Archive of SID

بررسی اثر تجویز خوراکی سطوح مختلف پروبیوتیک *Lactobacillus casei* بر شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

- **برزو الماسی‌بردمیلی**: گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
- **مجتبی علیشاهی***: گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- **نرگس جوادزاده**: گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۷

چکیده

پروبیوتیک‌ها مکمل‌های غذایی زنده‌ای هستند که از طریق بهبود بار میکروبی روده میزبان، تاثیرات سودمندی را در آن ایجاد کرده، سبب بهبود جذب مواد غذایی از روده می‌شوند. هدف از این مطالعه بررسی اثر تجویز خوراکی سطوح پروبیوتیک *Lactobacillus casei* (PTCC1608) بر شاخص های رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود. ۴۸۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلا، با وزن متوسط ۰/۵±۳۲/۶ گرم در چهار تیمار با سه تکرار به‌صورت تصادفی تقسیم شدند (هر تکرار با ۴۰۰ قطعه ماهی). ماهیان تیمارهای A، B و C به‌ترتیب با جیره‌های غذایی حاوی ۵×۱۰^{۶}، ۵×۱۰^{۷} و ۵×۱۰^{۸} باکتری در میلی‌لیتر باکتری لاکتوباسیلوس کازئی به‌مدت ۶۰ روز غذادهی شدند. بیمار شاهد با شرایط کاملاً مشابه اما بدون اضافه کردن باکتری به خوراک درنظر گرفته شد. زیست‌سنجی در روزهای صفر، ۳۰ و ۶۰ صورت گرفت و شاخص‌های رشد (ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، فاکتور وضعیت، بازده پروتئین، میزان رشد روزانه، میزان رشد نسبی، بازده خوراک و بازماندگی) بین تیمارهای مختلف مقایسه گردید. نتایج نشان داد افزودن پروبیوتیک *L. casei* باغلظت ۵×۱۰^{۶} CFU/mL باعث بهبود معنی‌دار شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلا می‌شود، به‌طوری‌که ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن و میزان رشد نسبی بهترین عملکرد را در تیمار A پس از ۳۰ و ۶۰ روز از شروع آزمایش داشتند و با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($P<۰/۰۵$)، درحالی‌که در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی بالاترین میزان پروبیوتیک در هر دو مرحله نمونه‌گیری برخی شاخص‌های رشد و بازماندگی نسبت به گروه شاهد کاهش نشان دادند ($P<۰/۰۵$). تغییری در شاخص‌های رشد در تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۵×۱۰^{۶} CFU/mL نسبت به تیمار شاهد در مراحل مختلف نمونه‌گیری مشاهده نشد. میزان بقا در طول دوره در بین تیمارهای مختلف نیز تفاوت معنی‌دار نشان داد، به‌طوری‌که بیش‌ترین تلفات مربوط به تیمار تغذیه شده با *L. casei* با غلظت ۵×۱۰^{۸} CFU/mL بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت ($P<۰/۰۵$). به‌طورکلی نتایج تحقیق نشان داد افزودن پروبیوتیک *L. casei* با غلظت ۵×۱۰^{۶} CFU/mL به خوراک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انگشت‌قد، به‌عنوان مناسب‌ترین غلظت باعث بهبود شاخص‌های رشد ماهی شد، ولی غلظت‌های بالاتر این پروبیوتیک اثرات منفی بر رشد دارد.

