مقاله علمی – پژوهشی:

اثر استفاده از بیوسیلاژ تولیدی از ضایعات مرغ در فرمولاسیون جیره بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

رضا صفری*[۱]، حسن نصراله‌زاده ساروی[۱]، سید محمد وحید فارابی[۱]، عبداله جعفری[۱]، سهیل ریحانی‌پول[۲]، محمدمهدی عباس‌زاده[۳]، مونا زمانی[۳]، مجید ابراهیم‌زاده[۱]

*Safari1351@gmail.com

۱-پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

۲-دانش آموخته دکتری تخصصی، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳-اداره کل شیلات استان مازندران، بابلسر، ایران.

تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: مهر ۱۴۰۰

چکیده

هدف از مطالعه حاضر امکان‌سنجی استفاده از بیوسیلاژ تولیدی از ضایعات مرغ و جایگزینی این محصول در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به جای پودر ماهی است. زیرا بیوسیلاژ در مقایسه با پودر ماهی خواص بالاتر و قیمت پایین‌تری دارد. بدین منظور، پس از تولید بیوسیلاژ بر پایه تخمیر باکتری‌های اتوژن، این محصول در قالب دو تیمار ۵۰ درصد بیوسیلاژ-۵۰ درصد پودر ماهی و تیمار ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ به فرمولاسیون جیره اضافه و شاخص‌های رشد و کارایی خوراک (افزایش وزن بدن، ضریب چاقی، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارائی پروتئین) این دو تیمار در کنار شاهد (۱۰۰ درصد پودر ماهی) در روزهای صفر، ۳۰ و ۵۰ مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد شاخص‌های افزایش وزن بدن، ضریب چاقی، شاخص رشد ویژه در تیمار دارای ۵۰ درصد بیوسیلاژ-۵۰ درصد پودر ماهی به صورت معنی‌داری نسبت به دو تیمار دیگر در سطح بالاتری قرار دارند. همچنین در ادامه مشخص شد این تیمار از نظر ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارائی پروتئین نیز نسبت به دو تیمار دیگر وضعیت مطلوب‌تری دارد. مطابق نتایج، بیوسیلاژ تولیدی از ضایعات مرغ جایگزین مناسبی برای پودر ماهی در جیره آبزیان است. ضمن اینکه تیمار داری ۵۰ درصد بیوسیلاژ -۵۰ درصد پودر ماهی نسبت به تیمار دارای ۱۰۰ درصد پودر ماهی و ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ از نظر شاخص رشد و خوراک مطلوب‌تر است.

لغات کلیدی: بیوسیلاژ، ضایعات مرغ، شاخص های رشد، ماهی قزل‌آلا، ضریب تبدیل غذایی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

مقدمه

در پرورش ماهیان سردآبی بیشترین هزینه‌های مصرفی مربوط به غذای مورد استفاده است. اگر به هر نحوی بتوان هزینه‌های مصرفی تغذیه را کاهش داد، این عامل به کاهش قیمت تمام‌شده آبزی، کمک شایانی خواهد نمود. در صنعت آبزیان، پودر ماهی به عنوان غذای عمده جهت تغذیه استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر مطالعاتی پیرامون استفاده از بیوسیلاژ به عنوان جایگزینی مناسب برای پودر ماهی در صنعت تغذیه انجام و نتایج مطلوبی گزارش شده است. توجیه این جایگزینی به ویژگی‌های مثبت بیوسیلاژ از قبیل قیمت مناسب، درصد بالای پروتئین، آسانی تولید، خواص عملکردی مطلوب و ... برمی‌گردد. در مطالعه صفری و همکاران (۱۳۹۸) از ضایعات ماهی قزل‌آلا، بیوسیلاژ تولید شده و از آن در فرمولاسیون جیره همین ماهی استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمار دارای ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ دارای بهترین نتایج از نظر شاخص‌های رشد و ایمنی ماهی بوده است. در پژوهش Kamei و همکاران (۲۰۱۸) از سیلاژ اسیدی ماهی به عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی ماهی Thai-Pangasاستفاده گردید. نتایج نشان داد که با جایگزین نمودن سیلاژ به مقدار ۷۵ درصد، شاخص‌های رشد و فاکتورهای سرمی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. Gullu و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود از سیلاژ اسیدی ماهی (فرمیک‌اسید) با درصدهای مختلف، به عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده کردند. نتایج نشان داد که سیلاژ در مقدار ۲۰ درصد جایگزینی، باعث افزایش شاخص‌های رشد، بهینه‌نمودن ترکیب اسیدهای چرب و فاکتورهای بیوشیمیایی و سرمی می‌شود. در مطالعه Goosen و همکاران (۲۰۱۴) از روغن سیلاژ تهیه شده از ضایعات ماهی قزل‌آلا در جیره غذایی ماهی تیلاپیا استفاده شد. نتایج نشان داد که پروفایل اسیدهای چرب در بافت ماهی تیلاپیا در مقایسه با نمونه شاهد مطلوب‌تر بوده است.

