

تأثیر پروبیوتیک باکتوسل و آهن بر رشد ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)

غلامرضا آقایی^۱، حسین خارا^{۱*}، محمد صیاد بورانی^۲

۱- گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۲- پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی ایران، موسسه تحقیقات شیلات ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی،

بندر انزلی، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۹

چکیده

در این تحقیق اثر پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* با نام تجاری باکتوسل (Bactocell) و آهن بر فاکتورهای رشد بچه ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور تعداد ۲۴۳۰ قطعه بچه ماهی آزاد با وزن اولیه ۳/۵۹ گرم در ۹ گروه آزمایشی (۸ تیمار با سه تکرار ۹۰ تایی و یک گروه شاهد) به مدت ۶۰ روز مورد بررسی قرار گرفتند. برای تغذیه گروه شاهد از غذای شرکت اسکر تینگ و سایر تیمارها از غذای تجاری به همراه مقادیر ذکر شده پروبیوتیک و آهن در یک کیلوگرم غذا استفاده شد. در طی دوره آزمایش عملیات زیست سنجی هر ۱۰ روز یک بار انجام شد. نتایج نشان داد تیمار ۸ بالاترین مقدار وزن نهایی (۱۳/۶۳ گرم) و طول کل (۱۰/۹۱ سانتی متر) را دارا بود. از نظر ضریب چاقی اختلاف معنی دار آماری وجود داشت ($P < 0.05$). ضریب چاقی تیمارها از گروه شاهد بیشتر بودند ($P < 0.05$). از نظر ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و بازده پروتئین بین تیمارها اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی تیمارها بیشتر از گروه شاهد، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و بازده پروتئین گروه شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). پروبیوتیک ها اشتها را تحریک می کنند و با تولید ویتامین ها و آنزیم های گوارشی نظیر پروتئازها و تجزیه ترکیبات غیر قابل هضم، شرایط تغذیه ای بهتری را در ماهی ایجاد می نماید و موجب جذب مناسب تر مواد غذایی و تولید گوشت می گردند. هدف اصلی این تحقیق نیز بررسی اثر پروبیوتیک باکتوسل به همراه آهن بر میزان فاکتورهای رشد و یافتن راه حلی در جهت کاهش هزینه های تولید و افزایش درآمد آبی پروران انجام گرفت.

کلمات کلیدی: باکتوسل، آهن، رشد، ماهی آزاد دریای خزر، (*Salmo trutta caspius*).

مقدمه

ترکیبات پروتئینی یکی از مواد غذایی مورد نیاز ویژه بدن ما بوده و گوشت ماهی منبع مهمی برای تامین این نیاز می باشد؛ زیرا که گوشت ماهی دارای ۱۰ نوع اسید آمینه ضروری برای بدن بوده و نسبت به سایر منابع غذایی پروتئینی از هضم پذیری بهتری برخوردار است (Austin et al., 1995). ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) یکی از ماهیان استخوانی با ارزش دریای خزر است که به دلیل ارزش غذایی بالا، لذیذ بودن گوشت آن و همچنین بازار پسندهای بسیار زیاد در شمال کشور، دارای اهمیت فراوان می باشد. در رژیم غذایی این ماهی ترکیبات پروتئینی، کربوهیدراتی، چربی، مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر، سدیم، کلر، گوگرد، ید، روی و فلوئور و ویتامین های مختلف محلول در آب و چربی وجود دارد (Austin et al., 1995). امروزه استفاده از پروبیوتیک ها به دلیل بهبود تعادل میکروبی روده، هضم و جذب بهتر مواد غذایی در دستگاه گوارش و بهره وری بیشتر از مواد غذایی استفاده شده و کاهش هزینه و افزایش درآمد در دامپروری ها، مرغداری ها و مراکز آبی پروری روبه افزایش است (Fuller, 1989). از پروبیوتیک ها به عنوان محرک رشد و جهت تحریک سیستم ایمنی استفاده می شود (Ali, 2000). پروبیوتیک ها یا میکروارگانیسم های زنده به عنوان راه حلی مطمئن و طبیعی برای کنترل اکوسیستم های میکروبیولوژیکی محسوب می شوند (Kesarodi-Watson et al., 2008). استفاده از اکتوسل ها برای پیشگیری از رشد عوامل عفونی بهترین جایگزین استفاده از آنتی بیوتیک هایی نظیر اریترومايسين و فلورمینکل می باشد (Aubin et al., 2005). استفاده از پروبیوتیک

Saccharomyces boulardii یا همان لووسل S B در سلامت انسان به دلیل عدم بروز اختلالات روده ای مفید بوده و جایگزین مناسبی برای آنتی بیوتیک هایی است که در درمان اسهالخونی تجویز می گرد (Pajalahati, 1999). مطالعات نشان داده که استفاده از پروبیوتیک ها در حفاظت آزاد ماهیان در برابر بیماری پرسینا بسیار موثر است (Mesalhy et al., 2008). همچنین نشان داده شده استفاده از باکتوسل باعث تغییرات مفیدی در جمعیت میکروبی روده در ماهیان قزل آلا و میگوها می شود (Hoff, 1989). همچنین روشن شده است که باکتوسل مقاومت ماهیان در برابر عوامل استرس زا را افزایش می دهد (Gatesoupe, 1999).