کلمات کلیدی: *L. casei*، *Oncorhynchus mykiss*، پروبیوتیک، رشد و بازماندگی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: alishahimoj@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان از خانواده آزادماهیان بوده و به‌علت این‌که در برابر تغییرات محیطی مقاوم و از سرعت رشد مناسبی برخوردار است در میان آزادماهیان، تنها گونه‌ای است که برای پرورش بسیار مناسب تشخیص داده شده است (وثوقی و مستاجیر، ۱۳۸۵). پراکنش این ماهی در ایران، در حوزه دریای خزر، دجله و کارون، زاینده رود، تجن و کرمان می‌باشد (Sattari، ۲۰۰۲). پرورش آبزیان ازجمله قزل آلای رنگین‌کمان در محیط‌های مصنوعی پرورشی، می‌تواند تامین کننده بخشی از نیازهای پروتئینی کشور باشد. تولید آبزیان در مقایسه با سایر فرآورده‌های پروتئینی ارزان‌تر و آسان‌تر بوده، ارزش غذایی آن به‌مراتب بیش‌تر از سایر منابع تامین‌کننده پروتئین حیوانی است (آذری تاکامی، ۱۳۶۳). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی است که به‌طور گسترده در تمام دنیا پراکنده شده است (Hardy، ۱۹۹۱). تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در ایران بخش مهمی از صنعت آبزی‌پروری را به‌خود اختصاص داده است (علوی یگانه و همکاران، ۱۳۸۲) و ایران به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان ماهی قزل‌آلا در آب‌های شیرین جهان مطرح است (Tacon، ۲۰۰۵). بنابراین داشتن آگاهی کامل از نیازهای زیستی این ماهی و شناخت عوامل موثر در رشد، افزایش وزن و میزان مقاومت در برابر شرایط و عوامل محیطی و در نهایت تولید بیش‌تر در واحد سطح ضروری است. هر روزه مطالعات بیش‌تری در ارتباط با تغذیه ماهی قزل‌آلا انجام می‌شود و تلاش می‌شود، خوراک با کیفیت بالاتری تولید شود. رشد، با افزایش پیوسته ترکیبات بدن (ذخیره غذایی) مرتبط بوده و پارامترهای متعددی بر آن مؤثر می‌باشند که ازجمله آن‌ها می‌توان از پروبیوتیک‌ها نام برد (Gatesoupe، ۱۹۹۹). باکتری‌های پروبیوتیک یا زیست‌یار، به عنوان مکمل‌های غذایی زنده‌ای هستند که از طریق بهبود تغییرات میکروبی روده میزبان، تأثیرات سودمندی را در جانور میزبان ایجاد می‌کنند (Fuller، ۱۹۸۹). در ماهیان استفاده از پروبیوتیک‌ها اثرات مفیدی بر روی کارایی رشد، بازده خوراک و قابلیت هضم ماده آلی و پروتئین را نشان داده است (Lara-Flores و همکاران، ۲۰۰۳). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در آبزی‌پروری در راستای استفاده از پروبیوتیک‌ها برای نیل به اهداف گوناگون مانند بهبود رشد، ضریب تبدیل غذایی و پاسخ‌های ایمنی و فعالیت آنزیم‌های گوارشی انجام گرفته است (Son و همکاران، ۲۰۰۹؛ Merrifield و همکاران، ۲۰۰۹؛ Babu و همکاران، ۲۰۰۳؛ Rengpipat و همکاران، ۲۰۰۸؛ Yanbo و Zirong، ۲۰۰۶). مدیریت تغذیه در ماهیان پرورشی از مهم‌ترین مسائل تولید به‌شمار می‌آید. تغذیه آبزیان اغلب بیش از ۵۰ درصد از هزینه‌های تولید را تشکیل می‌دهد. بنابراین، می‌توان با به‌کار بردن غذای خوب و با کیفیت بالا، قیمت تمام شده تولید را کاهش داد. این امر از طریق بالابردن درصد بقا، کاهش ضریب تبدیل غذایی و کاهش هدر رفتن غذا (شناوری مناسب غذا) انجام‌پذیر است (Mateo، ۲۰۰۵). این پروبیوتیک با تاثیر بر فلور باکتریایی روده و افزایش کارایی هضم و جذب مواد در روده با افزایش میزان ترشح آنزیم‌های گوارشی در روده و هم‌چنین تاثیر مستقیم آنزیم‌های ترشحی این باکتری‌ها بر رشد ماهی تاثیرگذار است، هم‌چنین تغییر فلور باکتریایی روده باعث افزایش تولید سایتوکین‌های دخیل در ایمنی مخاطی روده شده و نتیجه نهایی آن بهبود رشد ماهی نیز خواهد بود. از این‌رو ضرورت انجام مطالعات در زمینه‌های مختلف به‌ویژه تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بیش از پیش نمایان می‌شود (Li و Gatlin، ۲۰۰۵). با توجه به این‌که تا به‌حال تحقیقی بر روی اثرات پروبیوتیک *L. casei* بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در سطح مزارع پرورشی صورت نگرفته است، لذا در این تحقیق اثرات این پروبیوتیک بر شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز پرورش ماهیان سردابی شرکت زاگرس ماهی واقع در روستای شیمن در ۷۰ کیلومتری شمال شهر ایذه (خوزستان) اجرا شد. آب مورد نیاز این مرکز از فاصله ۳۵۰ متری توسط چشمه روستای شیمن تامین می‌شد. تعداد ۴۸۰۰ قطعه بچه‌ماهی قزل‌آلا، با وزن متوسط ۵/۵±۳۲/۶ گرم انتخاب گردید. بدین‌منظور از ۳ استخر سیمانی به ابعاد ۲۵×۲ متر و دبی ۳ لیتر در ثانیه استفاده شد. به‌منظور تغذیه ماهیان از جیره غذایی تجاری (کارخانه بیضا ۲۱ شیراز) با دو شماره ۲ و ۳ (مخصوص ماهی انگشت‌قد) استفاده شد (حداقل مقادیر پروتئین ۳۶ تا ۴۰ درصد، چربی ۱۴ تا ۱۶ درصد، فیبر ۲/۵ تا ۴ درصد و رطوبت ۱۰ درصد). *L. casei* (PTCC1608) توسط دانشگاه شهید چمران اهواز تهیه شد. طول دوره پرورش ۶۰ روز درنظر گرفته شد. میزان و دفعات غذادهی براساس استانداردهای معمول و با توجه به دمای آب انجام گرفت. غذادهی در دو نوبت صبح و عصر انجام شد. (Webster و همکاران، ۱۹۹۷). ماهیان در ۴ تیمار هرکدام با سه تکرار و هر تکرار ۴۰۰ قطعه ماهی تقسیم‌بندی شدند، شامل تیمار شاهد که با جیره غذایی بدون مکمل پروبیوتیکی (جیره پایه) و تیمارهای A، B و C که به‌ترتیب با جیره‌های غذایی حاوی 5×10^{6}، 5×10^{7} و یا 5×10^{8} CFU/mL مکمل *L. casei*، به‌مدت ۶۰ روز غذادهی شدند (ضیایی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). به‌منظور بررسی میزان رشد بچه‌ماهیان، ۳ بار در طول دوره (روز صفر، ۳۰ و ۶۰) زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول کل و وزن) بچه ماهی‌ها انجام شد، در هر مرحله برای بی‌هوشی از پودر گل میخک به‌میزان

www.SID.ir

Archive of SID

ppm۱۰۰ استفاده شد، بدین‌ترتیب که ۲۰ نمونه بچه‌ماهی از هر یک از استخرهای پرورشی به‌صورت تصادفی صید شده و طول و وزن آن‌ها تعیین گردید. شاخص‌های رشد براساس رابطه‌های زیر اندازه‌گیری شدند (Salas و همکاران، ۲۰۱۰؛ Bagenal، ۱۹۷۸):

BWG= (Body Weight Gain) : درصد افزایش وزن

۱۰۰× متوسط وزن اولیه/(متوسط وزن اولیه - متوسط وزن نهایی)

PER =(Protein Efficiency Ratio) : نسبت بازده پروتئین

مقدار پروتئین مصرفی به گرم / افزایش وزن بدن به گرم

SR=(Survival Rate) : درصد میزان بقاء

۱۰۰× (تعداد ماهیان انتهای دوره – تعداد ماهیان ابتدای دوره)

SGR=(Specific Growth Rate) : ضریب رشد ویژه

لگاریتم وزن نهایی بدن(گرم) لگاریتم وزن اولیه (گرم)- طول دوره پرورش روز/×۱۰۰

FCR= (Feed Conversion Ratio) : ضریب تبدیل غذایی

میانگین افزایش وزن تر بدن (گرم)/میزان غذای داده شده (گرم)

CF =(Condition factor) : فاکتور وضعیت

۱۰۰× ^{3}طول کل ماهی بر حسب سانتی متر / وزن ماهی بر حسب گرم

FER =(Food Efficiency Ratio) : نسبت بازده غذایی

مقدار غذای خورده شده به گرم / افزایش وزن بدن به گرم

DGR=(Daily Waight Gain) : افزایش رشد روزانه

۱۰۰× تعداد روزهای پرورش /(میانگین وزن اولیه – میانگین وزن نهایی)

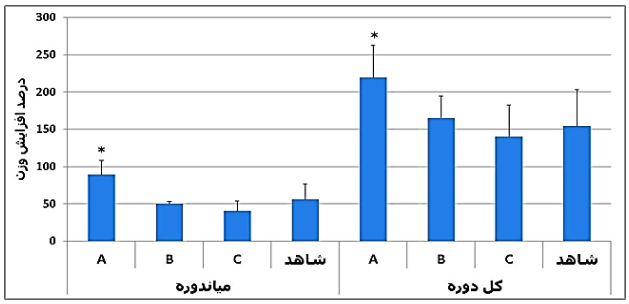
RGR =(Relative growth rate) : میزان رشد نسبی

۱۰۰× وزن اولیه / وزن نهایی – وزن اولیه

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای آنالیز اطلاعات از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۶ استفاده‌شد، داده‌ها توسط آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) یک‌طرفه با ضریب اطمینان ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها از آزمون تکمیلی Tukey در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد استفاده شد. هم‌چنین ترسیم نمودار در فضای نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ انجام گرفت.

