نقش مکمل پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید در شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

- **شادی آبادیان***: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات گیلان، رشت، صندوق‌پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
- **مهرداد نصری‌تجن**: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرانزلی
- **عباسعلی زمینی**: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، صندوق‌پستی: ۱۶۱۶

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات استفاده از سطوح یک نوع پری‌بیوتیک تجاری (Mannan Oligosaccharides) بر شاخص های رشد و بقاء لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان از مرحله شروع تغذیه فعال می‌باشد. تعداد ۱۵۰۰ قطعه ماهی با وزن متوسط ۱۰±۱۱۰ میلی‌گرم انتخاب و در داخل ۱۲ مخزن (۳۵ لیتری) با تراکم ۱۲۵ قطعه در هر مخزن نگه‌داری و به‌مدت ٦۰ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. از پری‌بیوتیک مانان در ۳ سطح ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم به‌همراه یک گروه شاهد، استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم پری‌بیوتیک باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشدی ماهیان (وزن نهایی به‌ترتیب، ۰/۱۱±۲/۰۳، ۰/٦۹±۲/٦۱ و ۰/۰٤±۲/۵۷ گرم) در مقایسه با گروه شاهد (وزن نهایی، ۰/۰۵±۱/٦۷ گرم) گردید (P<۰/۰۵). هم‌چنین استفاده سطوح مختلف پری‌بیوتیک در جیره سبب کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی ماهیان در مقایسه با گروه شاهد گردید (P<۰/۰۵). نتایج نهایی حاصله، حاکی از بهبود شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه ای ماهیان با استفاده از سطح ۱ گرم در کیلوگرم پری‌بیوتیک مانان در جیره لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می باشد.

کلمات کلیدی: پری‌بیوتیک، مانان الیگوساکارید، لارو، رشد، قزل‌آلای رنگین‌کمان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abadian.shadi@gmail.com

مقدمه

عفونت‌های باکتریایی یکی از عوامل زیان‌بار اغلب مزارع پرورشی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) کشورمان می‌باشد (Bairagi و همکاران، ۲۰۰۲). شرایط استرس‌زا که به‌علت افزایش تراکم به‌منظور بالا بردن راندمان تولید و سوددهی بیش‌تر افزایش می‌یابد، شانس ابتلای آبزی پرورشی به بیماری به‌ویژه عفونت‌های باکتریایی بیش‌تر می‌گردد. یکی از معمول‌ترین روش‌های درمان این غفونت‌ها، درمان توسط آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشد (Burr و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد ضدمیکروبی به‌عنوان یک اقدام پیشگیرانه مورد سؤال است چرا که استفاده مداوم از این داروها باعث مقاوم شدن عوامل بیماری‌زا (Balcazar، ۲۰۰۳)، هزینه‌های بالا، عوارض جانبی برای آبزی (Gatlin، ۲۰۰۲) و به طبع آن به‌خطر افتادن سلامتی انسان را به‌دنبال دارد. دولت‌ها، نهادها و سازمان‌ها ممنوعیت‌های شدیدی را برای کاربرد آنتی‌بیوتیک‌ها در تولید و پرورش جانوران اعمال کردند (Kesarcodi و همکاران، ۲۰۰۸).

استفاده از مکمل‌های غذایی به‌منظور افزایش تولید و مقاومت در برابر بیماری طی چند سال اخیر به یک بخش مهم و جدایی‌ناپذیر در صنعت آبزی‌پروری تبدیل شده است (Ahmanvand و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از این مکمل‌ها، پروبیوتیک‌ها و پرِبیوتیک‌ها هستند که به‌صورت جدا یا ترکیبی به جیره غذایی معرفی می‌گردند. با توجه به موفقیت‌های اخیر حاصل از این روش جایگزین، سازمان خوار و بار جهانی (FAO) استفاده از این مکمل‌ها را به‌عنوان موارد عمده تحقیقات آینده در آبزی‌پروری پیشنهاد نموده است (FAO، ۲۰۱۰).

