسط Chitsaz و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفت، مشاهده شد که ترکیب سین بیوتیک اثر قابل توجهی بر رشد ماهی، میزان چربی و پروتئین لاشه داشت. به علاوه، تاثیرات مثبتی از استفاده سین‌بیوتیک در جیره ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) انگشت‌قد بر روی رشد، کارایی تبدیل غذا و بقا مشاهده شد (El-Haroun et al., 2006; Mehrabi et al., 2012; Ghasempour Dehghani et al., 2015; Villumsen et al., 2020). همچنین استفاده از ترکیب پری‌بیوتیک و پروبیوتیک در قالب سین‌بیوتیک، می‌تواند موجب بهبود رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی شود. در مطالعه‌ای که بر روی ماهی کپور معمولی صورت گرفت، مشاهده شد که استفاده از پری‌بیوتیک به همراه پروبیوتیک در جیره غذایی این ماهی، موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های روده مانند آلکالین فسفاتاز، لیپاز، آمیلاز، تریپسین و پروتئاز شد. علاوه بر این، تاثیر مثبت استفاده از پروبیوتیک بر سیستم ایمنی و مقاومت در برابر باکتری

آبزیان صورت گرفته است. در مطالعه‌ای که بر روی شاخص‌های رشد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) توسط Chitsaz و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفت، مشاهده شد که ترکیب سین بیوتیک اثر قابل توجهی بر رشد ماهی، میزان چربی و پروتئین لاشه داشت. به علاوه، تاثیرات مثبتی از استفاده سین‌بیوتیک در جیره ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) انگشت‌قد بر روی رشد، کارایی تبدیل غذا و بقا مشاهده شد (El-Haroun et al., 2006; Mehrabi et al., 2012; Ghasempour Dehghani et al., 2015; Villumsen et al., 2020). همچنین استفاده از ترکیب پری‌بیوتیک و پروبیوتیک در قالب سین‌بیوتیک، می‌تواند موجب بهبود رشد و تغذیه ماهی کپور معمولی شود. در مطالعه‌ای که بر روی ماهی کپور معمولی صورت گرفت، مشاهده شد که استفاده از پری‌بیوتیک به همراه پروبیوتیک در جیره غذایی این ماهی، موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های روده مانند آلکالین فسفاتاز، لیپاز، آمیلاز، تریپسین و پروتئاز شد. علاوه بر این، تاثیر مثبت استفاده از پروبیوتیک بر سیستم ایمنی و مقاومت در برابر باکتری

فاکتورهای بیوشیمیایی خون و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به عنوان اولین تغییرات قابل اندازه‌گیری می‌توانند اطلاعات زیادی در رابطه با وضعیت سلامت آبزیان، اثر مواد سمی، ارزیابی اثرات مواد مغذی و مکمل‌های تغذیه‌ای و دارویی در اختیار پژوهشگران قرار دهند و به عنوان بخش اصلی بسیاری از مطالعات علوم شیلاتی محسوب می‌شوند. به دلیل کمبود اطلاعات موجود درباره تاثیرات پروبیوتیک‌های باکتریایی *Lactobacillus plantarum* و *Lactobacillus pentosus* و پری‌بیوتیک پروسل و با توجه به اهمیت پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در ایران و جهان، این مطالعه به بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی سرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تاثیر این پری‌بیوتیک جهت بهبود رشد پرداخته است.

مواد و روش‌ها

تیمار بندی و نحوه نگهداری

جیره پایه به همراه سین‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد و *Lactobacillus pentosus* به مقدار 10^8 CFU/mg و تیمار ۵: جیره پایه به همراه سین‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد و 10^8 CFU/mg از هر یک از باکتری‌های *L. plantarum* و *L. pentosus* بود (جدول ۱). بچه ماهیان به مدت ۱۲ هفته به طور روزانه و بر حسب ۲ درصد وزن زی‌توده با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند (Mohammadian et al., 2019a).

تهیه غذا

پروسل به میزان یک درصد وزن جیره با آب مقطر استریل رقیق و روی آن اسپری شد. در این مطالعه از باکتری‌های *L. plantarum* و *L. pentosus* جدا شده از دستگاه گوارش ماهی

تعداد ۳۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با وزن تقریبی ۱۵ گرم از مرکز تکثیر ماهیان سردابی واقع در استان لرستان تهیه شد. ماهی‌ها دو هفته قبل از آغاز مطالعه با شرایط محل آزمایش سازگار شدند. سپس بچه ماهی‌ها به صورت کاملاً تصادفی به ۵ تیمار در سه تکرار تقسیم شدند که شامل تیمار ۱ (شاهد): تغذیه با جیره پایه (پروتئین خام ۵۳ درصد، چربی خام ۱۷ درصد، خاکستر ۱۱ درصد، فسفر تام $1/6$ درصد؛ بیومار، فرانسه) و بدون هیچ افزودنی، تیمار ۲: جیره پایه به همراه پری‌بیوتیک پروسل (کیمیا تخمیر دز، ایران) به میزان یک درصد جیره، تیمار ۳: جیره پایه به همراه سین‌بیوتیک پروسل به میزان یک درصد و *Lactobacillus plantarum* به مقدار 10^8 CFU/mg، تیمار ۴:

جدول ۱: تیمار بندی ماهی‌ها

<i>Lactobacillus pentosus</i> (10^8 CFU/mg)	<i>Lactobacillus plantarum</i> (10^8 CFU/mg)	پروسل	تیمارها
-	-	-	تیمار ۱ (شاهد)
-	-	+	تیمار ۲
-	+	+	تیمار ۳
+	-	+	تیمار ۴
+	+	+	تیمار ۵

«-»: ندارد

دارد: «۴»

بدون هپارین ریخته شد و پس از سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه) سرم آن جدا شد. نمونه‌های سرم برای انجام آزمایش‌های بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی به آزمایشگاه دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند.