پروبیوتیک ها از طریق عمل آنتگونیستی مستقیم با عوامل عفونت زا و یا از راه تحریک سیستم ایمنی باعث بهبود وضعیت سلامتی در جانوران می شوند (Pajalahati, 1999). پروبیوتیک ها از طریق رقابت با میکروبیهای بیماری زا در جهت استفاده از مواد غذایی و همچنین در اتصال به مخاط دستگاه گوارش و کاهش تولید سم و یا مواد سمی در روده در بهبود وضعیت سلامتی در پستانداران، پرندگان و آبزیان کمک می کنند (Mesalhy et al., 2008؛ Gatesoupe, 1999). نظر به اینکه لارو ماهیان در محیط های خارج از بدن رشد می نمایند و همچنین به دلیل نارس بودن سیستم گوارشی آنها در معرض خطر ابتلا به انواعی از بیماری های عفونی قرار دارند. لذا استفاده از پروبیوتیک ها در مرحله لاروی بیشتر توصیه می گردد (Gildberg, 1998). بر اساس نظر Browdy، یکی از مهمترین روش های کنترل بیماری ها استفاده از پروبیوتیک ها می باشد (Browdy, 1998). مطالعات نشان داده که باکتری وییدیوالژینولیتیکوس به عنوان یک پروبیوتیک باعث

بدن میزبان است. بنابراین با توجه به نقش آهن در فرآیند خون سازی، عملکرد پروبیوتیکها در تقویت سیستم ایمنی و تأثیر گذاری مثبت بر روی رشد فاکتورهای خونی و فلور باکتریایی روده ناشی از ترکیب توأم این دو (ناصری، ۱۳۸۷).

با توجه به ارزش غذایی گوشت ماهی در سبب غذایی و با عنایت به هزینه های بالای تولید آزاد ماهیان از جمله ماهی آزاد دریای خزر، این مطالعه با هدف بررسی اثر پروبیوتیک باکتوسل به همراه آهن بر میزان افزایش وزن و نرخ رشد ویژه این ماهیان و یافتن راه حلی در جهت کاهش هزینه های تولید و افزایش درآمد آبرزی پروران انجام گرفت.

مواد و روشها

این مطالعه در سال ۱۳۹۳ بر روی تعداد ۲۴۳۰ عدد بچه آزاد ماهی دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) با وزن متوسط ۳/۵۹ گرم و طول متوسط ۷/۲۳ سانتی متر از مزرعه پرورش ماهی قزل کوثر واقع در منطقه عسل محله دوهزار تنکابن تهیه گردید. این تحقیق در ۸ گروه تیمار و یک گروه شاهد در طی یک دوره ۶۰ روزه انجام شد. بچه ماهی ها ابتدا به مدت دو هفته به منظور محاسبه مقدار غذای مصرفی در روز، سازگار شدن با شرایط محیطی و آب محل انجام پروژه در تراف ها نگهداری و تغذیه شدند. روی تراف ها به منظور جلوگیری از پرش بچه ماهیان به بیرون با استفاده از توری پوشانده شد. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب نظیر pH، اکسیژن محلول، دما و دبی آب مورد استفاده در تراف های پرورش بچه ماهیان آزاد طی ۶۰ روز براساس جدول زمانی اندازه گیری و ثبت گردید که مقادیر آنها در جدول (۱) آورده شده است.

افزایش تخم ریزی میگوهای اکوادوری و افزایش ۳۵ درصدی تولید در مزارع پرورش ماهیان می شود (Chim et al., 2007). استفاده از باکتوسل باعث افزایش تولید و کاهش درصد مرگ و میر در مزارع پرورش میگو می شود (Castex et al., 2009). مصرف پروبیوتیک باکتوسل منجر به کاهش شیوع بیماری Higripul در میگوها می گردد (Chim et al., 2005). استفاده از پروبیوتیک باسیلوس سوتبلیس در جیره غذایی جوجه های گوشتی از وقوع بیماری های کامپیلو باکتر و همچنین عفونت های سالمونلایی به طور معنی داری جلوگیری می نماید (Maruta et al., 1996). تحقیقات نشان داده که استفاده از پروبیوتیک ها باعث افزایش ایمنوگلوبین ها و افزایش فعالیت ماکروفاژی در دامنه وسیعی از میکروارگانسیم های موجود در دستگاه گوارشی جانوران می شود (Dugenci et al., 2003)؛ (Wang et al., 2008).

آهن عنصری ضروری تقریباً برای تمام میکروارگانسیم ها می باشد، وجود آهن در بخش "هم" هموگلوبین، اتصال اکسیژن، ظرفیت حمل اکسیژن و توانایی انتقال آن را به بافتها در موجودات چند سلولی، افزایش می دهد (Olafsen, 1998 & Bury et al., 2003). نیاز بعضی از پاتوزنها به آهن زیاد است، به عنوان مثال در آزمایشی ثابت شد که با افزایش آهن در جیره غذایی آزاد ماهیان مورد مطالعه، مرگ و میر به صورت خطی افزایش یافت (Rorvik et al., 1991 & Ali, 2000). غذای ماهی محتوی آهن به فرمهای آلی (هم) و غیر آلی (غیر هم) است که قابلیت دسترسی زیستی به آن ۱۷ تا ۹۸٪ است (Niamul et al., 1998). این چنین آزمایشهایی نشان دهنده اهمیت و نقش آهن در رشد میکروارگانسیم ها در محیط به خصوص در

جدول ۱: میزان دما، اکسیژن محلول، pH و دبی آب در مقاطع زمانی مشخص در طول دوره آزمایش

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی	میانگین	حداقل	حداکثر
pH	۷/۶۱	۷/۳۹	۷/۷۹
اکسیژن محلول (ppm)	۶/۷۵	۶	۷/۷۴
دمای آب (°C)	۱۶/۴	۱۵/۶	۱۷/۲
دبی (lit/s)	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱۳

پس از آماده سازی تیمارها نمونه برداری در دو مرحله انجام گرفت. مرحله اول ابتدا یک هفته قبل از شروع تیمار بندی پس از اینکه از هیچ گونه ماده ضد عفونی استفاده نشد و پس از ۲۰ ساعت توقف غذادهی از بچه ماهیان جهت اندازه گیری فلور باکتریای روده و میزان باکتری های اسید لاکتیک و آنالیز لاشه و اندازه گیری فاکتورهای خونی، نمونه برداری انجام گرفت و مرحله دوم پس از گذشت ۶۰ روز تکرار شد. ضمناً پس از نمونه برداری در مرحله اول بچه ماهیان توسط هالامید مورد ضد عفونی قرار گرفتند. برای آماده سازی تیمارهای (۲) و (۳) جدول (۲)، بر اساس غلظت تعیین شده توسط کارخانه تولید کننده پروبیوتیک باکتوسل و پس از محاسبات انجام شده، میزان ۲ گرم پروبیوتیک را با ترازوی حساس (METLER مدل AB204-N) وزن و در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد و مقدار مورد نیاز به وسیله سرنگ بتدریج و بصورت یکنواخت در سطح غذا اسپری و مخلوط گردید. در مورد تیمارهای (۴) و (۵) جدول (۲)، بر اساس اطلاعات مندرج در راهنمای کارخانه تولید کننده هر قطره محلول آهن فریرون (شکل ۳-۴) حاوی ۱ میلی گرم آهن بوده، پس از محاسبه میزان آهن مصرفی، آن را به ۱۰ میلی لیتر آب مقطر

اضافه نموده، و ۲ میلی لیتر از این محلول را به وسیله سرنگ بر روی ۲۰۰ گرم غذا اسپری نموده و با غذا کاملاً مخلوط گردید. در خصوص تیمارهای (۶)، (۷)، (۸) و (۹) جدول (۲)، طبق روش های گفته شده در مورد هر کدام از دو تیمار پروبیوتیک و آهن، ابتدا پروبیوتیک و سپس آهن به غذای توزین شده اضافه گردید. در ضمن به لاروهای سه تراف نیز به عنوان گروه شاهد (۱) جدول (۲)، غذای پلت مخلوط شده با آب مقطر خوراندند. هر کدام از تیمارها با سه تکرار انجام شد. کلیه غذاهای تهیه شده در معرض جریان هوا قرار داده شد تا آب مخلوط شده با غذا، تبخیر گردد. پس از تبخیر، غذا را دوباره وزن نموده تا به وزن اولیه برسد و نهایتاً برای غذادهی استفاده گردید. در طول انجام این تحقیق کلیه غذاهای آماده شده برای تیمارهای مختلف در یخچال و دور از نور نگهداری شدند. لازم به توضیح می باشد که قبل از شروع دوره آزمایش ارزش غذایی غذای پلت شرکت اسکرتینگ (Skretting) فاقد پروبیوتیک از لحاظ سطوح چربی، پروتئین، رطوبت و میزان آهن مورد سنجش قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۳)، آورده شده است.

جدول ۲: تیمارهای مورد بررسی

تیمار	محتویات تیمار
۱	غذای استاندارد (شاهد)
۲	غذای استاندارد به همراه مکمل غذایی پروبیوتیک (غذا 2g/10Kg)
۳	غذای استاندارد به همراه مکمل غذایی پروبیوتیک (غذا 3g/10Kg)
۴	غذای استاندارد به همراه محلول آهن (غذا 7 mg Fe/kg)
۵	غذای استاندارد به همراه محلول آهن (غذا 5 mg Fe/kg)
۶	غذای استاندارد به همراه مکمل غذایی پروبیوتیک (غذا 2g/10Kg) و محلول آهن (غذا 7 mg Fe/kg)
۷	غذای استاندارد به همراه مکمل غذایی پروبیوتیک (غذا 2g/10Kg) و محلول آهن (غذا 5 mg Fe/kg)
۸	غذای استاندارد به همراه مکمل غذایی پروبیوتیک (غذا 3g/10Kg) و محلول آهن (غذا 7 mg Fe/kg)
۹	غذای استاندارد به همراه مکمل غذایی پروبیوتیک (غذا 3g/10Kg) و محلول آهن (غذا 5 mg Fe/kg)

جدول ۳: ارزش غذایی غذای پلت شرکت اسکریتینگ (Skretting)

ردیف	تیمار	نتیجه آزمایش
۱	چربی	۵/۳
۲	رطوبت	۱۹/۷
۳	خاکستر	۱۱/۴۸
۴	پروتئین	۶۳/۵

درصد افزایش وزن بدن (Weight Gain Percent): $BW_f =$ وزن نهایی (گرم)، $BW_i =$ وزن اولیه

$$WGP = \frac{BW_f - BW_i}{BW_i} \times 100 \text{ (گرم).}$$

ضریب تبدیل غذایی (Feed Conversion Ratio):

$F =$ مقدار غذای مصرف شده، $W_f =$ وزن نهایی (متوسط

وزن) (گرم)، $W_i =$ وزن اولیه بدن (متوسط وزن)

$$FCR = \frac{F}{W_f - W_i} \text{ (گرم).}$$

ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate):

$\ln W_f =$ لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)، $\ln W_i =$

لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)، $t =$ طول دوره

$$SGR = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100 \text{ (روز).}$$

به منظور تعیین بیومس و غذای مورد نیاز در طول

۶۰ روز پرورش، هر ۱۰ روز وزن و طول ۳۰ قطعه بچه

ماهیهای گروه های تیمار و شاهد پس از بیهوشی

ماهیها با عصاره گل میخک با ترازوی دیجیتال با

دقت ۰/۰۱ گرم و خط کش با دقت یک میلیمتر

اندازه گیری گردید. جهت ارزیابی اثر درصدهای

مختلف پروبیوتیک و آهن بر کیفیت بچه ماهی آزاد در

فواصل زمانی مشخص وزن و طول آنها از طریق

بیومتری اندازه گیری گردید. کلیه شاخص های

بیولوژی بر اساس مدل های ارائه شده توسط

Shepherd و Bromage (۱۹۹۲) انجام شد.