استفاده از پروبیوتیک‌ها در جیره آبزیان با مشکلات و تردیدهایی مانند غیرقابل تضمین بودن زنده‌مانی پروبیوتیک اضافه شده در دستگاه گوارش (Mahious و Ollevier، ۲۰۰۵) به‌دلیل آن‌که سویه‌های پروبیوتیکی، فقط در طی تیمارهای تغذیه‌ای در دستگاه گوارش غالب هستند و از طرفی قابلیت زنده‌مانی سویه‌های پروبیوتیکی در طی عمل‌آوری ساخت جیره‌های غذایی و ذخیره‌سازی آن‌ها نیز یک محدودیت عمده در استفاده از پروبیوتیک‌ها در آبزی‌پروری می‌باشد روبرو است (Mahious و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین امکان رقابت پروبیوتیک معرفی شده با برخی میکروارگانیسم‌های میکروفلور روده و توانایی تثبیت و تشکیل کلنی موثر (Mahious و Ollevier، ۲۰۰۵) سبب شد تا محققین به فکر ارائه راهکارهای جدید در این راستا بر آیند. سر انجام تمامی موارد فوق منجر به ارائه ایده جدیدی به‌نام پری‌بیوتیک گردید. استفاده از پری‌بیوتیک‌ها که عناصر غذایی غیر قابل هضمی هستند و در ماهی از طریق بهبود رشد و یا اثر بر عملکرد متابولیسم باکتری‌های مفید در روده اثر می گذارند، مبحث جدیدی در آبزی‌پروری می‌باشد.

پری‌بیوتیک ماده غذایی غیرقابل هضمی است که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده اثرات سودمندی برای میزبان داشته و می‌تواند سلامتی میزبان را بهبود بخشد (Gibson و Roberfroid، ۱۹۹۵). براساس این تعریف هر ماده غذایی که به روده می‌رسد مانند کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم، بعضی از پپتیدها، پروتئین‌ها و نیز برخی از چربی‌ها می‌توانند کاندیدایی برای پری‌بیوتیک باشند (Gibson و همکاران، ۱۹۹۸).

پرِبیوتیک ماده غذایی غیرقابل هضمی است که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده می‌تواند سلامتی میزبان را بهبود بخشد (Gibson و Roberfroid، ۱۹۹۵). مهم‌ترین محصول نهایی متابولیسم پرِبیوتیک‌ها تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه (SCFA) هستند که از طریق اپیتلیوم روده جذب می‌شوند بنابراین برای میزبان منبع انرژی فراهم کرده و این خود باعث تقویت میکروفلور روده و ممانعت از تشکیل کلنی باکتری‌های بیماری‌زا می‌گردد (Schley وField، ۲۰۰۲). پرِبیوتیک زایلوالیگوساکارید یک نوع قند غیرقابل هضم است که از واحدهای زایلوز تشکیل شده است. این قند به‌طور طبیعی در گیاه بامبو، میوه‌ها، شیر، سبزیجات و عسل یافت می‌شود (Vazqueze و همکاران، ۲۰۰۰). موادی جزو پرِبیوتیک‌ها طبقه‌بندی می‌شوند که در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش هضم و جذب نشوند، توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روه به‌صورت گزینشی تخمیر شوند و میکروفلور روده‌ای را به‌سمت تولید ترکیبات سالم‌تر سوق دهند (Mahious و Ollevier، ۲۰۰۵). اضافه کردن پرِبیوتیک زایلوالیگوساکارید به جیره غذایی ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) به‌مدت ۴۵ روز موجب افزایش میزان وزن نهایی و ضریب رشد روزانه و افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در مقایسه با گروه شاهد گردید (Xu و همکاران، ۲۰۰۸). پرِبیوتیک‌ها بر رشد بافت روده اثر گذاشته و از آن در برابر باکتری‌های مضر حفاظت می‌کنند (Gaggia و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین تأثیر مثبت این مواد بر عملکرد رشد و سلامتی روده (تعدیل فلور میکروبی روده میزبان) مشخص شده است (Merrifield و همکاران، ۲۰۱۰).

در این مطالعه تاثیر پری‌بیوتیک مانان اولیگوساکارید که یک ترکیب غذایی غیرقابل هضم می‌باشد و از دیواره مخمر ساکارومایسز به‌دست آمده است بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه‌ای لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در خرداد ۱۳۹۲ در یکی از مزارع پرورش ماهی استان آذربایجان‌غربی صورت پذیرفت. در این آزمایش از غذای تجاری تولید داخل به‌عنوان جیره پایه استفاده گردید. پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید با غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در هر کیلوگرم غذا بر روی غذای تجاری اسپری نموده و به‌جهت عدم شسته شدن مکمل آنزیمی از سطح پلت‌ها به‌وسیله لایه‌ای از ژلاتین ۱٪ پوشش داده شد. غذاها تا زمان استفاده داخل یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. میزان غذادهی نیز به‌صورت درصد وزن بدن طبق جداول استاندارد به‌صورت روزانه در ۶-۴ نوبت و به‌مدت ۸ هفته انجام گردید.