نتایج

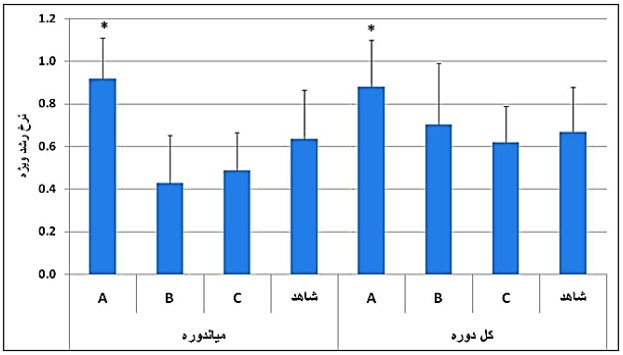
نتایج حاصل از تجویز خوراکی غلظت‌های مختلف پروبیوتیک *L. casei* بر درصد افزایش وزن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شکل ۱ آورده‌شده است. بیش‌ترین درصد افزایش وزن در ۳۰ روز اول، در بچه‌ماهیان تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{6}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) با میزان (۸۹/۱۹±۰۹/۳۷) و کم‌ترین آن در تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{8}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان (۴۰/۲۹±۱۳/۴۷) مشاهده شد. بیش‌ترین درصد افزایش وزن در پایان دوره در تیمار A با میزان (۲۱۹/۷۱±۵۰/۱۸) و کم‌ترین آن در تیمار C با میزان (۱۴۰/۶۱±۶۰/۱۰) مشاهده گردید. افزایش معنی‌دار درصد افزایش وزن فقط در تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{6}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) در هر دو مرحله نمونه‌گیری مشاهده گردید(P<۰/۰۵)،در بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).



شکل ۱: مقایسه درصد افزایش وزن در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

* انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

نتایج مربوط به ضریب رشد ویژه تیمارهای مورد مطالعه در شکل ۲ آورده‌شده است. بیش‌ترین ضریب رشد ویژه در ۳۰ روز اول، در تیمار حاوی ۵×۱۰^{6}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) با میزان (۰/۹۲±۰/۱۹)و کم‌ترین آن در تیمار حاوی ۵×۱۰^{8}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان (۰/۰±۴۹/۱۸) مشاهده شد. بیش‌ترین ضریب رشد ویژه در پایان دوره در تیمار A با میزان (۰/۰±۸۸/۲۲) و کم‌ترین آن در تیمار C با میزان (۰/۰±۶۲/۱۷) مشاهده گردید. افزایش معنی‌دار نرخ رشد ویژه فقط در تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{6}CFU/mL باکتری *L. casei*(تیمار A)در هر دو مرحله نمونه‌گیری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).



شکل۲: مقایسه ضریب رشد ویژه در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

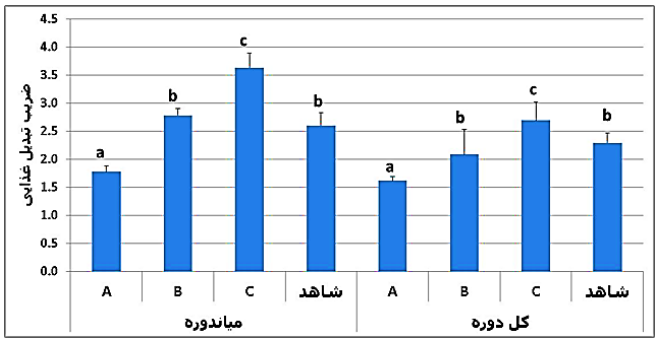
* انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

نتایج مربوط به ضریب تبدیل غذایی تیمارهای مورد مطالعه در شکل ۳ آورده شده است. کم‌ترین‌ضریب تبدیل غذایی در ۳۰ روز اول در تیمار حاوی ۵×۱۰^{6}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) با میزان

www.SID.ir

Archive of SID

(۱/۷۸±۰/۱۰) وبیش‌ترین آن در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۸}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان (۳/۰±۶۴/۲۶) مشاهده شد. کم‌ترین ضریب تبدیل غذایی در پایان دوره در تیمار A با میزان (۱/۰±۶۲/۰۷) و بیش‌ترین آن در تیمار C بامیزان (۲/۰±۷۰/۳۲) مشاهده شد. بر این اساس کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{۶}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) در هر دو مرحله نمونه‌گیری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{۷}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار B)، تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد، از طرفی در تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{۸}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C)، افزایش ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵).

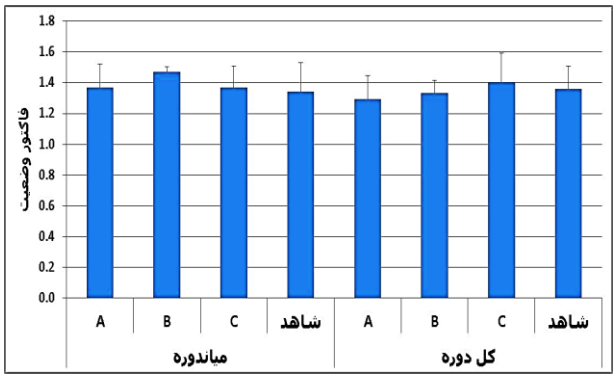


شکل ۳: مقایسه ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

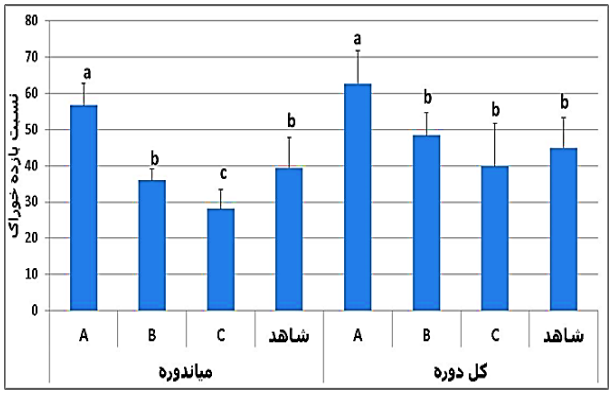
حروف غیرهمنام روی میله انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