بررسی فعالیت آنزیم‌های سرمی و شاخص‌های بیوشیمیایی سرم

سنجش آنزیم کاتالاز در سرم بر اساس روش Claiborne (۱۹۸۵) صورت گرفت. در این روش آمونیوم مولیبدات با پراکسید هیدروژن موجود در محیط کمپلکس زرد رنگی تشکیل می‌دهد که در طول موج ۴۱۰ نانومتر قابل اندازه‌گیری است. آنزیم کاتالاز موجود در نمونه با تجزیه پراکسید هیدروژن، این واکنش را مهار می‌کند. اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی کاتالاز در سرم با استفاده از کیت‌های تشخیصی (پارس آزمون، ایران) و با دستگاه اتوآنالایزر (Eurolyser، اتریش) صورت گرفت.

سطح فعالیت آنزیم‌های آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) سرم بر اساس مقدار مصرف NADPH و تبدیل آن به NAD^+ در طول موج ۳۴۰ نانومتر، لاکتات دهیدروژناز (LDH)، بر اساس

شیریت (تعیین هویت شده به روش مولکولی) استفاده شد (Mohammadian et al., 2016). برای آماده‌سازی باکتری‌ها و افزودن آنها به غذای ماهیان از روش توصیه شده توسط Planas و همکاران (۲۰۰۴) و Vine و همکاران (۲۰۰۴) استفاده شد. باکتری‌ها به طور جداگانه در محیط آبگوشت MRS در شرایط بی‌هوازی کشت داده شدند و پس از رسیدن غلظت آنها به 3×10^9 CFU/mL به کمک لوله‌های استاندارد مک فارلند، غلظت 10^8 CFU/mL باکتری به هر گرم از جیره در تیمارهای مورد نظر اضافه شد و بر روی غذای گروه شاهد فقط سرم فیزیولوژی استریل اسپری شد. برای اطمینان از تعداد باکتری‌های زنده موجود در غذا، نمونه‌برداری و شمارش باکتریایی غذای حاصل انجام شد.

نمونه‌گیری

برای بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی سرم ماهی، در انتهای دوره از هر تیمار ۱۵ عدد ماهی انتخاب و پس از بیهوشی با ۲- فنوکسی اتانول به میزان ۱۰۰ ppm، خون گیری از ساقه دمی انجام گرفت. نمونه‌های خون برای انجام آزمایش‌های سرمی، در لوله‌های

Duncan در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. نمودار نیز در نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 رسم شد.

نتایج

شاخص‌های بیوشیمیایی سرم

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی خون در جدول ۲ آمده است. درباره میزان گلوکز، نتایج نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌های تیمار به جز تیمار پروسل + *L. pentosus* با گروه شاهد بود ($P < 0/05$). کمترین میزان گلوکز در گروه شاهد و سپس تیمار پروسل + *L. pentosus* مشاهده شد. بیشترین میزان کلسترول در گروه پروسل + *L. pentosus* بود که این مقدار تنها با گروه پروسل + *L. pentosus* + *L. plantarum* اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). در انتهای آزمایش از نظر میزان تری‌گلیسرید، آلبومین و اوره اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها دیده نشد ($P > 0/05$). بیشترین سطح فسفر مربوط به تیمار پروسل بود که تنها با تیمار پروسل + *L. pentosus* اختلاف معنی‌دار را نشان داد ($P < 0/05$). مطابق نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در میزان کلسیم بین گروه شاهد و تیمارهای دیگر مشاهده شد، به طوری که

تبدیل پیرووات به لاکتات در طول موج ۳۴۰ نانومتر و آلکالین فسفاتاز (ALP) بر اساس تبدیل نیتروفنیل فسفات به نیتروفنول و فسفات در طول موج ۴۰۵ نانومتر تعیین و بر اساس میزان جذب نوری OD و فرمول ارائه شده در دستورالعمل کیت‌ها محاسبه شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی سرم با استفاده از کیت‌های تشخیصی (پارس آزمون، ایران) و به وسیله دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمی (Eppendorf، آلمان) صورت گرفت. گلوکز به روش گلوکز اکسیداز، کلسترول به روش کلسترول اکسیداز، تری‌گلیسرید به روش آنزیمی لیپاز، پروتئین کل به روش بیوره، آلبومین به روش بروموکرزول سبز و مقادیر فسفر، کلسیم، منیزیم، اوره، اوریک اسید و آهن با استفاده از کیت‌های تشخیصی (پارس آزمون، ایران) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۱۹ استفاده شد. تاثیر سین‌بیوتیک بر شاخص‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بین ۵ تیمار توسط آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها با آزمون تکمیلی

کمترین میزان کلسیم مربوط به گروه شاهد و بیشترین میزان آن مربوط به گروه پروسل+ *L. pentosus*+*L. plantarum* بود ($P < 0.05$). میزان منیزیم در تیمار پروسل+ *L. pentosus*+*L. plantarum* نسبت به گروه های دیگر بیشتر بود ($P < 0.05$). بررسی‌های صورت گرفته بر روی نمونه‌ها نشان دهنده بیشترین میزان اسید اوریک در گروه شاهد بود که اختلاف قابل توجهی با گروه‌های دیگر داشت ($P < 0.05$). بررسی میزان آهن سرم نشان دهنده افزایش چشم‌گیر آهن در گروه پروسل+*L. plantarum* بود که این میزان با گروه‌های دیگر اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0.05$).