در این مطالعه تعداد ۱۵۰۰ عدد لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن متوسط ۱۱۰±۱۰ میلی‌گرم انتخاب و با تراکم ۵ عدد در هر لیتر در داخل تانکهای ۳۵ لیتری با حجم مفید ۲۵ لیتری ذخیره‌سازی شدند. میانگین pH آب ورودی مخازن پرورشی ۷/۳±۰/۲، دما ۱۵±۱ (درجه سانتی‌گراد) و اکسیژن محلول ۸/۱±۰/۳ (میلی‌گرم در لیتر) در طول دوره پرورش بود. تعیین وزن توده زنده ماهیان هر مخزن جهت تعیین میزان غذای روزانه با فواصل هر ۷ روز انجام گردید. زیست‌سنجی ماهیان جهت محاسبه شاخص‌های رشدی در انتهای دوره پرورشی و به تعداد ۱۰ عدد ماهی از هر تکرار صورت گرفت. جهت سنجش میزان فعالیت‌های آنزیمی ماهیان را پس از یک شبانه روز قطع غذا در عصاره گل میخک بی‌هوش و سپس اقدام به جمع‌آوری کل دستگاه گوارش ماهیان گردید.

فرمول‌های محاسباتی شاخص‌های رشدی ماهیان به‌شرح زیر بود (Gatlin، ۲۰۰۲):

ضریب رشد روزانه:

۱۰۰×[(وزن اولیه)۱/۳-(وزن ثانویه)۱/۳]/طول دوره پرورشی (روز)

میزان رشد ویژه (درصد در روز):

۱۰۰×[(لگاریتم وزن اولیه(گرم)- لگاریتم وزن ثانویه (گرم)]/طول دوره پرورشی(روز)

ضریب تبدیل غذایی:

غذای مصرفی (گرم)/وزن زنده به‌دست آمده (گرم)

شاخص کبدی (٪):

۱۰۰×(وزن بدن/وزن کبد)

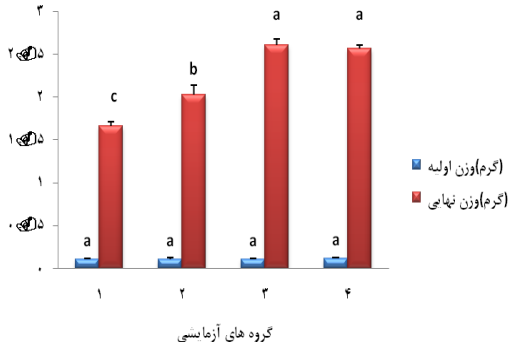
شاخص توده احشایی(٪):

۱۰۰×[وزن توده احشایی(گرم)/(وزن بدن (گرم)]

این تحقیق در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار به‌ازای هر تیمار، انجام شد. در پایان آزمایش، نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) در سطح ۹۵ درصد انجام شد (P<۰/۰۵).

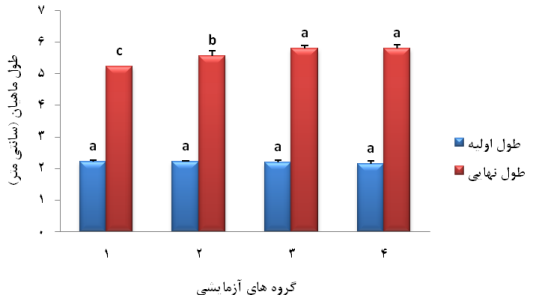
نتایج

نتایج حاصل از شاخص‌های رشدی ماهیان هر تیمار در ابتدا و انتهای دوره پرورش در شکل ۱ گزارش شده است. طی نتایج حاصله اختلاف معنی‌داری در وزن اولیه ماهیان (۰/۱۰±۰/۰۸ گرم) در بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت (P>۰/۰۵). طی نتایج حاصله میزان شاخص وزن نهایی ماهیان در گروه ۲، ۳ و ۴ (به‌ترتیب ۲/۰۳±۰/۱۱، ۲/۶۱±۰/۶۹ و ۲/۵۷±۰/۰۴ گرم) پس از ۶۰ روز تغذیه با جیره‌های آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد (۱/۶۷±۰/۰۵ گرم) به‌طور معنی‌داری بالا بود (P<۰/۰۵). بدین معنی که استفاده از ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم از مکمل پری‌بیوتیکی در جیره لارو ماهیان قزل‌آلا باعث افزایش قابل توجه در رشد ماهیان گردید. هم‌چنین بیش‌ترین شاخص رشدی ماهیان مربوط به گروه ۳ بود که در مقایسه با گروه ۲ و شاهد به‌طور معنی‌داری بالا بود (P<۰/۰۵). ولی افزایش میزان مکمل آنزیمی از ۱ (کیلوگرم جیره/گرم) به ۲ (کیلوگرم جیره/گرم) اختلاف معنی‌داری را در وزن نهایی ماهیان ایجاد نکرد (P>۰/۰۵).