در مورد فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی براساس شکل ۴ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در میان دوره و پایان دوره وجود نداشت (P>۰/۰۵). نتایج مربوط به نسبت بازده غذایی گروه‌های مورد مطالعه در شکل ۵ آورده شده است. بیش‌ترین نسبت بازده غذایی در ۳۰روز اول در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۶}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) بامیزان (۵۶/۶±۶۷/۱۴) وکم‌ترین آن در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۸}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان (۲۸/۵±۲۳/۲۶) مشاهده شد. بیش‌ترین نسبت بازده غذایی در پایان دوره در تیمار A با میزان (۶۲/۶۸±۹/۰۸) و کم‌ترین آن در تیمار C با میزان (۳۹/۱۱±۹۰/۹۱) مشاهده شد. همان‌طورکه در شکل مشخص است تیمار A افزایش معنی‌داری در میزان بازده غذایی در هر دو مرحله نمونه‌گیری نسبت به گروه شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{۷}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار B) نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). تیمار C در ۳۰ روز اول کاهش معنی‌دار در نسبت بازده غذایی با گروه شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به نسبت بازده پروتئین در شکل ۶ آورده شده است.

بیش‌ترین نسبت بازده پروتئین در ۳۰ روز اول در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۶}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) با میزان (۲۱/۳±۳۱/۰۸) وکم‌ترین آن در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۸}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان (۱۳/۴±۵۶/۰۴) مشاهده گردید. بیش‌ترین نسبت بازده پروتئین در پایان دوره در تیمار A با میزان (۱۹/۲±۸۳/۱۵) و کم‌ترین آن در تیمار C با میزان (۹/۱±۸۸/۸۴) مشاهده شد. تیمار A افزایش معنی‌داری در میزان بازده پروتئین در هر دو مرحله نمونه‌گیری نسبت به گروه شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). تیمار تغذیه شده با خوراک حاوی ۵×۱۰^{۷}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار B) نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). تیمار C در ۳۰روز اول کاهش معنی‌داری در نسبت بازده پروتئین با گروه شاهد داشت (P<۰/۰۵).



شکل۴: مقایسه فاکتوروضعیت در تیمار های مختلف میان دوره و پایان دوره



شکل۵: مقایسه نسبت بازده خوراک در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

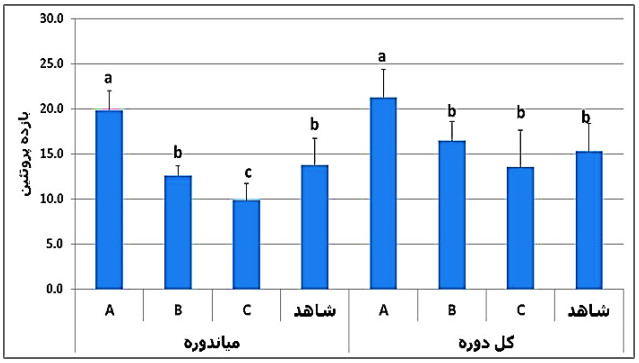
حروف غیرهمنام روی میله انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

نتایج مربوط به درصد بازماندگی در شکل ۷ آورده شده است. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، نشان داد که افزودن غلظت‌های پروبیوتیکی *L. casei* به جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نه تنها عملکرد خوبی در بازماندگی نداشته بلکه غلظت بالای این پروبیوتیک باعث تلفات در ماهی شده است بیش‌ترین تلفات در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۸}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان

www.SID.ir

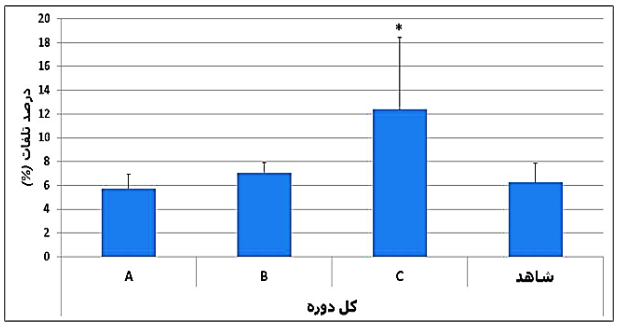
Archive of SID

(۱۲/۴±۶/۰۳) و کم‌ترین آن در تیمار حاوی 5×10^{6}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) با میزان (۵/۶±۷۳/۲۲) در پایان دوره مشاهده شد. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمار C نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای A و B در پایان دوره بود (P<۰/۰۵).



شکل ۶: مقایسه نسبت بازده پروتئین در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