شاخص وضعیت (Condition Factor): $W =$ وزن

$$CF = \frac{W}{TL^3} \times 100 \text{ (گرم)، } TL = \text{طول کل (سانتیمتر).}$$

گردیدند و در مواقعی که داده ها نرمال نبودند، از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) جهت مقایسه تیمارها و از آزمون (Conover-Inman) برای مقایسه جفتی بین تیمارها استفاده شد.

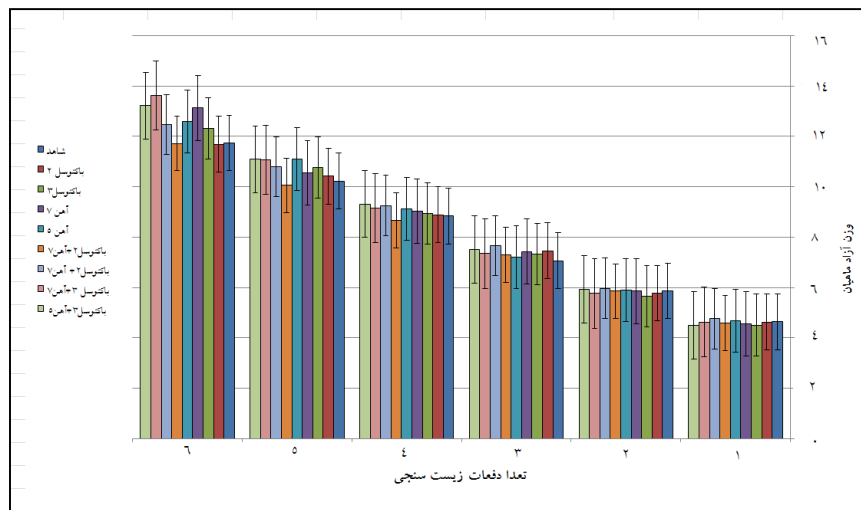
نتایج

بر اساس داده های نمودار (۱) کمترین و بیشترین میزان وزن بدن در گروه های باکتوسل ۳+ آهن ۵ و باکتوسل ۳+ آهن ۷ به دست آمد و بر اساس آنالیز واریانس یک طرفه و دانکن مشخص گردید که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میزان وزن اولیه بچه ماهیان اختلاف معنی دار آماری وجود نداشت ($P>0.05$).

بازده پروتئین (Protein Efficiency Ratio): $W_f =$
وزن نهایی (گرم)، $W_i =$ وزن اولیه بدن (گرم)، $AP =$
مقدار پروتئین داده شده به ماهی (گرم). $PER =$

$$\frac{W_f - W_i}{AP} \times 100$$

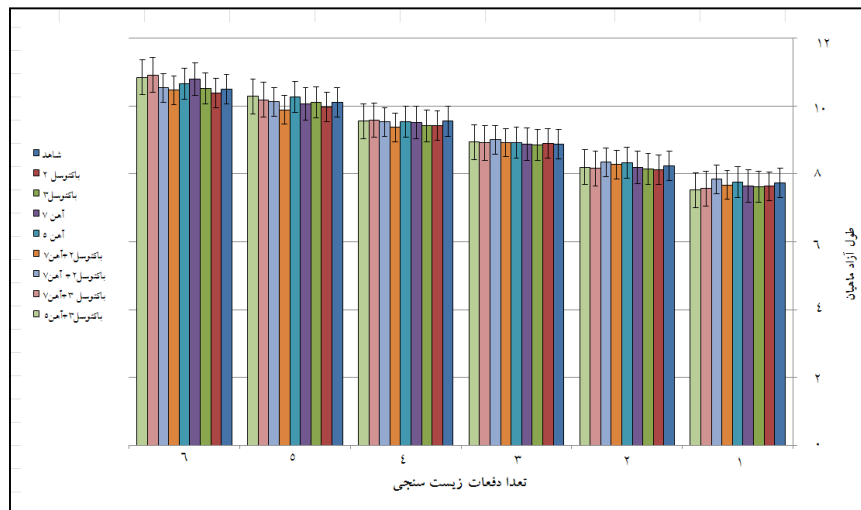
برای تجزیه و تحلیل کل داده ها از نرم افزار SPSS 17 و StatsDirect و برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2007 استفاده گردید. جهت اطمینان از نرمال بودن داده ها از آزمون (Shapiro-wilk) استفاده شد. در صورت نرمال بودن توزیع داده های مورد بررسی با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (Oneway ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵٪ ابتدا اختلاف کلی بین میانگینها مشخص و سپس با آزمون دانکن (Duncan) گروهها از یکدیگر تفکیک



شکل ۱: میانگین تغییرات وزن بدن در تیمارهای مختلف

کروسکال-والیس مشخص گردید که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میزان طول کل بچه ماهیان اختلاف معنی دار آماری وجود نداشت ($P>0.05$).