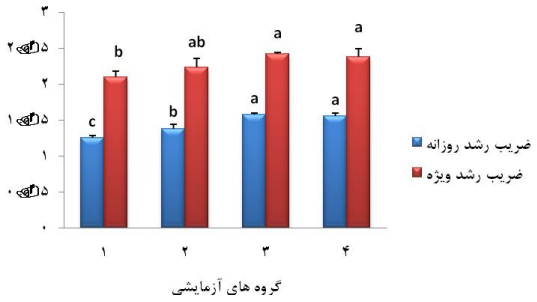
شکل ۱: نمودار نتایج مربوط به شاخص‌های وزن اولیه و وزن انتهایی ماهیان

نتایج حاصل از شاخص‌های وزن ماهیان هر تیمار در ابتدا و انتهای دوره پرورش در شکل ۲ گزارش شده است. طی نتایج حاصله اختلاف معنی‌داری در طول اولیه ماهیان (۲/۲۵±۰/۰۹ سانتی‌متر) در ابتدای دوره پرورش بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت (P>۰/۰۵). شاخص طول ماهیان در گروه ۲، ۳ و گروه ۴ (به‌ترتیب ۵/۶۵±۰/۰۹، ۵/۹۵±۰/۰۶ و ۵/۹۳±۰/۰۱ سانتی‌متر) به تبعیت از وزن ماهیان در مقایسه با گروه شاهد (۵/۳۰±۰/۰۲) به‌طور معنی‌داری بالا بود (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد، استفاده از ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم از مکمل پری‌بیوتیکی در جیره لارو ماهیان قزل‌آلا باعث افزایش قابل توجه در رشدی طول ماهیان گردید. هم‌چنین بیش‌ترین شاخص رشد طولی ماهیان مربوط به گروه ۳ و ۴ بود که در مقایسه با گروه ۲ و شاهد به‌طور معنی‌داری بالا بود (P<۰/۰۵).



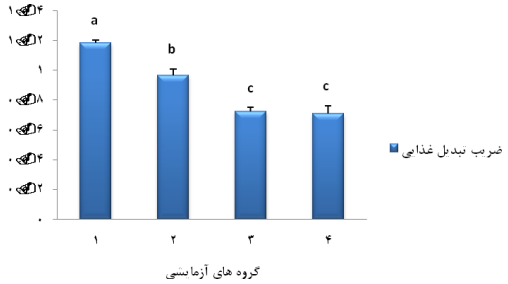
شکل ۲: نمودار نتایج مربوط به شاخص‌های طول اولیه و طول انتهایی ماهیان

شاخص ضریب رشد روزانه و ضریب رشد ویژه نیز متعاقباً از شاخص وزن نهایی ماهیان پیروی می‌کنند. نتایج حاصل از این شاخص‌ها در انتهای دوره پرورش در شکل ۳ گزارش شده است. طی نتایج حاصله ضریب رشد روزانه در گروه‌های آزمایشی ۲، ۳ و ۴ (به‌ترتیب ۱/۳۸±۰/۰۶، ۱/۵۷±۰/۰۲ و ۱/۵۵±۰/۰۴) در مقایسه با گروه شاهد (۱/۲۵±۰/۰۳) به‌طور معنی‌داری بالا بود (P<۰/۰۵). شاخص ضریب رشد ویژه در گروه آزمایشی ۳ و ۴ (به‌ترتیب ۲/۴۱±۰/۰۲، ۱/۳۷±۰/۱۲) در مقایسه با گروه شاهد (۲/۰۹±۰/۰۸) به‌طور معنی‌داری بالا بود ولی در بین گروه آزمایشی ۲(۲/۲۲±۰/۱۲) و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).



شکل ۳: نمودار نتایج مربوط به شاخص‌های ضریب رشد روزانه و ویژه ماهیان در انتهایی دوره پرورش

نتایج حاصل از شاخص ضریب تبدیل غذایی ماهیان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی در شکل ۴ گزارش شده است. طی نتایج حاصله ضریب تبدیل غذایی در گروه‌های آزمایشی ۲، ۳ و ۴ (به‌ترتیب ۰/۹۶±۰/۰۴، ۰/۷۲±۰/۰۳ و ۰/۷۱±۰/۰۵) در مقایسه با گروه شاهد (۱/۱۸±۰/۰۴) به‌طور معنی‌داری پایین بود (P<۰/۰۵).