از آنجایی‌که تاکنون در کشور مطالعه‌ای پیرامون تولید بیوسیلاژ از ضایعات مرغ و استفاده از آن در فرمولاسیون جیره ماهی انجام نشده است، لذا هدف از مطالعه حاضر تولید بیوسیلاژ از این منبع و استفاده از آن در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان است. با توجه به اینکه حدود ۱۶/۵ درصد از وزن مرغ را ضایعات تشکیل می‌دهد، روزانه هزاران تن ضایعات در کشتارگاه‌ها تولید می‌شود. با استفاده از تکنولوژی روز دنیا می‌توان از هدر رفت و دور ریز این منابع جلوگیری و از آنها محصولاتی با ارزش افزوده بالا مانند بیوسیلاژ تولید کرد. این محصول کاربردهای متنوعی دارد و می‌توان از آن در صنایع کشاورزی (به عنوان کود بیولوژیک)، آبزی‌پروری و طیور (در جیره غذایی دام و طیور و آبزیان به عنوان منبع جایگزین پروتئینی) استفاده نمود.

مواد و روش کار

تهیه ماهی و مکان پرورش

برای ارزیابی آزمایش‌های فارمی و تاثیر جیره غذایی تهیه شده بر پایه بیوسیلاژ و مقایسه آن با جیره‌های تجاری، دو مزرعه واقع در شهرستان ساری؛ مزرعه سردآبی در مجاورت سد شهید رجایی ساری (استفاده از آب رودخانه جهت پرورش) و مزرعه واقع در روستای کارکنده شهرستان ساری (استفاده از آب چاه جهت پرورش) انتخاب شدند. ماهی‌ها از نظر سلامت مورد تأیید آزمایش‌های مربوطه قرار گرفتند (نمونه‌برداری از بافت کلیه و کبد و تأیید عاری‌بودن آنها از نظر بیماری). سپس در حمام نمک ۲۰-۱۵ گرم در لیتر به مدت ۳۰ دقیقه همراه با هوادهی به منظور اطمینان از عدم حضور عوامل بیماری‌زا در کانال‌های بتونی با سیستم جریان باز آب و هوادهی مداوم نگه‌داری شدند و طی این مدت از جیره پایه (خوراک اکسترود ماهی قزل آلا مرحله پیش پرواری از نوع GFT2، شرکت پرشین فید) تغذیه شدند. برای پرورش ماهی قزل‌آلا در مزرعه واقع در سد از کانال های بتونی به طول ۲۰ و عرض ۳ و ارتفاع ۱ متر استفاده شد. برای هر تیمار، کانال‌های مورد نظر با استفاده از تور صیادی به سه قسمت تقسیم شدند. در واقع، یک کانال نشان‌دهنده هر تیمار با ۳ تکرار بوده است. ماهیان به مدت ۵۰ روز با جیره‌های تهیه‌شده تغذیه شدند. برای انجام

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

آزمایش‌ها در مزرعه کارکنده از ۶ حوضچه پرورش از جنس فایبرگلاس با ابعاد ۰/۵×۲×۲ متر با گنجایش ۲ مترمکعب استفاده شد. دوره آزمایش نیز مشابه مزرعه سد بود. آب مورد استفاده برای پرورش، آب چاه بود که پس از هوادهی وارد حوضچه‌ها می‌شد. حجم آب هر یک از حوضچه‌های پرورش ۱۸۰۰ لیتر بود. برای جلوگیری از آلودگی محیط پرورش، روزانه مدفوع و سایر مواد باقی مانده از کف حوضچه‌ها سیفون و حدود یک سوم آب هر حوضچه تعویض می‌شد. شستشوی حوضچه‌ها نیز به صورت هفتگی انجام می‌شد. غذادهی بر اساس جدول غذادهی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (بر اساس درجه حرارت آب) و تعداد دفعات غذادهی دو بار (صبح، عصر) در روز و به صورت دستی انجام گرفت (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۴). بررسی فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب نظیر pH، درجه حرارت، کل مواد جامد محلول، اکسیژن محلول، کدورت و هدایت الکتریکی به طور روزانه انجام شدند.