بر اساس داده های نمودار (۲) کمترین و بیشترین میزان طول کل در گروه های باکتوسل ۳+ آهن ۵ و باکتوسل ۳+ آهن ۷ به دست آمد و بر اساس آزمون



شکل ۲: میانگین تغییرات طول بدن در تیمارهای مختلف

ضریب رشد ویژه و بازده پروتئین اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد ($P < 0.05$).

بر اساس آزمون های آنالیز واریانس یک طرفه و دانکن مشخص گردید که بین تیمارها از نظر ضریب چاقی اختلاف معنی دار آماری وجود داشت ($P < 0.05$). اما از نظر ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش وزن،

جدول ۴: شاخص های رشد و مصرف غذایی بچه ماهیان آزاد دریای خزر طی دوره پرورش

تیمارها	ضریب تبدیل غذایی	درصد افزایش وزن	ضریب رشد ویژه	ضریب چاقی	بازده پروتئین
شاهد	۰/۹۵±۰/۱۷ a	۲۲/۷۶±۵/۹۴a	۲/۰۴±۰/۴۸ a	۰/۹۹±۰/۰۸a	۲/۲۸±۰/۴۰ a
باکتوسل ۲	۱/۰۱±۰/۲۰ a	۲۱/۸۷±۶/۸۶ a	۱/۹۶±۰/۵۶ a	۱/۰۳±۰/۰۹cd	۲/۲۶±۰/۵۱ a
باکتوسل ۳	۱/۰۳±۰/۱۸ a	۲۰/۷۳±۴/۳۱ a	۱/۸۸±۰/۳۶ a	۱/۰۲±۰/۰۷bcd	۲/۲۲±۰/۳۴ a
آهن ۲	۰/۹۶±۰/۱۴ a	۲۱/۹۳±۴/۲۳ a	۱/۹۸±۰/۳۵ a	۱/۰۲±۰/۰۹bcd	۲/۲۳±۰/۲۴ a
آهن ۳	۰/۹۶±۰/۱۱ a	۲۲/۳±۵/۵۵ a	۲/۰±۰/۴۵ a	۱/۰۱±۰/۰۹ab	۲/۲۶±۰/۳۶ a
باکتوسل ۲+آهن ۲	۱/۰۳±۰/۱۴ a	۲۰/۶۵±۴/۸۶ a	۱/۸۷±۰/۴۰ a	۱/۰۱±۰/۰۷bc	۲/۱۱±۰/۲۸ a
باکتوسل ۲+آهن ۳	۱/۰۴±۰/۲۰ a	۲۰/۶۲±۴/۸۸ a	۱/۸۷±۰/۴۰ a	۱/۰۱±۰/۰۹bc	۲/۱۵±۰/۳۱ a
باکتوسل ۳+آهن ۲	۰/۹۸±۰/۱۵ a	۲۱/۸۱±۵/۴۹ a	۱/۹۶±۰/۴۵ a	۱/۰۲±۰/۱۰bcd	۲/۲۱±۰/۳۵ a
باکتوسل ۳+آهن ۳	۰/۹۹±۰/۱۶ a	۲۱/۴۷±۴/۸۹a	۱/۹۴±۰/۴۰ a	۱/۰۳±۰/۰۹d	۲/۱۰±۰/۲۷ a

به گوشت در زمان کوتاه و به همراه سود و مزایای اقتصادی دنبال می شود. نقش سودمند پروبیوتیک ها بر شاخص های رشد بطور گسترده ای توسط محققین مختلف گزارش شده است. نتایج کسب شده در طی ۸

بحث

یکی از اهداف اولیه آبرزی پروری تولید گونه های مختلف آبرزی برای تولید و همچنین بازسازی ذخایر است. هدف اصلی مطالعه تغذیه ای با تبدیل غذای ماهی

تیمار باکتوسل ۳+ آهن ۷ نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P < 0.01$) که نتایج تحقیق حاضر با آن همسو نبود که می‌تواند به دلیل تفاوت در پروبیوتیک، گونه و وزن مورد بررسی باشد.

بر اساس آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و دانکن مشخص گردید که بین تیمارها از نظر ضریب چاقی اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($P < 0.05$). ضریب چاقی تیمارها از گروه شاهد بیشتر بودند ($P < 0.05$). از نظر ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و بازده پروتئین بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P < 0.05$). همچنین بر اساس آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و دانکن ضریب تبدیل غذایی و ضریب چاقی تیمارها بیشتر از گروه شاهد، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و بازده پروتئین گروه شاهد بیشتر از تیمارها ($P < 0.05$). پروبیوتیک‌ها اشتها را تحریک می‌کنند و با تولید ویتامین‌ها و آنزیم‌های گوارشی نظیر پروتئازها و تجزیه ترکیبات غیر قابل هضم، شرایط تغذیه‌ای بهتری را در ماهی ایجاد می‌نماید و موجب جذب مناسب‌تر مواد غذایی و تولید گوشت می‌گردند (Imada *et al.*, 1985). این احتمال وجود دارد که افزودن پروبیوتیک به جیره غذایی، نسبت جذب مواد غذایی موجود در جیره را افزایش دهد (Ghosh *et al.*, 2002). Naser و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی اثر جیره آهن بر پاسخ ایمنی و مقاومت در برابر بیماری در ماهی آزاد اقیانوس اطلس، با افزودن سطوح متفاوت آهن به جیره غذایی تفاوت معنی‌داری را در ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نکردند که نتایج تحقیق حاضر با آنها همسو بود. در بررسی اثرات سودبخش ناشی از کاربرد پروبیوتیک باکتریایی