جدول ۲: شاخص‌های بیوشیمیایی سرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بعد از تغذیه با پری‌بیوتیک و سین بیوتیک (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	شاهد	پروسل	پروسل+ <i>L. plantarum</i>	پروسل+ <i>L. pentosus</i>	پروسل+ <i>L. plantarum</i> + <i>L. pentosus</i>
گلوکز (U/L)	۶۹/۷۴ \pm ۴/۹۱ ^c	۷۹/۷۹ \pm ۵/۴۸ ^{ab}	۸۶/۷۳ \pm ۵/۸۱ ^a	۷۵/۷۱ \pm ۷/۱۸ ^{cb}	۷۷/۸۲ \pm ۸/۳۲ ^b
کلسترول (U/L)	۳۲۵/۹۱ \pm ۶۴/۶۷ ^{ab}	۳۲۱/۵۹ \pm ۷۶/۵۱ ^{ab}	۳۱۸/۳۸ \pm ۵۸/۰۷ ^{ab}	۳۵۴/۱۵ \pm ۴۱/۱۸ ^a	۲۷۸/۵۱ \pm ۳۵/۱۰ ^b
تری‌گلیسرید (U/L)	۱۷۹/۹۱ \pm ۴۵/۸۷ ^a	۱۹۳/۸۹ \pm ۲۵/۴۳ ^a	۱۹۹/۸۸ \pm ۳۲/۹۳ ^a	۱۶۱/۱۷ \pm ۱۱/۵۷ ^a	۱۹۱/۷۱ \pm ۳۹/۶۱ ^a
آلبومین (U/L)	۲/۹۱ \pm ۰/۰۷ ^a	۲/۹۴ \pm ۰/۵۹ ^a	۲/۹۶ \pm ۰/۲۵ ^a	۲/۶۵ \pm ۰/۱۳ ^a	۲/۷۹ \pm ۰/۲۴ ^a
فسفر (U/L)	۵/۷۵ \pm ۰/۵۹ ^{ab}	۷/۴۱ \pm ۱/۴۶ ^a	۶/۶۰ \pm ۱/۸۳ ^{ab}	۵/۲۱ \pm ۱/۴۵ ^b	۵/۹۹ \pm ۱/۷۰ ^{ab}
کلسیم (U/L)	۵/۶۳ \pm ۰/۳۲ ^c	۶/۳۵ \pm ۰/۸۱ ^b	۶/۹۱ \pm ۰/۷۴ ^b	۶/۶۴ \pm ۰/۶۲ ^b	۷/۷۴ \pm ۰/۳۸ ^a
منیزیم (U/L)	۲/۲۸ \pm ۰/۰۹ ^{cb}	۲/۳۹ \pm ۰/۰۹ ^b	۲/۲۴ \pm ۰/۱۳ ^c	۲/۲۳ \pm ۰/۰۹ ^c	۲/۵۷ \pm ۰/۱۰ ^a
آهن (U/L)	۸۸/۰۰ \pm ۲۹/۴۵ ^b	۸۳/۸۴ \pm ۳۲/۳۵ ^b	۱۹۷/۶۰ \pm ۲۷/۳۹ ^a	۱۰۱/۳۳ \pm ۲۸/۹۹ ^b	۶۸/۸۰ \pm ۱۹/۸۱ ^b
اوره (U/L)	۱۰۲/۰۰ \pm ۰/۰۱ ^a	۱۰۳/۸۸ \pm ۴/۶۲ ^a	۱۰۲/۰۱ \pm ۰/۰۱ ^a	۱۰۴/۲۶ \pm ۵/۰۶ ^a	۱۰۳/۸۸ \pm ۴/۶۲ ^a
اوریک اسید (U/L)	۴/۶۳ \pm ۰/۳۸ ^a	۴/۵۴ \pm ۰/۳۰ ^a	۴/۲۹ \pm ۰/۴۷ ^a	۴/۲۹ \pm ۰/۲۹ ^a	۴/۴۱ \pm ۰/۳۹ ^a
کاتالاز (U/L)	۰/۰۰۵۵ \pm ۰/۰۰۰۶ ^b	۰/۰۰۶۶ \pm ۰/۰۰۱۰ ^{ab}	۰/۰۰۶۰ \pm ۰/۰۰۰۴ ^{ab}	۰/۰۰۷۲ \pm ۰/۰۰۰۶ ^a	۰/۰۰۶۶ \pm ۰/۰۰۱۵ ^{ab}