تولید بیوسیلاژ از ضایعات مرغ

برای انجام کار در مقیاس پایلوت نیاز به تولید اولیه بیوسیلاژ در مقیاس آزمایشگاهی بود تا پس از انجام آزمون و خطا و اتخاذ بهترین روش، جهت تهیه و آماده سازی امکانات و تجهیزات اولیه در مقیاس پایلوت اقدام شود. بدین منظور، روده مرغ (یکی ضایعات اصلی) از مجتمع تولید گوشت در استان گلستان، شهرستان کردکوی و نیز کشتارگاه صنعتی طیور سیمین ناز ساری تهیه و در مجاورت زنجیره سرد و در کوتاهترین زمان به پایلوت فرآوری پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انتقال داده شد و تا زمان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. پس از انجمادزدایی، نمونه‌ها چرخ و به فرمانتور یک تنی استیل انتقال داده شد. در مرحله بعد پس از غیرفعال‌کردن آنزیم‌های داخلی و نیز باکتری‌های بیماری‌زای احتمالی (سالمونلا تیفی موریوم[1] و اشرشیا کلی[2]) با استفاده از تیمار حرارتی (۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه)، دمای فرمانتور به دمای محیط کاهش داده شد تا شرایط ثابت گردد. سپس از باکتری‌های تجزیه‌کننده پروتئین (واجد آنزیم پروتئاز مانند باکتری‌های گرم مثبت اسپوردار) و باکتری‌های تولیدکننده اسید (جهت کاهش pH سوسپانسیون و تسریع‌نمودن فرآیند تخمیر مانند باکتری‌های لاکتیک) با عنوان باکتری‌های آغازگر (استارترهای میکروبی) جهت هضم روده استفاده شد. شایان ذکر است، باکتری‌های مورد استفاده انحصاری و دارای ویژگی‌هایی نظیر رشد در pH اسیدی، توانایی رشد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ۶ ساعت و نیز خواص پروتئازی بالا می‌باشند. هنگام افزودن استارترهای میکروبی، منبع کربوهیدرات (ملاس نیشکر) به طور توأمان نیز اضافه گردید. در مرحله نهایی، دمای فرمانتور در محدوده ۴۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در این شرایط قرار گرفتند. طی انجام فرآیند، همزن فرمانتور در فواصل زمانی معین فعال و نمونه‌ها کاملاً هموژن شدند. پس از اتمام فرآیند، نمونه‌ها از دستگاه جداکننده (سپراتور) عبور داده شد تا روغن موجود در نمونه جدا گردد. این امر باعث می‌گردد که نمونه‌ها بهتر خشک شوند و زمان ماندگاری آن نیز افزایش یابد (درصد روغن جدا شده با استفاده از دستگاه سپراتور ۱۲-۱۰ درصد بود). بعد از جداکردن روغن از نمونه اصلی حاوی پروتئین تجزیه‌شده، با افزودن کنجاله کنجد، مقدار ماده خشک در نمونه‌های تخمیرشده افزایش داده شد تا در نهایت خشک‌کردن محصول با کیفیت بهتری انجام گیرد. نمونه‌ها با استفاده از خشک‌کن صنعتی و در دمای ۶۰-۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸-۶ ساعت خشک شدند. در مرحله نهایی، نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آسیاب به مش‌های یکسان (۰/۱ میلی‌متر) تبدیل و بسته‌بندی و در مکان خشک و خنک نگهداری شدند. محصول تولیدی دارای ۵۹/۰۹ درصد پروتئین، ۹/۳۲ درصد رطوبت، ۲۱/۳ درصد چربی، ۶/۱۷ خاکستر، ۸۷/۴۱ درصد قابلیت هضم ظاهری، ۱/۳۶ درصد کلسیم و ۰/۶۲ درصد فسفر بود.

[1] *Salmonella typhimuriun*
[2] *Escherichia coli*

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

فرمولاسیون جیره

میانگین وزن بچه ماهیان قزل‌آلا در مزرعه کارکنده ۲۱۲/۰۷±۰/۹۶ گرم با طول متوسط ۲۵/۴۲±۰/۰۴ سانتی‌متر و در مزرعه سد ۱۲۰/۵۹±۰/۳۸ گرم با طول متوسط ۲۲/۰۱±۰/۰۷ سانتی‌متر بود. جیره تعریف‌شده دارای ۴۳-۴۲ درصد پروتئین است. (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۴). بر این اساس ۳ تیمار شامل جیره تجاری (دارای ۱۰۰ درصد پودر ماهی و فاقد بیوسیلاژ- جیره تجاری اکسترود)، جیره ۵۰ درصد (حاوی ۵۰ درصد بیوسیلاژ و ۵۰ درصد پودر ماهی) و جیره ۱۰۰ درصد (فاقد پودر ماهی و دارای ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ) تهیه شدند (جدول ۱).

جدول ۱: فرمول غذایی ماهی قزل آلا بر پایه بیوسیلاژ ضایعات مرغ

Table 1: Rainbow trout nutritional formula based on chicken waste biosilage

مواد مورد استفاده (گرم در ۱۰۰ گرم جیره)	تیمار ترکیبی (۵۰ درصد بیوسیلاژ و ۵۰ درصد پودر ماهی)	تیمار حاوی ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ	جیره تجاری (شاهد)
پودر ماهی	۲۷	-	
پودر بیوسیلاژ مرغ	۳۵	۵۶	
آرد گندم	۹	۱۰	
کنجاله سویا	۵	۸	
آرد ذرت	۷/۵	۷/۵	
گلوتن ذرت	۱۰	۱۱	
روغن گیاهی	۲	۲/۵	
روغن ماهی	۲	۲/۵	
پرمیکس املاح معدنی[۱]	۱	۱	
پرمیکس ویتامین[۲]	۱	۱	
آنتی اکسیدان	۰/۰۵	۰/۰۵	
بایندر	۰/۵	۰/۵	
درصد پروتئین	۴۲/۴۳	۴۲/۴۴	۴۳/۰۳
درصد چربی	۱۵/۲۱	۱۴/۰۸	۱۴/۷۵
درصد خاکستر	۱۲/۶۷	۱۲/۵۱	۱۱/۱۷
درصد رطوبت	۱۱/۱۴	۱۰/۵۵	۹/۳۵

[۱] پرمیکس معدنی (mg/Kg پرمیکس): $MgSO_4.2H_2O$: ۱۲۷/۵؛ KCl: ۵۰/۰؛ $NaCl$: ۶۰؛ $CaHPO_4.2H_2O$: ۷۲۷/۸؛ $FeSO_4.7H_2O$: ۲۵/۰؛ $ZnSO_4.7H_2O$: ۵/۵؛ $CuSO_4.5H_2O$: ۰/۷۸۵؛ $MnSO_4.4H_2O$: ۲/۵۴؛ $CoSO_4.4H_2O$: ۰/۴۷۸؛ $Ca(IO_3)_2.6H_2O$: ۰/۲۹۵؛ $CrCl_3.6H_2O$: ۰/۱۲۸