حروف غیرهمنام روی میله انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

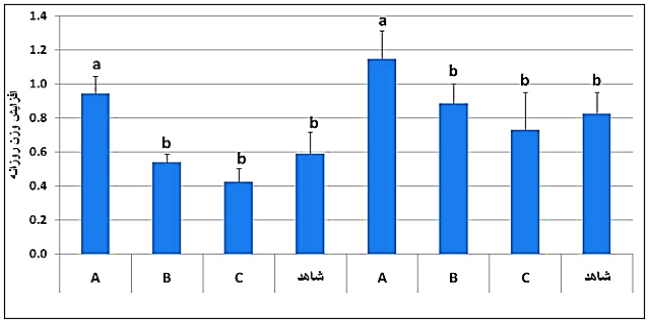


شکل ۷: مقایسه درصد تلفات در تیمارهای مختلف در پایان دوره

* انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است

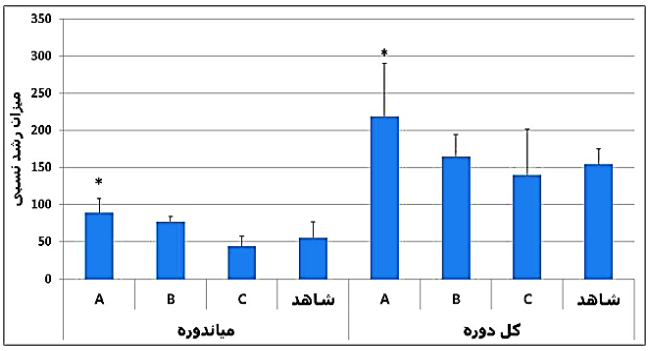
نتایج مربوط به‌میزان رشد روزانه در شکل ۸ آورده شده‌است. نتایج نشان داد که میزان رشد روزانه تحت تأثیر تیمارهای پروبیتیکی می‌باشد، به‌طوری‌که در ۳۰ روز اول آزمایش، بیش‌ترین میزان رشد روزانه مربوط به تیمار حاوی 5×10^{6}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار A) با میزان (۰/۱۰±۰/۹۴) بوده که با تیمار شاهد و تیمارهای B و C اختلاف معنی‌داری داشته است (P<۰/۰۵)، کم‌ترین میزان رشد روزانه مربوط به تیمار C با میزان (۰/۰۸±۰/۴۲) بوده اما تیمار B و C با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). نتایج حاصل از محاسبه میزان رشد روزانه در روز ۶۰ نیز نشان داد که تیمار A با میزان (۱/۰±۱۵/۱۷)، بالاترین میزان رشد روزانه را داشته که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵)، تیمار C با میزان (۰/۰±۷۳/۲۲) کم‌ترین میزان رشد روزانه را در پایان دوره داشته که اختلاف معنی‌داری با تیمار A نشان داد (P>۰/۰۵).

نتایج مربوط به‌میزان رشد روزانه در شکل ۹ آورده شده است. نتایج نشان داد که میزان رشد نسبی تحت تأثیر تیمارهای پروبیتیکی می‌باشد، به‌طوری‌که در میان دوره، تیمار حاوی 5×10^{6}CFU/mL باکتری *L.casei* (تیمار A) با میزان (۱۹/۳۷±۸۹/۰۹) بیش‌ترین میزان رشد نسبی را داشته و کم‌ترین میزان رشد نسبی مربوط به تیمار حاوی 5×10^{8}CFU/mL باکتری *L. casei* (تیمار C) با میزان (۰۰/۴۸±۴۴/۱۳) بود. با توجه به این نتایج تیمار A نسبت به تیمار شاهد و دو تیمار B و C دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از محاسبه میزان رشد نسبی در پایان دوره نیز نشان داد که بیش‌ترین میزان، مربوط به تیمار A بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین کم‌ترین میزان رشد نسبی در تیمار C مشاهده شد.



شکل ۸: مقایسه نسبت افزایش وزن روزانه در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

حروف غیرهمنام روی میله انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است



شکل ۹: مقایسه میزان رشد نسبی در تیمارهای مختلف میان دوره و پایان دوره

* انحراف معیار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

بحث

پروبیوتیک‌ها با تغییر جمعیت و نسبت باکتری‌های روده باعث بهبود جذب مواد غذایی و جلوگیری از رشد عوامل بیماری‌زا می‌گردند (Gibson و Roberfroid، ۱۹۹۵). یکی از عملکردهای اصلی و سودمند پروبیوتیک‌ها در موجودات زنده، بهبود تغذیه میزبان از طریق تولید آنزیم‌های گوارشی و مکمل‌های رشد و در نتیجه افزایش بقا و بازده غذایی، جلوگیری از اختلالات روده‌ای و پیش هضم عوامل تغذیه‌ای موجود در مواد تشکیل‌دهنده غذا است. از میان فواید پروبیوتیک‌ها می‌توان به اثرات مثبت آن‌ها در ارتقای سلامت و بهبود بقای میزبان