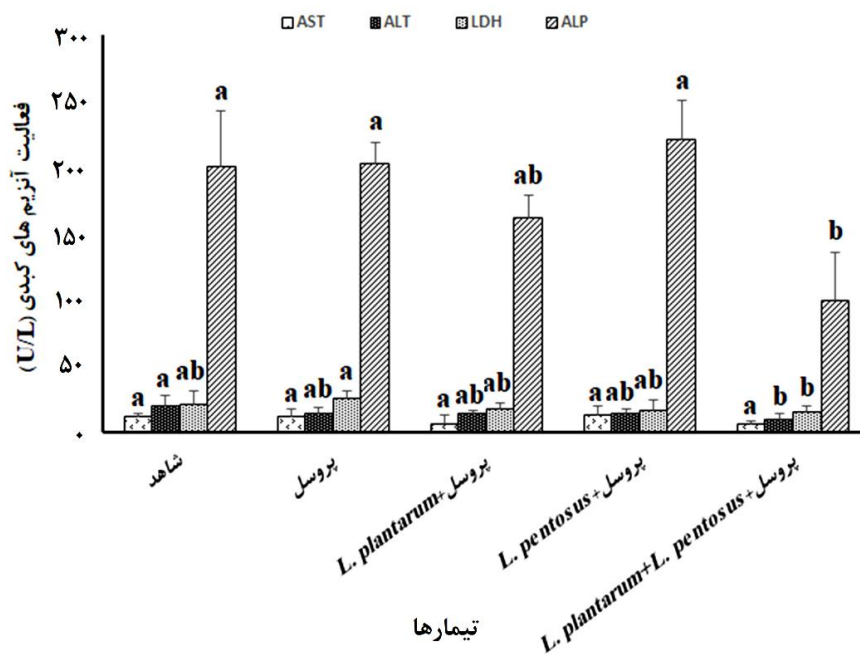
در هر ردیف، حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌دار آماری را بین تیمارها نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

فعالیت آنزیم‌های سرمی

نشان داد که فعالیت آنزیم AST در بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). اما درباره آنزیم ALT یک روند کاهشی در فعالیت آنزیمی در تیمارها نسبت به گروه شاهد مشاهده شد، هر چند که این میزان تنها در تیمار پروسل + *L. plantarum* + *L. pentosus* اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد داشت ($P < 0.05$).

درباره آنزیم کاتالاز، نتایج به دست آمده نشان دهنده افزایش فعالیت کاتالاز در گروه‌های پروبیوتیکی در مقایسه با گروه شاهد بود، ولی این افزایش تنها در تیمار پروسل + *L. pentosus* با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار داشت ($P < 0.05$ ؛ جدول ۲).

نتایج بررسی فعالیت آنزیم‌های سرمی در شکل ۱ آمده است. بررسی آنزیم‌های کبدی



شکل ۱: تغییرات سطح آنزیم‌های کبدی در سرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بعد از تغذیه با پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک (میانگین \pm انحراف معیار). برای هر آنزیم، حروف غیرمشترک روی ستون‌ها نشان دهنده اختلاف آماری فعالیت آن آنزیم در تیمارهای مختلف است ($P < 0.05$).

مورد ارزیابی قرار گرفته است. بیشترین اثر بخشی پری‌بیوتیک‌ها ناشی از توانایی و تاثیر آنها بر رشد میکروارگانیسم‌های تولید کننده اسید لاکتیک است که موجب افزایش این گروه از باکتری‌ها می‌شوند. با توجه به این موارد، جیره حاوی پری‌بیوتیک، علاوه بر تامین مواد مغذی ضروری برای جانوران، می‌تواند به عنوان راهکار مناسبی برای حفظ سلامت آبزیان پرورشی و افزایش مقاومت آنها در برابر استرس و عوامل بیماری‌زا باشد (Ringo et al., 2010; Mehrabi et al., 2012). این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک پروسل بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سرم (گلوکز، اوره، تری‌گلیسرید، کلسترول، اسید اوریک، آلبومین، آهن، منیزیم و فسفر)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ارزیابی تغییرات آنزیم‌های کبدی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفته است. در مطالعه حاضر با مصرف پروبیوتیک‌ها میزان کلسیم بویژه در گروه پروسل به همراه *L. plantarum* و *pentosus* افزایش پیدا کرد که نشان داد مصرف همزمان این سه مکمل باعث افزایش چشمگیر کلسیم شد. از نظر تئوری، افزایش کلسیم سرم می‌تواند موجب مقاومت در برابر

فعالیت آنزیم LDH نیز مورد بررسی قرار گرفت که بیشترین میزان در تیمار پروسل و کمترین میزان در تیمار پروسل+ *L. pentosus+L. plantarum* دیده شد که این اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$). اما بین گروه‌های دیگر تفاوت قابل توجهی دیده نشد ($P > 0/05$). در ارزیابی فعالیت آنزیم ALP، روند کاهش مشخصی در گروه پروسل+ *L. pentosus+L. plantarum* در مقایسه با تیمارهای دیگر دیده شد. اگرچه این کاهش در مقایسه با تیمار پروسل+ *L. plantarum* معنی‌دار نبود، ولی در مقایسه با گروه‌های دیگر کاهش قابل توجهی را نشان داد ($P < 0/05$).