[۲] پرمیکس ویتامینی (در هر کیلوگرم پرمیکس): ویتامین A: ۱۰۰۰۰ IU؛ ویتامین D_3: ۲۰۰۰IU؛ ویتامین E: ۱۰۰mg؛ ویتامین K: ۲۰mg؛ ویتامین B_1: ۴۰۰mg؛ ویتامین B_2: ۴۰mg؛ ویتامین B_6: ۲۰mg؛ ویتامین B_{12}: ۰/۰۴mg؛ بیوتین: ۰/۲mg؛ کولین‌کلراید: ۱۲۰۰mg، فولیک‌اسید: ۱۰mg؛ اینوسیتول: ۲۰۰mg؛ نیاسین: ۲۰۰mg؛ پانتوتنیک‌کلسیم، ۱۰۰mg

بعد از تنظیم فرمول جیره غذایی و آماده‌نمودن مواد مورد نیاز، تهیه جیره‌های غذایی به شرح ذیل انجام گرفت. ابتدا پودر ماهی به منظور نرم و یکدست‌شدن نمونه، آسیاب گردید. سپس مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت هر یک از جیره‌های غذایی، با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین و در ظرف به‌خوبی هم زده شد. در مرحله بعد روغن به مواد اولیه اضافه شد و برای چند دقیقه کاملاً با هم مخلوط شدند. نمونه‌های همگن‌شده به دستگاه پلت‌زن منتقل و الک خروجی آن، به قطر ۵-۲ میلی‌متر تنظیم گردید. نمونه‌های پلت‌شده به بسته‌های پلاستیکی زیپ پک

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

شماره‌گذاری شده انتقال یافتند و در مکان خشک نگهداری شدند.

نحوه زیست‌سنجی

به منظور بررسی میزان رشد ماهیان مورد آزمایش، وزن بچه‌ماهیان در هر استخر و حوضچه در روزهای صفر، ۳۰ و ۵۰ اندازه‌گیری شد. ماهیان نمونه‌برداری‌شده در هر دوره، پس از بیهوشی با پودر گل میخک (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از ترازوی دیجیتال به طور انفرادی با دقت ۰/۱ گرم توزین شدند. با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر طول استاندارد ماهیان ثبت شد.

تعیین کارایی رشد ماهی

الف: افزایش وزن بدن (WG[1])

به منظور اندازه‌گیری این شاخص از رابطه ذیل استفاده شد (Tacon, 1990):

$$WG = Wf - Wi$$

Wi= وزن اولیه، Wf= وزن نهایی و WG = افزایش وزن (گرم)

ب: ضریب چاقی یا شاخص وضعیت (CF[2])

به منظور محاسبه شاخص وضعیت از رابطه ذیل استفاده شد (Austreng, 1978):

$$CF = (Wf / L\text{^}3) \times 100$$

Wf= وزن نهایی، L= طول چنگالی و CF= ضریب چاقی

ج- شاخص رشد ویژه (SGR[3])

به منظور بررسی شاخص رشد ویژه از رابطه ذیل استفاده شد (Hevroy *et al*., 2005):

$$SGR\ \%\ day^{-1} = [100 \times ((\ln Wf - \ln Wi) / t))]$$

t= تعداد روزهای پرورش، Wi= وزن اولیه و Wf= وزن نهایی (گرم)

تعیین کارایی خوراک و تغذیه ماهی

الف: ضریب تبدیل غذایی(FCR[4])

این شاخص از رابطه ذیل محاسبه شد (De Silva and Anderson, 1995, Abdel-Tawwab *et al*., 2008):

$$FCR = FI / WG$$

WG= افزایش وزن (گرم) و FI[5]= خوراک مصرفی (گرم)

ب: پروتئین مصرفی (PI[6])

اندازه‌گیری این شاخص جهت محاسبه نسبت کارایی پروتئین ضروری است. پروتئین مصرفی با استفاده از رابطه ذیل محاسبه شد (Helland *et al*., 1996):

$$PI = FI \times \%\ pr$$

Pr= پروتئین جیره (گرم) و FI= خوراک مصرفی (گرم)

ج: نسبت کارآیی پروتئین (PER[7])

برای محاسبه این شاخص از رابطه ذیل استفاده شد (Helland *et al*., 1996, Abdel-Tawwab *et al*., 2008):

$$PER = WG / PI$$

WG= افزایش وزن (گرم) و PI= پروتئین مصرفی (گرم)