www.SID.ir

Archive of SID

اشاره کرد (Wang و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که سطوح مختلف باکتری *L. casei* مورد استفاده با غلظت 5×10^{6}CFU/mL در تیمار A تا روز ۳۰ و ۶۰ دوره پرورشی باعث بهبود عملکرد رشد و تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انگشت‌قد شد، به‌طوری که شاخص‌های ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، میزان رشد نسبی، میزان کارایی پروتئین و میزان رشد روزانه به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بهبود یافت ($P<0/05$). این بهبود رشد می‌تواند به‌علت تاثیر مثبت این باکتری بر فلور دستگاه گوارش و افزایش میزان هضم‌وجذب غذای‌مصرفی‌صورت گرفته باشد، تحقیقات متعدد صورت گرفته‌بیانگر این‌مسئله هستند که افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره غذایی انواع ماهیان، رشد آن‌ها را افزایش می‌دهد. Gatesoupe (۱۹۹۹) بیان نمود که برخی از پروبیوتیک‌ها موجب افزایش‌اشتهای میزبان می‌شوند و درنتیجه آن شاخص‌های رشد ازجمله وزن‌نهایی بهبود پیدا می‌کنند. بررسی‌های جمالی و همکاران (۱۳۹۱) بیانگر توانایی *Bacillus*های پروبیوتیکی و تأثیرات ارتقاء دهنده آن‌ها بر نرخ رشد و بقاء لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. در راستای نتایج تحقیق حاضر Staykov و همکاران (۲۰۰۷) اثرات الیگوساکاریدمانان به‌دست آمده از پروبیوتیک مخمر *Saccharomyces cerevisiae* در بهبود عملکرد رشد، بازماندگی و افزایش ایمنی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دوسیستم پرورش درقفس‌وکانال‌های‌طویل‌راگزارش‌کردند.در مطالعه دیگری مشخص شد که پروبیوتیک‌های تجاری *Bacillus subtilis* CH201 و *B. licheniformis* CH200 قادر به بهبود درصد بقا، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی و افزایش تعداد *Bacillus* های دستگاه گوارش در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بودند (Bagheri و همکاران، ۲۰۰۸). Jafaryan و همکاران (۲۰۰۸)، با به‌کارگیری مخلوط *Bacillus*های پروبیوتیکی تجاری در جیره‌های آزمایشی لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، میزان ضریب تبدیل غذایی را از ۱/۷۴ به ۱/۵۹ کاهش دادند، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. Shyne و همکاران (۲۰۱۳)، نشان دادند که تغذیه با *L. casei* و *L. plantarum* با میزان 5×10^{7}CFU/mL به‌مدت ۳۰ روز دارای بهترین عملکرد رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود. توکمه‌چی و همکاران(۱۳۹۱)تأثیر تغذیه‌ای ویتامین C و پروبیوتیک *L. rhamnosus* را برشاخص‌های رشد و برخی از پارامترهای پاسخ ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مطالعه قرار دادند نتایج حاکی از افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلا بود. Merrifild و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند که اختلاف معنی‌داری‌درفاکتورهای‌رشد ازجمله ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با پروبیوتیک *Lactobacillus* نسبت به ماهیان شاهد وجود دارد. در مطالعه Giri و همکاران (۲۰۱۳)، افزایش *L. plantarum* در ۳ غلظت مختلف به جیره غذایی ماهی *Labeo rohita*، افزایش آماری معنی‌داری را در وزن و ضریب تبدیل غذایی در مدت ۶۰ روز نسبت به گروه شاهد نشان داد. بهبود شاخص‌های رشد مثل ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی بدون تغییر شاخص وضعیت که در تحقیق حاضر اتفاق افتاده است، گویای این واقعیت است که علی‌رغم بهبود وضعیت رشد ماهی در تیمارهای تغذیه شده با خوراک حاوی پروبیوتیک، فنوتیپ ظاهری و نسبت وزن به طول بدن تغییری نیافته است، به‌عبارت دیگر افزایش رشد و وزن ماهی به‌علت چاق شدن و بالا رفتن ذخیره چربی نمی‌باشد. تمامی تیمارها از نظر نسبت چاقی و چربی ذخیره در یک حد بوده و افزایش وزن تیمارهای تغذیه شده با پروبیوتیک ناشی از افزایش وزن توده بدن (نه فقط چربی‌های بدن) بوده است. در مطالعات مختلف نتایج مشابه نتیجه این تحقیق گزارش گردیده است. Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که استفاده از مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به‌عنوان‌مکمل‌غذایی‌در‌جیره‌بچه‌ماهیان نورس *Oreochomis niloticus* سبب بهبود نرخ رشد ویژه و کارایی مصرف پروتئین می‌شود. تصور می‌شود که پروبیوتیک‌ها فرآیندهای گوارشی را از طریق افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید، افزایش فعالیت آنزیمی باکتری‌ها، بهبود تعادل میکروبی روده و در نتیجه بهبود هضم و جذب مواد غذایی و تحت تاثیر قرار می‌دهند (Suzer و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج پژوهش‌هایی که در آن‌ها از پروبیوتیک‌ها استفاده شده، نشان داده است که باکتری‌های ذکر شده با شرکت در فرایند هضم پروتئین، چربی و نشاسته موجود در غذا، کارایی دستگاه گوارش را افزایش و در نهایت موجب بهبود شاخص‌های رشد می‌شوند (Wang و Xu، ۲۰۰۶) لذا احتمالاً غلظت‌های مختلف باکتری‌های پروبیوتیکی آزمایشی (تیمار A) به این وسیله توانسته‌اند سبب افزایش بازده استفاده از پروتئین‌های موجود در جیره غذایی ماهیان قزل‌آلای انگشت‌قد گردند. علی‌رغم گزارشات متعدد از بهبود شاخص‌های رشد و بازماندگی به‌دنبال مصرف خوراکی پروبیوتیک‌ها، گزارشاتی از عدم تاثیر پروبیوتیک‌ها بر شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی نیز وجود دارد، اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) تاثیر پربیوتیک اینولین را بر عملکرد رشدو زنده‌مانی‌ماهی‌قزل‌آلای‌رنگین‌کمان‌بررسی کردند.دراین تحقیق ضریب تبدیل غذایی، کارایی غذا، شاخص وضعیت و نسبت کارایی پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف پروبیوتیک اینولین قرار نگرفت ($P>0/05$). هم‌چنین میزان بازماندگی و بقای ماهی‌ها نیز بعد از یک دوره ۶۰ روزه تغذیه با پروبیوتیک تغییر معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد.هم‌چنین قبادی و همکاران (۱۳۹۰) نیز عدم تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک مانان الیگوساکارید را بر شاخص‌های رشد، بقا، ترکیب لاشه و تراکم *Lactobacillus* روده در فیل‌ماهی جوان پرورشی گزارش نمودند. Adamek و همکاران(۱۹۹۶)گزارش کردند که تغذیه

www.SID.ir

Archive of SID

قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌مدت ۳۷ روز با جیره غذایی حاوی ۰/۶۲ و ۲/۵ گرم پروبیوتیک آسکوژن در هر کیلوگرم غذا، رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای را افزایش داد. در جیره غذایی حاوی ۰/۶۲ گرم آسکوژن، ۸/۹ درصد افزایش رشد و ۹ درصد افزایش نرخ رشد ویژه (نسبت به ماهیان شاهد) مشاهده شد. این مقادیر در مورد جیره ۲/۵ گرم آسکوژن، به‌ترتیب ۱۰/۵ و ۱۳ درصد بود، اما در جیره ۵ گرم آسکوژن بر کیلوگرم غذا، کاهش رشد مشاهد شد که باز هم منطبق با مطالعه حاضر است. پورامینی و حسینی‌فر (۱۳۸۶) گزارش کردند که افزودن سطوح ۱، ۲ و ۵ درصد مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به جیره غذایی بچه‌ماهیان نورس قزل‌آلای رنگین‌کمان هیچ تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد ندارد.در مجموع تفاوت‌های موجود در نتایج گزارش شده توسط محققین مختلف در به‌کارگیری انواع پربیوتیک‌ها در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی را می‌توان با نوع گونه پرورشی، اندازه و سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای گونه ماهی، خصوصیات فیزیولوژیک آبزی پرورشی، نوع پروبیوتیک مصرفی، درجه خلوص و میزان مورد استفاده در جیره و احتمالاً جمعیت‌های میکروبی ویژه قادر به استفاده از انواع مختلف پربیوتیک مرتبط دانست (اکرمی و همکاران، ۱۳۸۷). در تحقیق حاضر تجویز پروبیوتیک *L. casei* در غلظت 5×10^{6}CFU/mL کاهش نسبی بازماندگی بعد از دو ماه را باعث شد ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود($P>0/05$). درصورتی‌که تجویز غلظت 5×10^{8} CFU/mL افزایش معنی‌دار تلفات و کاهش بازماندگی را باعث گردید، به‌طوری‌که تلفات در این تیمار (۱۲/۴٪) نسبت به تلفات تیمار شاهد (۶/۲۶٪) افزایش معنی‌داری داشت. استفاده از پروبیوتیک‌ها به‌همراه حامل بیولوژیک (مثل آرتمیا و دافنی) نیز در میزان بقای ماهی تاثیرگذار است، Jafarian و همکاران(۲۰۰۷)استفاده از دافنی غنی شده با مخمر *S. cerevisiae* در تغذیه لاروهای تاس‌ماهی ایرانی را باعث افزایش بازماندگی و نرخ بقا از ۸۸ به ۹۲ درصد دانستند. تاثیر مثبت استفاده از مخمر *S. cerevisiae* بر بازماندگی بچه‌ماهیان نورس تیلاپیای نیل (Lara-Flores و همکاران، ۲۰۰۳)، قزل‌آلای رنگین‌کمان (Siwicki و همکاران، ۱۹۹۴)و هیبریدباس مخطط (Li و Gatlin، ۲۰۰۵) مشاهده شده است. هم‌چنین در مطالعه دیگری که به بررسی اثر پروبیوتیک تجاری *Lactobacillus* بر ماهی *Sparus auratus* طی تکامل لاروی پرداخته بود، گزارش شد که اضافه نمودن پروبیوتیک به آب، تفاوت معنی‌داری را در درصد بقاء لاروهای تیمار شده نشان نداد (Suzer و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه Farzanfar و همکاران (۲۰۰۷) که تاثیر سطوح متفاوت پروبیوتیک را بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی کردند نیز، درصد بقاء بین تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار نبود. در مقایسه با این نتایج، Askarian و همکاران (۲۰۱۱) نتایج خوبی را در افزایش درصد بقای لاروهای فیل‌ماهی و تاس‌ماهی ایرانی به‌دست آوردند. افزایش آنزیم‌های گوارشی اندوجنوس (تولیدی توسط خود میزبان) و اگزوجنوس (تولید شده توسط باکتری‌های روده) بهبود شاخص‌های هضم و جذب را باعث شده است. براساس نتایج تحقیق حاضر پروبیوتیک *L.casei* تأثیر مثبتی بر افزایش بازماندگی نداشته و برعکس بیش‌ترین تلفات را هم در تیمار C داشته است، احتمالاً علت این تلفات، بالا بودن غلظت *L. casei* در جیره غذایی و تخمیر و تجزیه ناکافی و انباشت این پروبیوتیک در دستگاه گوارش و درنتیجه تاثیر نامطلوب و زیان‌بار بر سلول‌های انتروسیت روده بوده که موجب هضم نشدن غذا در دستگاه گوارش ماهی شده و درنهایت منجر به انسداد روده و تلفات شده است (Olsen و همکاران، ۲۰۰۱). به‌طورکلی براساس یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان گفت افزودن پروبیوتیک *L. casei* به جیره غذای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث بهبود اکثر شاخص‌های رشد شده و بهترین عملکرد این ماده در غلظت 5×10^{6}CFU/mL در دوره‌زمانی ۳۰ و ۶۰ روزه می‌باشد. آن‌چه در آبزی‌پروری اهمیت دارد توسعه روش‌هایی است که منجر به تولید ارزان‌تر و مطمئن‌تر می‌شود. لذا می‌توان از این مکمل غذایی به‌عنوان کاندید مناسب به‌منظور بهبود شاخص‌های رشد ماهی در صنعت پرورش ماهی قزل‌آلای کشور استفاده نمود.