شکل ۴: نمودار نتایج مربوط به شاخص ضریب تبدیل غذایی ماهیان در انتهایی دوره پرورش

نتایج حاصل از برخی شاخص‌های رشدی ماهیان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ گزارش شده است. طی نتایج حاصله میزان مصرف غذا بین گروه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

شاخص احشایی ماهیان در گروه آزمایشی ۴ در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری پایین بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی ۲ و ۳ با گروه شاهد مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). شاخص کبدی در گروه آزمایشی ۳ و ۴ در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی به‌طور معنی‌داری بالا بود (P<۰/۰۵). در بین گروه‌های آزمایشی ۲ و گروه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). شاخص طول روده ماهیان نیز در گروه آزمایشی شاهد در مقایسه با سایر

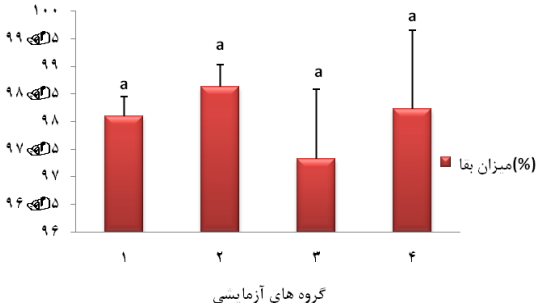
گروه‌های آزمایشی به‌طور معنی‌داری بالا بود. شاخص ضریب چاقی در بین گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ولی در گروه‌های آزمایشی ۳ و ۴ به‌طور معنی‌داری پایین بود (P<۰/۰۵).

جدول ۱: نتایج شاخص‌های رشدی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی

	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
میانگین وزن به‌دست آمده (گرم/ماهی)	۱/۵۶±۰/۰۵^{c}	۱/۹۲±۰/۱۱^{b}	۲/۵۰±۰/۰۷	۲/۴۵±۰/۰۳^{a}
میزان مصرف غذا (گرم/ماهی)	۱/۸۵±۰/۰۵^{a}	۱/۸۶±۰/۰۶^{a}	۱/۸۰±۰/۰۴^{a}	۱/۷۵±۰/۱۴^{a}
شاخص احشایی	۱۵/۳۴±۰/۷۷^{a}	۱۴/۶۳±۰/۱۵^{ab}	۱۴/۱۰±۰/۴۱^{ab}	۱۴/۵۳±۰/۲۵^{b}
شاخص کبدی	۲/۰۸±۰/۰۶^{b}	۲/۱۵±۰/۰۳^{b}	۱/۸۶±۰/۰۵^{a}	۱/۸۶±۰/۰۲^{a}
شاخص طول روده(٪)	۳/۰۲±۰/۰۹^{a}	۲/۴۰±۰/۰۵^{b}	۲/۳۹±۰/۰۸^{b}	۲/۳۶±۰/۰۸^{b}
ضریب چاقی	۱/۱۲±۰/۰۲^{a}	۱/۱۱±۰/۰۱^{a}	۱/۲۳±۰/۰۱^{b}	۱/۲۲±۰/۰۱^{b}

مقادیر نشان‌دهنده میانگین ± انحراف از معیارسه تکرار از هر تیمار می‌باشند. اعداد در هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار است(P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از میزان بازماندگی ماهیان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی در شکل ۵ گزارش شده است. طی نتایج حاصله میزان بازماندگی ماهیان بین گروه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).



شکل ۵: نمودار نتایج مربوط به میزان بازماندگی ماهیان پس از ۸ هفته تغذیه با جیره های آزمایشی

بحث

هدف همیشگی تولید آبزیان به حداکثر رساندن کارایی و بازده تولید برای حداکثرسوددهی است. جیره غذایی حاوی پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها نه تنها مواد مغذی ضروری را تامین می‌کند، بلکه می‌تواند یکی از بهترین راهکارها برای حفظ سلامت آبزیان پرورشی و افزایش مقاومت آن‌ها به استرس و عوامل بیماری‌زا باشد (Gatlin، ۲۰۰۲). در این راستا نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از سطوح مختلف مکمل پری‌بیوتیکی مانان الیگوساکارید در جیره لارو ماهیان قزل‌آلا باعث افزایش قابل ملاحظه در شاخص‌های رشد و بهبود کارایی تغذیه‌ای ماهیان می‌گردد.

نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از لحاظ برخی شاخص‌های رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای وجود دارد (P<۰/۰۵)، مهاجراسترآبادی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای فیل‌ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*) را با پرِبیوتیک ایمونوژن در سطوح ۰، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد در سه دامنه‌ی وزنی به‌مدت ۸ هفته مورد تغذیه قرار دادند. در انتهای دوره پرورش میانگین وزن، طول، رشد روزانه، درصد افزایش وزن بدن و ضریب چاقی تیمارهای تغذیه شده با سطوح ۰/۵ و ۱ درصد ایمونوژن در مقایسه با تیمار شاهد (۰ درصد پربیوتیک ایمونوژن) به‌طور معنی‌داری بالاتر بود که با یافته‌های حاصل از این مطالعه هم‌خوانی دارد.

استفاده از پری‌بیوتیک‌های اینولین، الیگوفروکتوز و لاکتوسوکروز در سطح ۲ درصد در لارو ماهی کفشک (*Psetta maxima*) نشان داد میانگین وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با الیگوفروکتوز نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود ولی در نرخ بقاء تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از گروه‌های تغذیه شده با پری‌بیوتیک‌های مذکور مشاهده نگردید، بیش‌ترین نرخ بقاء در تیمار شاهد مشاهده گردید (Mahious و Gatesoupe، ۲۰۰۵).

Danials (۲۰۰۶) در تحقیقی اثرات غنی‌سازی آرتمیا را در سطوح مختلف ۲، ۲۰ و ۲۰۰ قسمت در هزار مانان الیگوساکارید را در لابستر اروپایی (*Homarus gamarus*) مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود با افزودن مانان‌الیگوساکارید در سطوح ۲ و ۲۰ قسمت در هزار میزان بازماندگی و رشد افزایش می‌یابد. ولی در سطح ۲۰۰ قسمت در هزار نتیجه منفی بوده است. استفاده از سطوح ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۱ درصد مانان

الیگوساکارید در ماهی‌های جوان تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) نشان داد با افزایش سطح پری‌بیوتیک در جیره، مصرف غذای روزانه کاهش می‌یابد (Sado و همکاران، ۲۰۰۸).

تحقیقات دیگر نشان داد که بتاگلوکان‌ها و مانان الیگوساکاریدها رشد و بازماندگی را در گونه‌های متفاوت ماهیان افزایش می دهند (Li و Gatlin، ۲۰۰۵؛ Li و Gatlin، ۲۰۰۴). در مطالعه‌ای استفاده هم‌زمان پروبیوتیک باسیلوس (109 TC22 CFU) و پری‌بیوتیک فروکتوالیگوساکارید به‌میزان ۰/۰۵ درصد جیره غذایی در ماهی *Apostichopus japonicus* باعث شد تا ضریب رشد ویژه SGR دارای تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) با گروه شاهد باشد (Yancui و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم جیره غذایی می‌تواند سبب ارتقاء شاخص‌های رشد و تغذیه ماهیان شود.

Gence و همکاران (۲۰۰۷) با مکمل کردن جیره در سطوح ۱/۵، ۳ و ۴/۵ گرم مانان الیگوساکارید به‌ازای هر کیلوگرم جیره در هیبرید ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* × *O.aureus*)، تفاوت معنی‌داری را در پارامترهای رشد و تغذیه مشاهده نکردند. هم‌چنین استفاده از پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید به‌میزان ۳ گرم در هر کیلوگرم جیره، در گونه ماهی خاویاری خلیج (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) Gulf sturgeon منجر به بروز اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) در پارامترهای رشد و تغذیه درمقایسه با تیمار شاهد نگردید (Pryor و همکاران، ۲۰۰۳) که این با نتایج حاصل از مطالعه حاضر بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مغایرت دارد.

Sang و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای ماهی *Cherax tenuimanus* را با پری‌بیوتیک مانان الیگوساکارید به‌میزان ۰/۲ و ۰/۴ درصد جیره تغذیه کردند که توانست به‌طور قابل ملاحظه‌ای مقاومت ماهی را در برابر عوامل استرس‌زای محیطی و عفونت‌های باکتریایی بالا ببرد. هم‌چنین باعث بهبود سیستم ایمنی نیز گردید. Torrecillas و همکاران (۲۰۰۷) تاثیر سطوح مختلف مانان الیگوساکارید در جیره غذایی سی باس اروپایی (*Dicentrachus labrax*) به‌میزان صفر، ۲ و ۴ گرم مانان الیگوساکارید در هر کیلوگرم جیره بررسی و گزارش نمودند در ماهیان تغذیه شده با هر دو سطح پری‌بیوتیک مذکور، میزان فعالیت لیزوزیم، مقاومت در برابر عفونت باکتریایی *Vibrio alginolyticus* و تحریک سیستم ایمنی به‌طرز معنی‌داری افزایش یافت. Cerezuela و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن اینولین به‌میزان ۵ یا ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره ماهی سیم دریایی (*Spaus aurata*) طی مدت یک تا ۲ هفته در شرایط پرورشی دریافتند که اینولین بازدارندگی معنی‌داری در پارامترهای سیستم ایمنی به‌دنبال داشت و نتیجه‌گیری کردند که اینولین نمی‌تواند محرک ایمنی مناسبی برای این گونه باشد.