بحث

در میان پری‌بیوتیک‌هایی که در تغذیه انسان و دیگر جانوران استفاده می‌شوند، کربوهیدرات‌ها بیش از موارد دیگر در مطالعات مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از اینولین، الیگوفروکتوز، ترانس‌گالاکتوالیگوساکارید و لاکتوز می‌توان به عنوان پری‌بیوتیک استفاده کرد. در مطالعات مختلف، اثرات فروکتوالیگوساکارید، گالاکتوالیگوساکارید، گلیکوالیگوساکارید و مانان‌الیگوساکاریدها در گونه‌های مختلف جانوری و همچنین انسان

و کمبود آن در ماهیان آب شیرین از جمله قزل آلاهی رنگین کمان سبب آنوکسی، بی‌حالی، تشنج، انحنای ستون فقرات و مرگ و میر بالا می‌شود (Dall and Moriarty, 1983). در این بررسی میزان منیزیم در گروه پروسل به همراه *L. plantarum* و *L. pentosus* نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت که می‌تواند به علت بهبود توان ماهی در جذب منیزیم موجود در آب و جیره باشد. نقش اساسی آهن در مهره داران در ساخت هموگلوبین است. در بررسی اثر نانوذرات آهن بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان نتایج نشان داد استفاده از نانوذرات باعث افزایش عملکرد رشد و تغذیه بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان می‌شود (قبادی و همکاران، ۱۳۹۲). در بررسی حاضر، میزان آهن در تیمار *L. plantarum* به همراه پروسل با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد و بیشترین میزان را داشت که می‌تواند سبب بهبود رشد در ماهی باشد. آلومین نیز پروتئینی است که در کبد ساخته می‌شود و اندازه‌گیری آن معیار قابل اطمینانی است که برای پیش‌بینی و تعیین شدت بیماری‌های مزمن کبدی به کار می‌رود (Lanius et al., 2001). بهروز خوش قلب و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای متوجه شدند در ماهیانی که دارای عفونت بودند، میزان

بین رفتن بافت استخوان شود. این افزایش می‌تواند ناشی از تاثیر مثبت پروبیوتیک و پری بیوتیک بر فعالیت دستگاه گوارش و به دنبال آن افزایش جذب کلسیم باشد (Ahire et al., 2019).

در این مطالعه میزان گلوکز با مصرف پروبیوتیک افزایش پیدا کرد، به طوری که بیشترین میزان مربوط به گروه پروسل به همراه *L. plantarum* و کمترین مربوط به گروه شاهد بود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان به این شکل بیان کرد که گلوکز با فعالیت‌های تغذیه‌ای، استرس و دیگر عوامل ناشناخته ارتباط دارد. همچنین میزان غلظت گلوکز سرم می‌تواند از طریق مکانیسم‌های پیچیده هورمونی به طور معنی‌داری افزایش یابد. این هورمون‌ها شامل گلوکاگون و انسولین و همچنین کورتیکواستروئیدها، اپینفرین و تیروکسین هستند. از این رو، در اثر تغذیه با جیره‌های حاوی فیبر و قرار گرفتن در معرض استرس‌های محیطی، سطح گلوکز پلاسما می‌تواند به طور معنی‌داری افزایش یابد (Agrahari et al., 2007). منیزیم در بافت‌های نرم فضای برون سلولی و درون سلولی حضور دارد و در حفظ هومئوستازی بین سلولی و خارج سلولی مایعات نقش مهمی دارد (مرتضایی و فلاحتکار، ۱۳۹۶)

مورد مطالعه در رابطه با میزان کاتالاز موجود در سرم ماهی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. در مطالعه‌ای که Weifen و همکاران (۲۰۱۲) و Zhang و همکاران (۲۰۱۳) انجام دادند، نشان داده شد که پروبیوتیک به عنوان یک آنتی‌ژن برای آنتی‌اکسیدان‌ها تلقی می‌شود و در نتیجه باعث افزایش ترشح آنتی‌اکسیدان‌ها و حذف رادیکال‌های آزاد اضافی تولید شده توسط سوخت و ساز بالای بدن و استرس نامطلوب زیست محیطی می‌شود و با تنظیم تعادل رادیکال‌های بدن، بافت و اندام‌های آسیب دیده بدن ترمیم می‌شوند (Weifen et al., 2012; Zhang et al., 2013). ریزمغذی‌هایی مانند کلسیم، گلوکز، منیزیم، فسفر و آهن به عنوان کوفاکتور در ساختار چندین آنزیم و همچنین در ساختار واحدهای ماکرومولکول‌ها و ترکیبات موجود در مایعات بدن استفاده می‌شوند. بر اساس مطالعه انجام شده توسط Ahire و همکاران (۲۰۱۹) بر روی جذب ریزمغذی‌ها در ماهی کاراس (طلائی *Carassius auratus*)، استفاده از پروبیوتیک‌ها باعث افزایش جذب آنها در روده می‌شود که با مطالعه حاضر تطابق داشت. همچنین پروبیوتیک‌ها باعث افزایش عمق کریپت‌ها در روده و همچنین مستحکم‌تر شدن بافت پوششی روده می‌شوند،

این شاخص در آن‌ها پایین‌تر از ماهیانی بود که درگیر عفونت نبودند و می‌توان آن را به آسیب کبدی نسبت داد. در بررسی حاضر، در میزان آلبومین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که می‌تواند دلیلی بر عدم اثر سوء پروبیوتیک بر روی کبد ماهی مورد مطالعه باشد. افزایش اوره خون در مسمومیت با آمونیاک قابل پیش‌بینی است و از آن جایی که اندازه‌گیری آمونیاک خون همانند دیگر گازهای خونی با مشکلاتی همراه است و امکان خطا در آن زیاد است، می‌توان با اندازه‌گیری اوره به طور غیرمستقیم مسمومیت آمونیاک را تشخیص داد که در این مطالعه در میزان اوره نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

آنتی‌اکسیدان‌های ماهی شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز و گلوکاتایون رودکتاز) و آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی همانند اسید اوریک به واسطه اکسیژن فعال، واکنش‌های مختلف شیمیایی را کاتالیز می‌کنند (Martinez-Alvarez et al., 2005). سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی ابزار مفیدی برای تعیین وضعیت آنتی‌اکسیدانی و تشخیص استرس اکسیداتیو در مایعات و بافت بدن ماهی است (Weifen et al., 2012). در مطالعه حاضر مشاهده شد که تمامی تیمارهای

اختلاف معنی‌داری در میزان فسفر بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد.