منابع

۱. **آذری‌تاکامی، ق.، ۱۳۶۳.** اصول تکثیر و پرورش ماهی. انتشارات وزارت کشاورزی. معاونت شیلات و آبزیان. تهران. ۱۶۷ صفحه.

۲. **اکرمی، ر.؛ قیلیچی، ا. و ابراهیمی، ا.، ۱۳۸۷.** تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک اینولین بر رشد و زنده‌مانی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران.دانشگاه آزاداسلامی‌واحد لاهیجان. صفحات ۱۰ تا ۱۲.

۳. **پورامینی، م. و حسینی‌فر، ح.، ۱۳۸۶.** کاربرد پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها در آبزی‌پروری. انتشارات موج سبز. ۱۰۴ صفحه.

۴. **توکمه‌چی، ا.؛ شمسی، ح.؛ مشکینی، س.؛ دلشاد، ر. و قاسمی مغانجوقی،و.، ۱۳۹۱.** بهبود شاخص‌های رشد و برخی از پارامترهای پاسخ ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با استفاده توأم از ویتامین C و پروبیوتیک لاکتوباسیلوس رامنوسوس. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۳، صفحات ۱۳ تا ۲۲.

۵. **جمالی، ه.؛ جعفریان، ح.؛ پاتیمار، ر. و سلطانی، م.، ۱۳۹۱.** به‌کارگیری باسیلوس‌های چندگانه در تغذیه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، از طریق غنی‌سازی با ناپلی *آرتمیا پارتنوژنیکا* (*Artemia parthenogenetica*)، مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان. شماره ۳، صفحات ۸۵ تا ۱۰۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۶. **ضیایی‌نژاد، س.؛ رفیعی، غ.؛ میرواقفی، ع. و فرحمند، ح.، ۱۳۹۴.** بررسی تاثیر باکتری‌های باسیلوس سابتیلیس و لاکتوباسیلوس پلانتاروم در شاخص‌های رشد، بازماندگی و فلور میکروبی دستگاه گوارش لارو ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) با شیوه‌های رسانش مختلف. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۶۸، صفحات ۲۸۷ تا ۲۹۸.

۷. **علوی‌یگانه، م.؛ کناری، ع.؛ رضایی، م. و محمدی‌آزرم، ح.، ۱۳۸۲.** افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی pH و دما در لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق تغذیه با مکمل پودر گاماروس. مجله علوم دریای ایران. شماره ۱، صفحات ۵۷ تا ۶۶.

۸. **قبادی، ش.؛ رازقی، م.؛ اکرمی، ر.؛ امانی‌دنجی، ک. و اسماعیلی ملاء، ع.، ۱۳۹۰.** تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک مانان الیگوساکارید بر شاخص‌های رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و تراکم لاکتوباسیل روده در فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۰، شماره ۴، صفحات ۶۷ تا ۷۷.

۹. **وثوقی، غ. و مستاجیر، ب.، ۱۳۸۵.** ماهیان آب‌شیرین. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۷ صفحه.

۱۰. **Adamek, Z.; Hamackova, J.; Kouril, J.; Vachta, R. and Stibranyiova, I., 1996.** Effect of Ascogen probiotics supplementation on farming success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and wels (*Silurus glanis*) under conditions of intensive culture. Krmiva. Vol. 38, pp: 11-20.

۱۱. **Askarian, F.; Kousha, A.; Salma, W. and Ringo, E., 2011**. The effect of lactic acid bacteria administration on growth, digestive enzyme activity and gut microbiota in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) and beluga (*Huso huso*) fry. Aquac Nutr. Vol. 17, pp: 488-497.

۱۲. **Babu, S.M.; Banerjee, C.S. and Abraham, T.J., 2003.** Effect of gram positive bacterium, *Lactobacillus* sp. on the growth performance of gold fish, *Carassius auratus* Linnaeus, 1758. Environ Ecol. Vol. 21, pp: 17-19.