Staykov و همکاران (۲۰۰۷) به کارایی و پتانسیل پربیوتیک مانان الیگوساکارید به‌میزان ۲ گرم در کیلوگرم یا ۲۰۰ قسمت در میلیون در بهبود عملکرد رشد، بازماندگی و افزایش مقاومت در برابر استرس‌های محیطی در ماهی قزل‌آلای پرورشی اشاره کردند.

در مجموع تفاوت‌های موجود در نتایج گزارش شده توسط محققین مختلف در بکارگیری انواع پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی را احتمالاً بایستی به نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای و خصوصیات فیزیولوژیک آبزی پرورشی مرتبط دانست. هم‌چنین تأثیرات متفاوت پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها را می‌توان بر مبنای کمیت و کیفیت جیره غذایی، نوع پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک مصرفی، درجه خلوص و میزان مورد استفاده آن در جیره و احتمالاً جمعیت‌های میکروبی ویژه قادر به استفاده از انواع مختلف پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها، ارزیابی نمود.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم از مکمل پری‌بیوتیکی در جیره لارو ماهیان قزل‌آلا باعث افزایش قابل ملاحظه در شاخص‌های رشد و بهبود کارایی تغذیه‌ای ماهیان می‌گردد. هم‌چنین با توجه به نتایج حاصل، بهترین غلظت مصرفی پری‌بیوتیک مانان ۱ گرم در هر کیلوگرم غذا در جیره لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد.

منابع

۱. **مهاجر استرابادی؛ م، وهاب زاده؛ ح، زمینی؛ ع.ع، سوداگر؛ م، قربانی نصرآبادی؛ ر: ۱۳۸۹**. تأثیر پربیوتیک ایمنوژن در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل‌ماهی جوان پرورشی (*Husohuso*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر. سال ۴، شماره ۳، صفحات ۶۱ تا ۷۳.

2. **Ahmanvand, S.; Jafaryan, H.; Farahi, A. and Ahmanvand, S., 2012**. Effect of frozen *Daphnia magna* diet mixed with probiotic protexin on growth and survival of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fry reared

under controlled condotions. Journal of Ani. Vol. 1, pp: 34-39.