نتایج

شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب

مزرعه واقع در روستای کارکنده

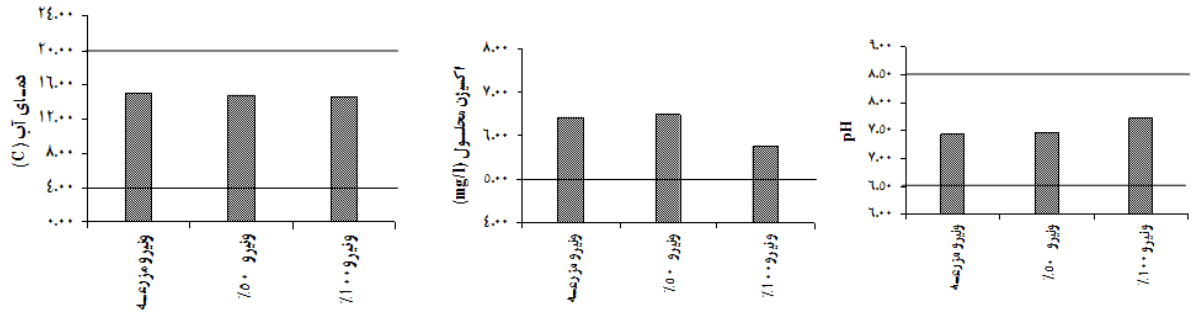
نتایج آنالیز برخی فاکتورهای محیطی ونیروها در تیمارهای مختلف در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. دمای آب ونیروهای مختلف دارای تغییرات ۱۵-۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود که با توجه به حداقل و حداکثر دمای اپتیمم استاندارد پرورش ماهی قزل‌آلا مناسب می‌باشد. دامنه تغییرات اکسیژن محلول در ونیروهای مختلف برابر ۶/۹۶-۵/۵۲ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه گردید که این مقدار در مقایسه با حد استاندارد (حداقل ۵ میلی‌گرم بر لیتر) کمی بالاتر است. حداقل و حداکثر pH آب ۷/۷۱-۷/۴۳ بود که در محدوده استاندارد ماهیان سردآبی قرار دارد (شکل ۱).

[1] Weight Gain
[2] Condition Factor
[3] Specific Growth Rate

[4] Feed Conversion Ratio
[5] Feed Intake
[6] Protein Intake
[7] PER: Protein Efficiency Ratio

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

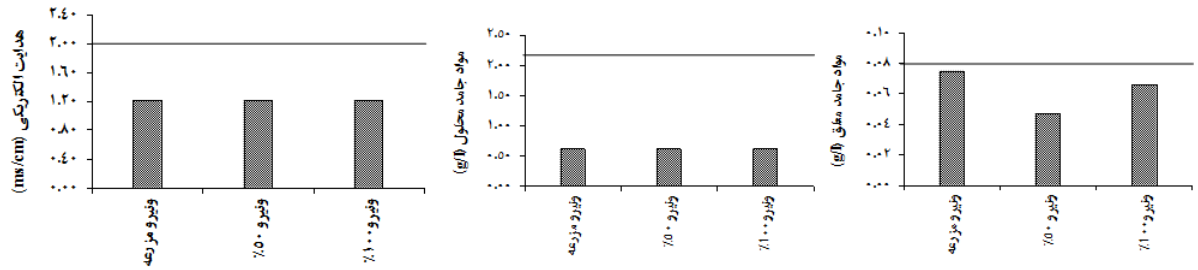
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]



شکل ۱: تغییرات دمای آب، اکسیژن محلول و pH آب به همراه استانداردهای پرورش قزل‌آلا در ونیروهای مختلف

Figure 1: Changes in water temperature, dissolved oxygen and water pH along with rainbow trout farming standards in different tanks

هدایت الکتریکی آب ونیروهای مختلف دارای تغییرات ۱/۲۱۹-۱/۲۱۴ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر گزارش شد که با توجه حداکثر دمای اپتیمم استاندارد پرورش ماهی قزل آلا در محدوده ایده‌آل قرار دارد. دامنه تغییرات مواد جامد محلول در ونیروهای مختلف برابر ۰/۶۱۰-۰/۶۰۸ گرم بر لیتر محاسبه گردید که در مقایسه با حد استاندارد (حداکثر ۲/۴۰ گرم بر لیتر) کمتر می‌باشد. حداقل و حداکثر مواد جامد معلق آب برابر ۰/۱۰-۰/۵۰ گرم بر لیتر ثبت شد که در محدوده استاندارد ماهیان سردآبی می‌باشد (شکل ۲). همچنین این نتیجه نشان داد که مواد معلق در ونیرو مزرعه بیشتر از ونیروهای بیوسیلاژ بوده است که احتمالاً بیانگر کمتربودن زائدات غذایی بوده است.



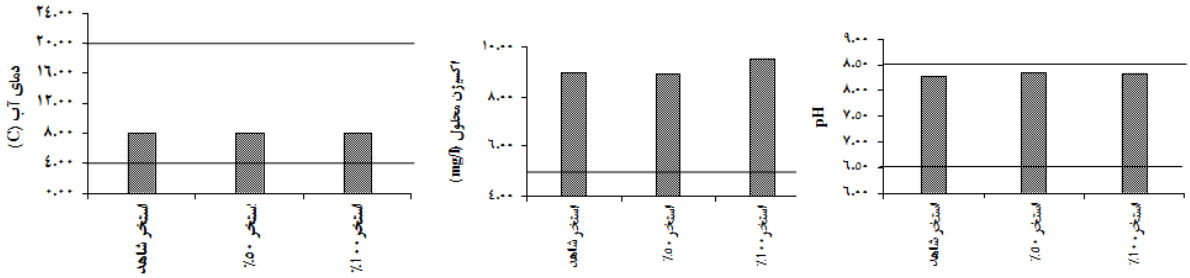
شکل ۲: تغییرات هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول و معلق آب به همراه استانداردهای پرورش قزل آلا در ونیروهای مختلف

Figure 2: Changes in electrical conductivity, soluble and suspended solids along with rainbow trout farming standards in different tanks

مزرعه واقع در سد شهید رجائی

نتایج آنالیز برخی فاکتورهای محیطی استخرها در تیمارهای مختلف در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. دمای آب استخرهای مختلف دارای تغییرات ۸/۲-۸/۰ درجه سانتی‌گراد بود که با توجه به حداقل و حداکثر دمای اپتیمم استاندارد پرورش ماهی قزل آلا مناسب می‌باشد. دامنه تغییرات اکسیژن محلول در استخرهای مختلف ۱۱/۵۲-۷/۳۲ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه گردید که در مقایسه با حد استاندارد (حداقل ۵ میلی‌گرم بر لیتر) بالاتر است. حداقل و حداکثر pH آب ۸/۴۰-۸/۳۰ بوده است که در محدوده استاندارد ماهیان سردآبی قرار دارد (شکل ۳).