هفته پرورش ماهی آزاد دریای خزر نشان داد که میزان طول کل تیمارهای باکتوسل ۲ و باکتوسل ۲+ آهن ۷ در آخرین مرحله نمونه برداری نسبت به گروه شاهد روند افزایشی داشته است و کمترین و بیشترین میزان طول کل در به ترتیب در گروه‌های باکتوسل ۲ و باکتوسل ۳+ آهن ۷ به دست آمد. اما بر اساس آزمون کروسکال-والیس مشخص گردید که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میزان طول کل بچه ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت ($P > 0.05$). در بررسی تأثیر پروبیوتیک BioPlus 2B و آهن بر رشد و بازماندگی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزن ۰/۱۳ گرم توسط ناصری (۱۳۸۷)، بررسی‌های آماری حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در طول کل بین تیمارها بود که نتایج تحقیق حاضر با آن همسو بود.

میزان وزن بدن تیمارهای آهن ۵، باکتوسل ۲+ آهن ۷، باکتوسل ۳+ آهن ۷ و باکتوسل ۳+ آهن ۵ در آخرین مرحله نمونه برداری نسبت به گروه شاهد روند افزایشی داشته است و کمترین و بیشترین میزان وزن بدن در گروه‌های باکتوسل ۲ و باکتوسل ۳+ آهن ۷ به دست آمد. اما بر اساس آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و دانکن مشخص گردید که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میزان وزن اولیه بچه ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت ($P > 0.05$). در بررسی تأثیر پروبیوتیک BioPlus 2B و آهن بر رشد و بازماندگی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزن ۰/۱۳ گرم توسط ناصری (۱۳۸۷)، در انتهای دوره آزمایشی وزن نهایی در تیمارهای واجد پروبیوتیک نسبت به شاهد بیشتر بود ($P < 0.01$) اما در تحقیق حاضر وزن نهایی در

به شاهد بیشتر بود ($P < 0.01$) اما در تحقیق حاضر ضریب تبدیل غذایی در تیمار باکتوسل ۲+آهن ۵، ضریب رشد ویژه در تیمار آهن ۵، بازده پروتئین و رسوب پروتئین در تیمار آهن ۷ نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P < 0.01$) که تفاوت‌های مشاهده شده ناشی از اختلاف پروبیوتیک، گونه و وزن مورد مطالعه می‌باشد. در مطالعه تأثیر پروبیوتیک تجاری باکتوسل و پری بیوتیک مانان بر رشد و سیستم ایمنی ماهی قزل آلائی رنگین کمان پرورشی توسط جنابی (۱۳۸۹)، یافته‌های تحقیق نشان داد که استفاده همزمان از این دو ماده باعث افزایش رشد ماهی قزل آلائی رنگین کمان می‌گردد که نتایج تحقیق حاضر با آن همسو نبود که می‌تواند به دلیل تفاوت پروبیوتیک مصرفی و گونه مورد مطالعه باشد. در مطالعه افزایش رشد ماهی قزل آلائی رنگین کمان با استفاده از پروبیوتیک تجاری باکتوسل و پری بیوتیک مانان توسط جنابی (۱۳۸۹)، مشخص گردید که استفاده توأم پروبیوتیک باکتوسل به میزان ۱۰۰ میلی گرم و پری بیوتیک مانان به میزان ۵ گرم به طور معنی داری سبب بهبود رشد ماهی قزل آلائی رنگین کمان خواهد شد که نتایج تحقیق حاضر با آنها همسو نبود که می‌تواند به دلیل تفاوت گونه مورد مطالعه باشد.

در بررسی مقایسه ای مقادیر مختلف زیست یار حیاتی باکتوسل (Bactocell) در جیره غذایی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر فاکتورهای رشد و فلورباکتریایی روده توسط مدبری (۱۳۹۱)، نتایج بدست آمده نشان داد که پروبیوتیک باکتوسل با دوز ۳۰۰ گرم به ازاء هر تن غذا می‌تواند در افزایش وزن ماهی قزل آلائی رنگین کمان موثر باشد و همسو نبودن نتایج تحقیق حاضر با آن می‌تواند به دلیل تفاوت گونه مورد مطالعه باشد. استفاده از پروبیوتیک‌ها بعنوان

Lactobacillus rhamnosu در دوزهای متفاوت به صورت خوراکی بر روی ماهی قزل آلائی رنگین کمان توسط Nikoskelainen و همکاران (۲۰۰۳)، افزایش رشد این گونه مشاهده شد که نتایج تحقیق حاضر با آنها همسو نبود که می‌تواند به دلیل تفاوت گونه باکتوسل مصرفی و گونه مورد مطالعه باشد. Carriquiriborde و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اثر مقادیر پایین و بالای آهن بر نوسانات فیزیولوژیکی متابولیسم آهن در ماهی قزل آلائی رنگین کمان، تأثیری روی ضریب تبدیل غذایی ماهی‌ها مشاهده نکردند که نتایج تحقیق حاضر با آنها یکسان بود. در بررسی سطوح متفاوت پروبیوتیک BioPlus 2B بر روی رشد لارو قزل آلائی رنگین کمان توسط Farzanfar و همکاران (۲۰۰۷)، بازده پروتئین در انتهای دوره آزمایشی در تیمارهای پروبیوتیکی نسبت به گروه شاهد بیشتر بود که نتایج تحقیق حاضر با آنها همسو نبود که می‌تواند به دلیل تفاوت پروبیوتیک و گونه مورد مطالعه باشد. در ارزیابی اثرات *Pediococcus acidilactici* نباتی و لیوفلیزه شده بر رشد، بهره برداری از غذا، تشکیل کلنی در روده و پارامترهای سلامت ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) توسط Merrifield و همکاران (۲۰۰۹)، پیشرفت معنی داری در عملکرد رشد در گروه استفاده نموده از پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد ($P > 0.05$) که نتایج تحقیق حاضر با آنها همسو بود. در بررسی تأثیر پروبیوتیک BioPlus 2B و آهن بر رشد و بازماندگی لارو قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزن ۰/۱۳ گرم توسط ناصری (۱۳۸۷)، در انتهای دوره آزمایشی ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، بازده پروتئین و رسوب پروتئین در تیمارهای واجد پروبیوتیک نسبت