آنزیم LDH در سراسر بدن ماهی وجود دارد و نقش بسیار مهمی را در حفاظت سلول در برابر آلاینده‌های زیست‌محیطی و سمی ایفا می‌کند. این آنزیم به عنوان یک نشان‌گر زیستی ارزشمند در تشخیص هیپوکسی موجود زنده یا سلول شناخته می‌شود (سلطان کریمی و کلباسی، ۱۳۹۷). در این مطالعه بین تیمار پروسول و *L. pentosus* در مقایسه با تیمار پروسول و *L. plantarum* اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به طوری که در تیمار حاوی *L. plantarum* در مقایسه با *L. pentosus* فعالیت LDH به کمترین میزان رسید. این فرضیه وجود دارد که میزان فعالیت LDH با قرارگیری طولانی مدت در محیط کم‌اکسیژن افزایش می‌یابد. بنابراین افزایش لاکتات ناشی از شرایط بی‌هوایی و نهایتاً ناشی از استرس اکسیداتیو است (Prabakaran et al., 2004). همچنین عواملی همچون سن، وضعیت تغذیه و تخم‌ریزی بر روی سطح این آنزیم در ماهیان تاثیرگذار است (سلطان کریمی و کلباسی، ۱۳۹۷).

آنزیم ALP در اپی‌تلیوم مجاری صفراوی، سلول‌های کبدی و نیز در مخاط روده و کلیه‌ها

در نتیجه جذب کلسیم را افزایش می‌دهند (Ahire et al., 2019). از سوی دیگر، پروبیوتیک‌ها باعث افزایش تولید ویتامین‌های B₁₂، B₆ و K₂ می‌شوند و به جذب املاح معدنی مانند آهن و کلسیم کمک می‌کنند. در میزان اسید اوریک در تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس یافته‌های موجود در این بررسی و یافته‌های دیگر پژوهشگران مشاهده شده است که عواملی مانند عوامل محیطی (فصل‌های سال، شوری، دوره نوری، درجه حرارت و تراکم)، عوامل فیزیولوژیکی (گونه آبزی، چرخه تولیدمثلی، وضعیت بلوغ، سن و جنسیت) شرایط تغذیه‌ای، زمان نمونه‌گیری، چگونگی تهیه نمونه، دقت و حساسیت روش اندازه‌گیری می‌تواند بر فعالیت شاخص‌های بیوشیمیایی خون تاثیر بگذارند و باعث اختلاف در نتیجه آزمایش‌ها شوند (Borges et al., 2004; Hoseinifar et al., 2011). فسفر در ساختار انواع مختلف فسفات‌های آلی مانند نوکلئوتیدها، فسفولیپیدها، دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید و ریبونوکلئیک اسید وجود دارد. کمبود فسفر با ایجاد اختلال در متابولیسم داخلی بدن، سبب کاهش رشد و افزایش ضریب غذایی می‌شود (Sugiura et al., 2004). در مطالعه حاضر

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارد و هیچ گونه اثر سویی در شاخص‌های مورد آزمایش این مطالعه مشاهده نشد.

تشکر و قدردانی

این کار با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز (شماره قرارداد پژوهانه: ۲۷۱۷۶، ۱۳۹۶/۳/۲) و قطب علمی ماهیان گرمابی، دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین گردید. نویسندگان این پژوهش از دستور العمل‌های دانشگاهی تبعیت کردند و آزمایش‌ها بر اساس دستور العمل اخلاقی جانوران آزمایشگاهی انجام پذیرفت.

یافت می‌شود. تحت تاثیر برخی فرایندهای آسیب‌شناسی مانند اختلال در عملکرد کبد و کلیه میزان این آنزیم افزایش می‌یابد. در ماهی کپور معمولی نشان داده شده است که به علت تغییرات بافتی و آسیب سلولی میزان ALP در شرایط مواجهه با مس افزایش یافت (نویدپور و همکاران، ۱۳۹۴).

مجموع نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که استفاده از پروسل در ترکیب با باکتری‌های درون‌زاد *Lactobacillus plantarum* و *L. pentosus* قابلیت تاثیرگذاری و بهبود در برخی شاخص‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های اکسیداتیو سرم را در

منابع

پری بیوتیک مانان الیگوساکارید بر شاخص‌های رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و تراکم لاکتوباسیل‌های روده در بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله توسعه آبی پروری، ۷(۲): ۷۳-۸۵.

مرتضایی ف. و فلاح‌تکار ب. ۱۳۹۶. مروری بر نیازمندی‌های مواد معدنی در تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله ترویجی علوم آبی‌پروری پیشرفته، ۱(۲): ۴۳-۵۸.