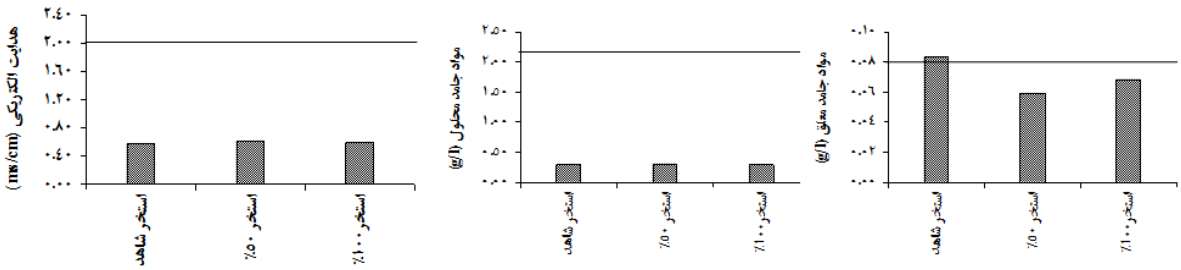
[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]



شکل ۳: تغییرات دمای آب،اکسیژن محلول و pH آب به همراه استانداردهای پرورش قزل آلا در استخرهای مختلف

Figure 3: Changes in water temperature, dissolved oxygen and water pH along with rainbow trout farming standards in different ponds

هدایت الکتریکی آب استخرهای مختلف دارای تغییرات ۰/۵۹۸-۰/۵۸۱ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر گزارش شد که با توجه به حداکثر دمای اپتیمم استاندارد پرورش ماهی قزل الا مناسب می‌باشد. دامنه تغییرات مواد جامد محلول در استخرهای مختلف ۰/۳۱۶-۰/۲۹۱ گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد که در مقایسه با حد استاندارد کمتر است. حداقل و حداکثر مواد جامد معلق آب ۰/۱۱۵-۰/۰۴۷ گرم بر لیتر ثبت گردید که در محدوده استاندارد ماهیان سردآبی قرار دارد (شکل ۴). این نتیجه نشان داد که مواد معلق در استخر ۱ (شاهد) بیشتر از ونیروهای بیوسیلاژ می‌باشد.



شکل ۴: تغییرات هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول و معلق آب به همراه استانداردهای پرورش قزل آلا در استخرهای مختلف

Figure 4: Changes in electrical conductivity, soluble and suspended solids along with rainbow trout farming standards in different ponds

شاخص‌های رشد ماهی

مزرعه واقع در روستای کارکنده

در جداول ۲ و ۳ تاثیر تیمارهای مورد استفاده شامل تیمار شاهد یا تجاری (فاقد بیوسیلاژ)، تیمار حاوی ۵۰ درصد بیوسیلاژ -۵۰ درصد پودر ماهی و تیمار ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ بر شاخص‌های وزن و طول در زمان‌های مختلف ارائه شده است. مطابق جدول ۲، وزن اولیه در تیمارهای شاهد، ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد به‌ترتیب ۲۱۴/۱۱، ۲۱۲/۳۳ و ۲۰۹/۷۷ گرم اندازه‌گیری شد. اما در روز ۵۰ پرورش این اوزان به‌ترتیب به ۲۹۲/۲۲، ۳۳۶/۴۴ و ۳۰۳/۵۵ گرم رسیدند و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). مطابق جدول ۳، طول اولیه در تیمارهای شاهد، ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد به‌ترتیب ۲۵/۵۵، ۲۵/۴۴ و ۲۵/۶۶ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. این ارقام در روز ۵۰ پرورش به‌ترتیب به مقادیر ۳۰/۱۲، ۳۱/۰۲ و ۳۰/۰۷ سانتی‌متر افزایش پیدا کردند اما با این وجود، بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

جدول ۲: تغییرات وزن در ماهی قزل آلا تغذیه شده با تیمارهای حاوی بیوسیلاژ تهیه‌شده از روده مرغ در مزرعه کارکنده
Table 2: Weight changes in rainbow trout fed with biosilage-containing treatments prepared from chicken intestine on Karkandeh farm

فاکتور/تیمار	وزن اولیه (گرم)	وزن روز ۳۰ (گرم)	وزن روز ۵۰ (گرم)
شاهد (تجاری)	۲۱۴/۱۱±۱/۴۸^{a}	۲۴۵/۱۱±۲/۱۹^{c}	۲۹۲/۲۲±۲/۱۲^{c}
تیمار ۵۰٪	۲۱۲/۳۳±۱/۸۷^{a}	۲۷۰/۶۶±۳/۲۴^{a}	۳۳۶/۴۴±۳/۶۶^{a}
تیمار ۱۰۰٪	۲۰۹/۷۷±۱/۶^{a}	۲۶۰/۳۳±۲/۵۳^{b}	۳۰۳/۵۵±۱/۹۶^{b}
ارزش p	۰/۱۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

حروف متفاوت در هر ستون نشان از اختلاف معنی‌دار مابین داده‌ها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵).