3. **Bairagi, A.; Sarkar Ghosh, k.; Sen, S.K. and Ray, A.K., 2002**. Enzyme producing bacterial flora isolated from fish digestive tracts. Journal of Aqua. Vol. 10, pp: 109-121.
4. **Balcazar, J.L., 2003**. Evaluation of probiotic bacterial strains in *Litopenaeus vannami*. Final Report, National Center for Marine and Aquaculture Research, Guayaquil, Ecuador.
5. **Burr, G.; Gatlin, D.M. and Ricke, S., 2005.** Microbial Ecology of the gastrointestinal tract of fish and potentinal application of prebiotics and probiotics in fin fish culture. Journal of Aqua. Vol. 4, pp: 425-436.
6. **Cerezuela, R.; Cuesta, A.; Meseguer, J. and Esteban, A., 2008.** Effect of inulin on gilthead Seabream (*Sparus aurata*) innate immune parameters. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 24, pp: 663-668.
7. **Daniels, C., 2006**. Developing and understanding the use of Bio-Mos® in critical stage of European lobster culture. The national lobster hatchery, UK. WWW. aquafeed.com
8. **FAO. 2010**. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy. ISBN 978-92-5-106675-1.
9. **Gaggia, F.; Mattarelli, P. and Biavati, B., 2010.** Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. Journal of Food Mic. Vol. 141, pp: 15-28.
10. **Gatlin, D.M., 2002**. Nutrition and fish health. Journal of Nutr. pp: 671-702.
11. **Genc, M.A.; Yilmaz, E.; Genc, E. and Aktas, M., 2007.** Effect of dietary mannan oligosaccharid on growth, body composition and intestine and liver histology of the hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O.aureus*). The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh. Vol. 59, pp: 10–16.
12. **Gibson, G.R. and Roberfroid, M.B., 1995**. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducting the concept of prebiotics. Journal of Nutr. Vol. 125, pp: 1401-1412.
13. **Gibson, L.F.; Woodworth, J. and George, A.M., 1998**. Probiotic activity of *Aeromonas media* on the pacific oyester, *Crassostrea gigas*, when challenged with *vibrio tubiashii*. Journal of Aqua. Vol. 169, pp: 111-120.
14. **Kesarcodi-Watson, A.; Kaspar, H.; Lategan, M.J. and Gibson, L., 2008**. Probiotic In aquaculture: The need, Principle and mechanisms of action and screening processes. Journal of Aqua. Vol. 274, pp: 1-14.
15. **Li, p. and Gatlin, D.M., 2004**. Dietary brewers yeast and perbiotic GroBiotic^{TM} AE in fluence growth performance, immune responses and resistance of hybrid Striped bass (*Moron crypsos* ×*M. saxatilis*) to *Sterptococcus iniae* infection. Aquaculture. Vol. 231, pp: 445-456.
16. **Li, p. and Gatlin, D.M., 2005**. Evaluation of the prebiotic Grobitic-A and berewers yeast as dietary supplement for sub-adult hybrid Striped bass (*Moron crypsos* ×*M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum.* Aquaculture. Vil. 248, pp: 197-205.
17. **Mahious, A.S. and Ollevier, F., 2005**. Probiotic and Prebitics in Acuaculture: Review. P 17-26.1.st Regional Workshope on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture (Urmia, Iran).
18. **Mahious, A.S.; Van Loo, J. and Lieffrig, F., 2007**. Inulin and oligofructose in aquaculture: A review. Aquaculture Europe 2007. October 14-27. pp: 326-327. (Istanbul, Turkey)
19. **Mahious, A.S. and Ollevier, F., 2005**. Probiotic and Prebitics in Acuaculture: Review. pp: 17-26.1.st Regional Workshope on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture (Urmia, Iran).
20. **Merrifield, D.L.; Dimitroglou, A. and Foey, A., 2010**. The current status and future facus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Journal of Aqua. Vol. 302, pp: 1-18.
21. **Pryor, G.S.; Royes, J.B.; Champan, F.A. and Miles, R.D., 2003**. Mannan oligosaccharides in fish nutrition: Effect of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi Structure in Gulf of Mexico Sturgeon. North American Journal of Aquaculture. Vol. 65, pp: 106-111.
22. **Sado, R.J.; Bicudo, A.J.D.A. and Cyrno, J.E.P., 2008**. Feeding dietary mannanoligosaccharid to juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption, World Aquaculture Society. Vol. 39, pp: 821-826.
23. **Sang, H.; KY, L. and Fotedar, R., 2009.** Dietary supplementation of mannan oligosaccharide improves the immune responses and survival of marron, *Cherax tenuimanus* (Smith, 1912) when challenged

with different stressors. Fish & Shellfish Immunology. Vol. 27, pp: 341-348.

24. **Schley, P.D. and Field, C.J., 2002**. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. Journal of Nutr. Vol. 87, pp: 221-230.
25. **Staykov, Y.; Spring, P.; Denev, S. and Sweetman, J., 2007.** Effect of mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of raibow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture International. Vol. 15, pp: 153-161.
26. **Torrecillas, S.; Makol, A.; Caballero, D.; Robaina, L.; Real, F.; Sweetman, J.; Tort, L. and Izqueirdo, M.S., 2007.** Immune stimulution and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 23, pp: 969-981.
27. **Vazqueze, M.J.; Alonso, J.L.; Dominguez, H. and Parajo, H.C., 2000.** Xylooligosaccharides: manufacture and application. Journal of Food Tech. Vol. 11, pp: 387-93.
28. **Xu, B.; Wang, Y.; Li, J. and Lin, Q., 2008**. Effect of prebiotic xylooligosaccharides on growth performances and digestive enzyme activities of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Fish Phys. Vol. 35, pp: 351–357.
29. **Yancui, Z.; Kangsen, M.; Wei, X. and Wenbing, Z., 2011**. Influence of Dietary Probiotic *Bacillus* TC22 and Prebiotic Fructooligosaccharide on Growth, Immune Responses and Disease Resistance against *Vibrio splendidus* Infection in Sea Cucumber *Apostichopus japonicus.* Oceanic and Coastal Sea Research. Vol. 3, pp: 293-300.