منابع

۱. جنایی، ر.، ۱۳۸۹. مقایسه تاثیر ترکیبی پروبیوتیک باکتوسل و پری بیوتیک مانان بر بازماندگی، شاخصهای رشد و برخی از پارامترهای پاسخ ایمنی ماهی قزل آلابی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، گروه شیلات. ۷۲ ص
 ۲. حسینی فر، س.ح. و پورامینی، م.، ۱۳۸۶. کاربرد پروبیوتیکها و پری بیوتیکها در آبی پروری. چاپ اول، انتشارات موج سبز، تهران. ۱۲۰ صفحه.
 ۳. مدبری، ع.، آذری تاکامی، ق.، بهممنش، ش.، خارا، حسین.، ۱۳۹۲. تاثیر مقادیر مخلف زیست یار حیاتی باکتوسل (Bactocell) در جیره غذایی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر فاکتورهای رشد و فلور باکتریایی، نشریه توسعه آبی پروری ۷(۴)، ۷۷-۸۷.
 ۴. ناصری، س.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر پروبیوتیکها و آهن بر رشد و بازماندگی لارو ماهی قزل آلابی رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ۱۲۵ ص.
 5. Ali, A., 2000. Probiotic in fish farming—evaluation of a candidate bacteria mixture. PhD. Thesis. Uppsala: Swedish university of Agriculture science.
 6. Aubin, J., Gafesoupe, F.J., Labbe, L., Lebrun, L., 2005. Trial of probiotics to prevent the vertebral column compression syndrome in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* walbaum). Aquaculture Research, 36, 758-767.
 7. Austin, B., L.F. Stuckey, P.A.W. Robertson, I., Effendi, and Griffith, D.R.W., 1995. A probiotic strain of vibrio alginolyticus salmonicida, vibrio anguillarum and vibrio ordalii. Journal of Fish Disease. 18(1), 93-96.
- جایگزینی برای روشهای سابق مطرح شده و به نظر می رسد می تواند بسیاری از مشکلات را مرتفع سازد. استفاده از پروبیوتیک ها در واقع تکنولوژی جدید آبی پروری همگام با محیط زیست به شمار می رود. با استفاده از این مواد هم می توان تولید را افزایش داد، هم کیفیت آب را اصلاح کرد و هم اینکه آنها را به عنوان مبارزه بیولوژیک مد نظر قرار داد (حسینی فر، ۱۳۸۶). پروبیوتیک ها با تولید ویتامین ها و سم زدایی از جیره غذایی و یا تجزیه ترکیبات غیر قابل هضم، اشتهای را تحریک می کنند و شرایط تغذیه ای بهتری را در ماهی ایجاد می نمایند (Irianto & Austin, 2002). مهم ترین دلیل این امر احتمالاً در ارتباط با تولید آنزیم هایی مانند پروتئولیتیک و پتیدولیتیک توسط باکتری های موجود در پروبیوتیک مصرفی می باشد که ترکیبات ماکرومولکول ها را به پپتیدها و آمینواسیدها هیدرولیز می کند (Fuller & Perdigon, 2003). آهن عنصری ضروری تقریباً برای تمام میکروارگانیسم ها بوده و اتصال اکسیژن، ظرفیت حمل اکسیژن و توانایی انتقال آن را به بافتها در موجودات چند سلولی، افزایش می دهد.

سپاسگزاری

لازم می دانیم مراتب قدردانی و سپاس خود را از آقایان مهندس کاظمی، مهندس صمدی و مهندس طاوولی و سرکار خانم دکتر سلطنت لشگری و سایر عزیزانی که نقشی در این تحقیق داشته اند ابراز داریم چرا که بدون یاری آنها امکان انجام این تحقیق میسر نبود.