جدول ۳: تغییرات طول در ماهی قزل آلا تغذیه شده با تیمارهای حاوی بیوسیلاژ تهیه شده از روده مرغ در مزرعه کارکنده
Table 3: length changes in rainbow trout fed with biosilage-containing treatments prepared from chicken intestine on Karkande farm

فاکتور/ تیمار	طول اولیه (سانتی‌متر)	طول ۳۰ روز (سانتی‌متر)	طول ۵۰ روز (سانتی‌متر)
شاهد (تجاری)	۲۵/۵۵±۰/۰۸^{a}	۲۷/۸۷±۰/۱۴^{a}	۳۰/۱۲±۰/۱۴^{a}
تیمار ۵۰٪	۲۵/۴۴±۰/۰۸^{a}	۲۸/۳۵±۰/۱۸^{a}	۳۱/۰۲±۰/۱^{a}
تیمار ۱۰۰٪	۲۵/۲۶±۰/۰۶^{a}	۲۸/۴۱±۰/۱۶^{a}	۳۰/۰۷±۰/۱۱^{a}
ارزش p	۰/۶۱۱	۰/۴۱۳	۰/۳۸۵

حروف متفاوت در هر ستون نشان از اختلاف معنی‌دار مابین داده‌ها می‌باشد($p\leq$۰/۰۵).

در جدول ۴ سایر فاکتورهای رشد ارائه شده است. ضریب چاقی در روز ۳۰ و ۵۰ در تیمار ۵۰ درصد بیشتر از دو تیمار دیگر بود. ضمن اینکه در روز ۳۰ بین تیمار شاهد و تیمار ۱۰۰ درصد و در روز ۵۰ بین تیمار ۵۰ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص مذکور مشاهده نشد. مطابق جدول، بیشترین افزایش وزن در روزهای ۳۰ و ۵۰ مربوط به تیمار ۵۰ درصد است. بعد از این تیمار، تیمارهای ۱۰۰ درصد و شاهد قرار داشتند. ضمن اینکه هر سه تیمار از نظر شاخص مذکور در این روزها اختلاف معنی‌داری ارائه کردند ($p\leq$۰/۰۵). در روزهای ۳۰ و ۵۰، شاخص رشد ویژه در تیمار ۵۰ درصد به صورت معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. تیمارهای ۱۰۰ درصد و شاهد از نظر این شاخص در رتبه‌های بعدی جای گرفتند ($p\leq$۰/۰۵). ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۵۰ درصد مطلوب‌تر از سایر تیمارها بود. تیمارهای ۱۰۰ درصد و شاهد از نظر این شاخص به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. ضمن اینکه بین هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵). همان‌طوری‌که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، نسبت کارایی پروتئین نیز در تیمار ۵۰ درصد بهتر از سایر تیمارها بوده و مابین هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵).

مزرعه واقع در سد شهید رجائی

در جداول ۵ و ۶ تاثیر تیمارهای مورد استفاده شامل تیمار شاهد یا تجاری (فاقد بیوسیلاژ)، تیمار حاوی ۵۰ درصد بیوسیلاژ-۵۰ درصد پودر ماهی و تیمار ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ بر شاخص‌های وزن و طول در زمان‌های مختلف نشان ارائه شده است. مطابق جدول ۵، وزن اولیه در تیمارهای شاهد، ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد به‌ترتیب ۱۲۰/۶۸، ۱۲۰/۱۵ و ۱۲۰/۹۱ گرم بود که در روز ۵۰ پرورش به‌ترتیب به ۲۱۸/۰۴، ۲۳۰/۵۵ و ۲۱۹/۱۵ گرم افزایش یافته است. در روزهای ۳۰ و ۵۰ بیشترین وزن مربوط به تیمار ۵۰ درصد بود. ضمن اینکه در این روزها اختلاف وزن بین تیمارهای شاهد و ۱۰۰ درصد معنی‌دار نبود. همچنین در روز ۳۰ اختلاف بین تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیز معنی‌دار نیست. مطابق جدول ۶، طول اولیه در تیمارهای شاهد، ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد به ترتیب ۲۲/۱، ۲۱/۹۵ و ۲۲ سانتی‌متر بود. این ارقام در روز

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

۵۰ به ۲۶/۹۱، ۲۷/۴ و ۲۶/۹۵ سانتی‌متر افزایش یافتند. شاخص طول اختلاف معنی‌داری ثبت نشد. مطابق جدول ۶، در روزهای ۳۰ و ۵۰ بین تیمارها از نظر

جدول ۴: تغییرات ضریب چاقی، افزایش وزن، رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارآیی پروتئین در ماهی قزل آلا تغذیه شده با تیمارهای حاوی بیوسیلاژ تهیه شده از روده مرغ در مزرعه کارکنده

Table 4: Changes in CF, WG, SGR, FCR and PER in rainbow trout fed with treatments containing biosilage prepared from chicken intestine in Karkandeh farm