۱۳. **Bagenal, T., 1978.** Methods for assessmet of fish production in freshwaters. Blackwall scientific pub. Oxf. London. 365 p.

۱۴. **Bagheri, T.; Hedayati, S.A.; Yavari, V.; Alizade, M. and Farzanfar, A., 2008.** Growth, survival and gut microbial load of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry given diet supplemented with probiotic during the two months of first feeding. Turkish J Fish Aquat Sci. Vol. 8, pp: 43-48.

۱۵. **Farzanfar, A.; Lashto Aghaei, G.; Alizadeh, M.; Bayati, M. and Ghorban, R., 2007.** Study on growth performance of Rainbow trout, Oncorhynchus mykiss, Larvae with different concentration of probiotic in diet. In: proceedings of Aquaculture. SAN ANTONIO, TEXAS, USA.

۱۶. **Fuller, R., 1989.** Probiotics in man and animals. J Appl Bacteriol. Vol. 66, pp: 365-78.

۱۷. **Gatesoupe, F.J., 1999.** Review: The use of probiotics in aquaculture. Aquacult. Vol. 180, 147-165.

۱۸. **Gibson, G.R. and Roberfroid, M.B., 1995.** Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. J Nutr. Vol. 125, pp: 1401-1412.

۱۹. **Giri, S.S.; Sukumaran, V. and Oviya, M., 2013.** Potential probiotic *Lactobacillus plantarum* VSG3 improves the growth, immunity, and disease resistance of tropical fresh water fish, *Labeo rohita*. Fish Shellfish Immunol. Vol. 34, pp: 660-666.

۲۰. **Jafarian, H.; Soltani, M. and Abedian, A.M., 2007.** The influence some of probiotic bacillus on feeding efficiency and nutrient body composition of Beluga (*Huso huso*) larvae. J. agric. nat. resour. sci. Vol. 14, pp: 60-71.

۲۱. **Jafaryan, H.; Morovat, R.; Shirzad, H., 2008.** The use of bioencapsulated *Daphnia magna* by probiotic bacillus and their effect on the growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. Iran. J. Biol. Vol. 21, pp: 24-35.

۲۲. **Lara-Flores, M.; Olvera-Novoa, M.A.; Guzman-Mendez, B.E. and Lopez-Madrid, W., 2003.** Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia. Aquacult. Vol. 216, pp: 193-201.

۲۳. **Li, P. and Gatlin, D.M., 2005.** Evaluation of the prebiotic Grobiotic-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid Striped bass (*Morone chrysops* × *M.saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. Aquacult. Vol. 248, pp: 197-205.

۲۴. **Mateo, C.D., 2005.** Aspects of nucleotide nutrition in pigs. Ph. D Thesis, South Dakota State University, USA. 171 p.

۲۵. **Merrifield, D.L.; Bradley, G.; Baker, R.T.M. and Davies, S.J., 2009.** Probiotic applications for rainbow trout. Effects on growth performance, feed utilization, intestinal microbiota and related health criteria post antibiotic treatment. Aquacult. Nutr. Vol. 16, pp: 496-503.

۲۶. **Olsen, R.E.; Myklebust, R.; Kryvi, H.; Mayhew, T.M. and Ringo, E., 2001.** Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquacult. Res. Vol. 32, pp: 931-934.

۲۷. **Rengpipat, S.; Rueangruklikhit, T. and Piyatiratitivorakul, S., 2008.** Evaluations of lactic acid bacteria as probiotics for juvenile seabass. Aquacult Res. Vol. 39, pp: 134-143.

۲۸. **Salas-Leiton, E.; Anguis, V.; Martín-Antonio, B.; Crespo, D.; Planas, J.V.; Infante, C.; Cañavate, J.P. and Manchado, M., 2010.** Effects of stocking density and feed ration on growth and gene expression in the Senegalese sole (*Solea senegalensis*): potential effects on the immune response. Fish Shellfish Immunol. Vol. 28, pp: 296-302.

۲۹. **Sattari, M., 2002.** Fish biology 1, anatomy and physiology. Naghshe Mehr Publications, Tehran. 659 p.

۳۰. **Shyne, A.P.S.; kohli, M.P.S. and Sundaray, J.K., 2013.** Effect of dietary supplementation of periphyton on growth performance and digestive enzyme activities in *Penaeus monodon*. Aquacult. Vol. pp: 392-395.

۳۱. **Siwicki, A.K.; Anderson, D.P. and Rumsey, G.L., 1994.** Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. Vet Immunol Immunopathol. Vol. 41, pp: 125-139.

۳۲. **Son, V.M.; Chang, C.; Wu, M.; Guu, Y.; Chiu, C. and Cheng, W., 2009.** Dietary administration of the probiotic, *Lactobacillus plantarum*, enhanced the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper. Fish Shellfish Immunol. Vol. 26, pp: 691-698.

۳۳. **Staykov, Y.; Spring, P.; Denev, S. and Sweetman, J., 2007.** Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquac Int. Vol. 15, pp: 153-161.

۳۴. **Suzer, C.; Coban, D.; Kamaci, H.O.; Saka, S.; Firat, K.; Otgucuoglu, O. and Kucuksari, H., 2008.** *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream larvae: Effects on growth. Aquacult. Vol. 280, pp: 140-145.

۳۵. **Tacon, A.G.J., 2005.** Trends in global aquaculture and aquafeed production: 1984-1996 highlights. In: Brufau, J. and Tacon, A., (ed). Feed manufacturing in the Mediterranean region: Recent advances in research and technology. Zaragoza: Ciheam, 1999. (Cahiers Options Méditerranéennes No. 37), pp: 107-122.

۳۶. **Wang, Y.B. and Xu, Z., 2006.** Effect of probiotics for common carp based on growth performance & digestive enzyme activities. Anim Feed Sci Technol. Vol. 127, pp: 283-292.

۳۷. **Wang, Y.B.; Tian, Z.; Yao, J. and Li, W., 2008.** Effect of probiotics, *Enteroccus faecium*, on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. Aquacult. Vol. 277, pp: 203-207.

۳۸. **Webster, C.D.; Tru, L.G. and Tidewell, J.H., 1997.** Growth and body composition of channel catfish (*Ictaharus punctatus*) fed diets containing various percentage of Canola meal. Aquacult. Vol. 150, pp: 103-113.

۳۹. **Yanbo, W. and Zirong, X., 2006.** Effect of probiotics for common carp based on growth performance & digestive enzyme activities. Anim Feed Sci Technol. Vol. 127, pp: 283-292.

www.SID.ir