نویدپور ف.، میردار ج.، قرایی ا. و راهداری ع. ۱۳۹۴. تاثیر سطوح مختلف پودر تفاله گوجه فرنگی بر فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون و شاخص‌های رشد در ماهی کپور معمولی (1758) *Cyprinus carpio*, L. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی، ۳(۴): ۱۱۴-۱۰۱.

بهرروز خوش قلب م.ر.، آذری تاکامی ق.، خارا ح. و کاظمی ر. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر سطوح مختلف *Pediococcus acidilactici* در جیره غذایی بر فاکتورهای ایمنی خون بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله فیزیولوژی و تکوین جانوری، ۶(۳): ۵۳-۶۶.

سلطان کریمی س. و کلباسی م. ۱۳۹۷. تاثیر فیلترهای آب حاوی نانوذرات نقره طی دوران انکوباسیون بر تغییرات متابولیت لاکتات و آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و لاکتات دهیدروژناز در جنین تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). فصلنامه فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۶(۱): ۱۵۵-۱۳۷.

قبادی ش.، دنجی ک.، اکرمی ر.، رازقی منصور م. و شعاعی ر. ۱۳۹۲. تاثیر سطوح متفاوت

Probiotics and Antimicrobial Proteins, 11(2): 559-568.

Assefa A. and Abunna F. 2009. Maintenance of fish health in aquaculture: Review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. Veterinary Medicine International, 2018: 1-10 (5432497).

Borges A., Scotti L.V., Siqueira D.R., Jurinitz D.F. and Wassermann G.F. 2004. Hematologic and serum

Agrahari S., Pandey K.C. and Gopal K.G. 2007. Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). Pesticide Biochemistry and Physiology, 88(3): 268-272.

Ahire J.J., Mokashe N.U. and Chaudhari B.L. 2019. Effect of dietary probiotic *Lactobacillus helveticus* on growth performance, antioxidant levels, and absorption of essential trace elements in goldfish (*Carassius auratus*).

- biochemical values for jundia (*Rhamdia quelen*). *Fish Physiology and Biochemical*, 30: 21–25.
- Chitsaz H., Akrami R. and Arab Arkadeh M. 2016.** Effect of dietary synbiotics on growth, immune response and body composition of Caspian roach (*Rutilus rutilus*). *Iranian Journal Fisheries Sciences*, 15: 170–182.
- Claiborne A. 1985.** Catalase activity. P: 283–284. In: Greenwald R.A. (Ed.). *Handbook of Methods for Oxygen Free Radical Research*. CRC Press, USA.
- Dall W. and Moriarty J.W. 1983.** Functional aspects of nutrition and digestion. P: 215–216. In: Bliss D.E. (Ed.). *The Biology of the Crustacea*, Vol. 5. Academic Press, USA.
- Das A., Nakhro K., Chowdhury S. and Kamilya D. 2013.** Effects of potential probiotic *Bacillus amyloliquifaciens* FPTB16 on systemic and cutaneous mucosal immune responses and disease resistance of catla (*Catla catla*). *Fish and Shellfish Immunology*, 35(5): 1547–1553.
- El-Haroun E.R., Goda A.S., Kabir A.M. and Chowdhury M.A. 2006.** Effect of dietary probiotic Biogen supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*, 37: 1473–1480.
- Gatesoupe F.J. 1999.** Review: The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180: 147–165.
- Ghasempour Dehghani P., Javaheri Baboli A., Taghavi Moghadam A., Ziaei-Nejad S. and Pourfarhadi M. 2015.** Effect of symbiotic dietary supplementation on survival, growth performance, and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Czech Journal of Animal Science*, 60(5): 224–232.
- He X., Zou Y., Yoon W.B., Park S.J., Park D.S. and Ahn J. 2011.** Effects of probiotic fermentation on the enhancement of biological and pharmacological activities of *Codonopsis lanceolata* extracted by high pressure treatment. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 112(2): 188–193.
- Hoseinifar S.H., Mirvaghefi A.R., Mojazi Amiri B., Khoshbavar Rostami H.A., Poor Amini M. and Darvish Bastami K. 2011.** The probiotic effects of dietary inactive yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* on growth factors, survival, body composition and intestinal microbiota of Beluga juvenile (*Huso huso*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 19(4): 55–66.
- Lanius R.A., Williamson P.C., Densmore M., Boksmann K.,**