- Aquaculture 2007, San Antonio, Texas, USA.
16. Fuller, R., 1989. A review: probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66: 365-378.
 17. Fuller, R. and Perdigon, G., 2003. Gut flora, immunity and health. Blackwell publishing. pp: 276.
 18. Gatesoupe F. J., 1999. The use of probiotic in aquaculture, *Aquaculture*. 180: 147-145.
 19. Gildberg, A. Mikkelsen, H., 1998. Effects of supplementing the feed to Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry with lactic acid bacteria and immunostimulating peptides during a challenge trial bacteria with *Vibrio anguillarum*. *Aquaculture*, 167, 103-11.
 20. Gill, H. S., 2003. Probiotics to enhance anti-infective defences in the gastrointestinal tract. *Best Pract Res Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2003 Oct; 17 (5):755-73.
 21. Ghosh, K., Sen, S.K., Ray, A.K., 2002. Growth and survival of Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) spawn fed diets supplemented with fish intestinal microflora. *Acta Ichthyology Piscatorial*, 32(1), pp. 83-92.
 22. Hoff, K. A., 1989. "Survival of *Vibrio anguillarum* and *Vibrio salmonicida* at different salinities." *Applied and environmental microbiology*, 55(7), 1775-1786.
 23. Imada, C., Simidu, U. and Taga, N., 1985. Isolation and characterization of marine bacteria producing alkaline protease inhibitor. *Bulletin Japan Society Science Fish*, 51, 799-803.
 24. Irianto, A., Austin, B., 2002. Probiotics in aquaculture: Reviews *Journal of Fish Diseases*, 25(11), 633-642.
 25. Kesarcodi-Watson, A. Kaspar, H: Josie lategan, M. Gibson, L., 2008. Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture*, 274(1), 1-14.
 26. Maruta, K., H. Miyaaki, S. Masuda, M. Takahashi, T. Marubashi, Y. Tadano, and H. Takahashi., 1996. Exclusion of intestinal pathogens by continuous feed in with *Bacillus subtilis* c3102 and its influence on the intestinal microflora in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*, 67: 273-280.
 8. Browdy, C., 1998. Recent developments in penaeid brood stock and seed production technologies improving the outlook for superior captive stocks. *Aquaculture*, 164, 3-21.
 9. Bury, N.R., Walker, P.W. and Glover, C. N., 2003. Nutritive metal uptake in teleost fish. *The Journal of Experimental Biology*, 206, 11-23.
 10. Carriquiriborde, P., Handy, R.D. and Davies, S.J. 2004. Physiological modulation of iron metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low and high iron diets. *The Journal of Experimental Biology*, 207, 75-86.
 11. Castex, M., 2009. Evaluation of probiotic bacteria *Pediococcus acidilactici* on penaeid shrimp *Litopenaeus stylirostris* in New Caledonia. Thesis presented at the "Institut des sciences et Industries du Vivant de l'Environnement (Agriculture paristech)", Ecole doctorale Ecole Doctorale ABIES-physiology, Nutrition. 400pp.
 12. Chim, L., Castex, M. Wabete, N., Lemaire, P., Phan, D., Brun, P., 2007. Development of an original tool for shrimp culture studies using floating cages in earthen pond. First trial carried out to evaluate lactic acid probiotic (Bactocell) in shrimp *Litopenaeus stylirostris* reared in commercial farm subject to vibriosis. *Book of Abstract Asian Pacific Aquaculture*, 5-8 August 2007. Hanoi, Vietnam.
 13. Chim, L., Maisonneuve, V., Lemaire, P., Wabete, N., Usache, V., 2005. Diet and probiotic *Pediococcus acidilactici* MA 18/5 (Bactocell) study to juvenile marine shrimp *Litopenaeus stylirostris* reared in tanks and in pond. *Book of abstracts. WAS annual meeting*. 9-13 May 2005. Bali, Indonesia.
 14. Dugenci, S. K., Arda, N., Candan, A., 2003. Some medicinal plants as immunostimulants for fish. *Journal of Ethnopharmacology*. 88, 99-106.
 15. Farzanfar, A., Lashtoo Aghaei, G. R., 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*

- trout (*Oncorhynchus mykiss*) by potential probiotic bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). Fish and Shellfish Immunology, 15(5), 443-452.
32. Olafsen, J. A., 2001. Interactions between fish larvae and bacteria in marine aquaculture. Aquaculture, 200, 223-247.
 33. Pajalahati, J., 1999. Improve bird performance by feeding its microflora. World poultry, 15(2), 20-24.
 34. Rorvik, K. A., Salte, R., Bentsen, H. B. and Thomassen, M., 1991. Effects of dietary iron and n-3 unsaturated fatty acids (omega-3) on health and immunological parameters in farmed salmon. In Proceedings of the Fifth International Conference of the European Association of Fish Pathologists, European Association of Fish Pathologists, Budapest, Hungary, P. 86.
 35. Shepherd, C.J., Bromage, N.R., 1992. Intensive Fish Farming. Wiley-Blackwell. pp. 416.
 36. Wang, Y., Li, J, Lin, J., 2008. Probiotics in aquaculture: challenges and outlook, Aquaculture, 281 (-4), 1-4.
 27. Merrifield, D. L., Bradley, G., Baker, R. T. M. and Davies, S. J., 2009. Probiotic application for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* walbaum) II. Effects on growth performance, feed utilization, intestinal microflora and related health criteria post antibiotic treatment. Aquaculture Nutrition, 16(5), 496-503.
 28. Mesalhy Aly, S. Abdel- Galil Ahmed, Y.A bdel aziz ghareeb, A. and fathi Mohamed M., 2008. Studies on Bacillus subtilis and lacto bacillus acidophilus, as potential probiotics, on the immune response and resistance of tilapia nilotica (*oreochromis niloticus*) to challenge in infections. Fish and shellfish Immunology, 25, 128-136.
 29. Naser, N., Lall, S.P., Brown, L., Olivier, G., 1998. Role of dietary iron in immune response and disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture, Las Vegas, NV (USA).
 30. Niamul, N., Santosh, P. L., Laura, B., Gilles, O., 1998. Role of dietary iron in immune response and disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. World Aquaculture society, Pp. 447.
 31. Nikoskelainen, S., Ouweland, A.C., Bylund, G., Salminen, S. and Lilius, E. M., 2003. Immune enhancement in rainbow