- Gupta M.A., Neufeld R.W., Gati J.S. and Menon R.S. 2001.** Neural correlates of traumatic memories in posttraumatic stress disorder: A functional MRI investigation. *American Journal of Psychiatry*, 158(11): 1920–1922.
- Manning T.S. and Gibson G.R. 2004.** Probiotics. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 18: 287–298.
- Martinez-Alvarez R.M., Morales A.E. and Sanz A. 2005.** Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 75–88.
- Mehrabi Z., Firouzbakhsh F. and Jafarpour A. 2012.** Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96: 474–481.
- Mohammadian T., Alishahi M., Tabandeh M.R., Ghorbanpoor M., Gharibi D., Tollabi M. and Rohanizade S. 2016.** Probiotic effects of *Lactobacillus plantarum* and *L. delbrueckii* ssp. *bulguricus* on some immune-related parameters in *Barbus grypus*. *Aquaculture International*, 24: 225–242.
- Mohammadian T., Dezfuli Z.T., Motlagh R.G., Jangaran Nejad A., Hosseini S.S., Khaj H. and Alijani N. 2019a.** Effect of encapsulated *Lactobacillus bulgaricus* on innate immune system and hematological parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12: 375–388.
- Mohammadian T., Nasirpour M., Tabandeh M.R. and Mesbah M. 2019b.** Synbiotic effects of β glucan, mannan oligosaccharide and *Lactobacillus casei* on growth performance, intestine enzymes activities, immune-hematological parameters and immune-related gene expression in common carp, *Cyprinus carpio*: An experimental infection with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 511: 1–13 (634197).
- Nekoubin H., Gharedashi E., Imanpour M.R. and Asgharimoghadam A. 2012.** The influence of synbiotic (Biomim Imbo) on growth factors and survival rate of zebrafish (*Danio rerio*) larvae via supplementation with biomar. *Global Veterinaria*, 8: 503–506.
- Nikkhoo M., Yousefian M., Safari R. and Nikkhoo M. 2010.** The influence probiotic of Aqualase on the survival, growth, intestinal microflora and challenge infection in wild carp (*Cyprinus carpio* L.). *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5(2): 168–172.

- Planas M., Vazquez J.A., Marques J., Peres-Lomba R., Gonzalez M.P. and Murado M. 2004.** Enhancement of rotifer (*Brachionus plicatilis*) growth by using terrestrial lactic acid bacteria. *Aquaculture*, 240(1-4): 313–329.
- Prabakaran S., Swatton J.E., Ryan M.M., Huffaker S.J., Huang J.T., Griffin J.L., Wayland M., Freeman T., Dudbridge F., Lilley K.S., Karp N.A., Hester S., Tkachev D., Mimmack M.L., Yolken R.H., Webster M.J., Torrey E.F. and Bahn S. 2004.** Mitochondrial dysfunction in schizophrenia: Evidence for compromised brain metabolism and oxidative stress. *Molecular Psychiatry*, 9(7): 684–697.
- Ringo E., Olsen R.E., Gifstad T.O., Dalmo R.A., Amlund H., Hemre G.I. and Bakke A.M. 2010.** Prebiotics in aquaculture: A review. *Aquaculture Nutrition*, 16(2): 117–136.
- Sugiura S.H., Hardy R.W. and Roberts R.J. 2004.** The pathology of phosphorus deficiency in fish- A review. *Journal of Fish Diseases*, 27(55): 255–265.
- Villumsen K.R., Ohtani M., Forberg T., Aasum E., Tinsley J. and Bojesen A.M. 2020.** Synbiotic feed supplementation significantly improves lipid utilization and shows discrete effects on disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Scientific Reports*, 10: 1–12 (16993).
- Vine N.G., Leukes W.D., Kaiser H., Daya S., Baxter J. and Hecht T. 2004.** Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *Journal of Fish Diseases*, 27(6): 319–326.
- Weifen L., Xiaoping Z., Wenhui S., Bin D., Quan L., Luoqin F., Jiajia Z., Yue W. and Dongyou Y. 2012.** Effects of *Bacillus* preparations on immunity and antioxidant activities in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6): 1585–1592.
- Zhang C.N., Li X.F., Xu W.N., Jiang G.Z., Lu K.L., Wang L.N. and Liu W.B. 2013.** Combined effects of dietary fructooligosaccharide and (*Bacillus licheniformis*) on innate immunity, antioxidant capability and disease resistance of triangular bream (*Megalobrama terminalis*). *Fish and Shellfish Immunology*, 35(5): 1380–1386.



Research Paper

Effects of dietary procell alone and in combination with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus pentosus* on serum biochemical parameters and some oxidative enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Takavar Mohammadian^{1,2*}, Abdolhossein Jangarannejad³, Seyedeh Parva Mousavi Khorasani⁴, Mohammad Reza Tabandeh^{2,5}, Hoda Lababian⁴, Sadegh Robotkarimi⁴

Received: September 2021

Accepted: November 2021

Abstract

Intensive and commercial aquaculture need to improve the fish welfare and probiotics are considered as a suitable candidate to achieve this goal. In this study, the effect of procell synbiotic supplement is evaluated as alone and in combination with endogenous bacteria on biochemical parameters and some oxidative enzymes in rainbow trout serum. For this purpose, 300 rainbow trout fingerlings with average weight of 15g were randomly divided into five groups with three replicates, which were fed for 12 weeks with normal diet and without any additives (control), procell synbiotic at 1%, procell synbiotic 1% and *Lactobacillus plantarum* at 10⁸CFU/mg, procell symbiotic 1% and *Lactobacillus pentosus* at 10⁸CFU/mg and procell synbiotic 1% and *L. plantarum* and *L. pentosus* at 10⁸CFU/mg, respectively. Sampling was performed on days 0 and 60. The results showed that the use of diets containing procell+*L. plantarum*+*L. pentosus* is able to improve the biochemical, antioxidant and liver enzymes in rainbow trout fingerling serum.

Key words: *Procell, Synbiotic, Endogenous Bacteria, Oxidative Enzymes, Rainbow Trout.*

1- Associated Professor in Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2- Member of Excellence Center of Warm Water Fish Health, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3- Assistant Professor in Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

4- Doctor of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

5- Associated Professor in Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

*Corresponding Author: t.mohammadian@scu.ac.ir