فاکتور / تیمار	CF-0(%)	CF-30(%)	CF-50(%)	WG-30 (gr)	WG-50(gr)	SGR-30(%)	SGR-50(%)	FCR	PER
شاهد	۱/۲۸±۰/۰۰۸^{a}	۱/۱۳±۰/۰۱^{b}	۱/۰۷±۰/۰۱^{b}	۳۵/۷۸±۲/۱۹^{c}	۸۲/۸۹±۲/۱۲^{c}	۰/۵۲±۰/۰۲^{c}	۰/۶۶±۰/۰۱^{c}	۱/۶۶±۰/۰۴^{a}	۱/۴۵±۰/۰۳۷^{c}
تیمار ۵۰٪	۱/۲۸±۰/۰۰۷^{a}	۱/۱۹±۰/۰۱^{a}	۱/۱۲±۰/۰۰۶^{a}	۶۱/۳۳±۳/۲۴^{a}	۱۲۷/۱۱±۳/۶۶^{a}	۰/۸۴±۰/۰۳۹۸^{a}	۰/۹۴±۰/۲۱^{a}	۱/۰۹±۰/۰۳۲^{c}	۲/۲۳±۰/۰۶۴^{a}
تیمار ۱۰۰٪	۱/۳±۰/۰۰۵^{a}	۱/۱۳±۰/۰۱^{b}	۱/۱۱±۰/۰۰۹^{a}	۵۱/۰۰۳±۲/۵۳^{b}	۹۴/۲۲±۱/۹۶^{b}	۰/۷۱±۰/۰۳^{b}	۰/۷۴±۰/۰۱^{b}	۱/۴۵±۰/۰۳۲^{b}	۱/۶۵±۰/۰۳۹^{b}
ارزش p	۰/۲۶۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

حروف متفاوت در هر ستون نشان از اختلاف معنی‌دار مابین داده‌ها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵).

CF: ضریب چاقی، WG: افزایش وزن بدن، SGR: شاخص رشد ویژه، FCR: ضریب تبدیل غذایی، PER: نسبت کارایی پروتئین

جدول ۵: تغییرات وزن در ماهی قزل آلا تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی بیوسیلاژ تهیه‌شده از روده مرغ در مزرعه سد

Table 5: Weight changes in rainbow trout fed with biosilage-containing treatments prepared from chicken intestine in the dam farm

فاکتور / تیمار	وزن اولیه(گرم)	وزن ۳۰ روز(گرم)	وزن ۵۰ روز(گرم)
شاهد	۱۲۰/۶۸ ± ۱/۵۵^{a}	۱۵۳ ± ۲/۱۱^{b}	۲۱۸/۰۴ ± ۴/۲۱^{b}
٪۵۰	۱۲۰/۱۵ ± ۱/۲^{a}	۱۶۶/۸۸ ±۲/۹۹^{a}	۲۳۰/۵۵± ۴/۲۷^{a}
٪۱۰۰	۱۲۰/۹۱ ± ۱/۲۹^{a}	۱۵۵/۶۲± ۲/۱^{ab}	۲۱۹/۱۵± ۴/۲۲^{b}
ارزش p	۰/۹۲۱	۰/۰۶۳	۰/۰۷۳

حروف متفاوت در هر ستون نشان از اختلاف معنی‌دار مابین داده‌ها می‌باشد($p\leq$۰/۰۵).

جدول ۶: تغییرات طول در ماهی قزل آلا تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی بیوسیلاژ تهیه شده از روده مرغ در مزرعه سد

Table 6. Length changes in rainbow trout fed with biosilage-containing treatments prepared from chicken intestine in the dam farm

فاکتور / تیمار	طول اولیه (سانتی متر)	طول ۳۰ روز(سانتی متر)	طول ۵۰ روز(سانتی متر)
شاهد	۲۲/۱±۰/۱۳^{a}	۲۵/۳۷± ۰/۱۵^{a}	۲۶/۹۱± ۰/۱۶^{a}
٪۵۰	۲۱/۹۵ ±۰/۱۳^{a}	۲۴/۹۱± ۰/۱۴^{a}	۲۷/۴ ±۰/۱۹^{a}
٪۱۰۰	۲۲± ۰/۱۱^{a}	۲۴/۴۸± ۰/۱۱^{a}	۲۶/۹۵± ۰/۱۷^{a}
ارزش p	۰/۵۲۶	۰/۷۲۶	۰/۶۳۵

حروف متفاوت در هر ستون نشان از اختلاف معنی‌دار مابین داده‌ها می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵).

در جدول ۷ به سایر فاکتورهای رشد اشاره شده است. مطابق جدول تغییرات ضریب چاقی از زمان شروع تا روز ۵۰، فاقد اختلاف معی‌دار بین سه تیمار بود. ولی با این وجود، در روز ۳۰، بین تیمار شاهد و دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار وجود داشته است ($p\leq$۰/۰۵). بیشترین افزایش وزن مربوط به تیمار ۵۰ درصد می‌باشد که معادل ۱۱۰/۴ گرم در روز ۵۰ افزاش وزن داشته است. مقادیر شاخص مذکور در این تیمار به صورت معنی‌داری از دو تیمار دیگر بیشتر بود ($p\leq$۰/۰۵). تیمارهای شاهد و ۱۰۰ درصد در روزهای مورد بررسی از نظر شاخص افزایش وزن

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. در روزهای مورد بررسی، شاخص رشد ویژه در تیمار ۵۰ درصد به صورت معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود. تیمارهای ۱۰۰ درصد و شاهد نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص مذکور نداشتند. ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۵۰ درصد به صورت معنی‌داری مطلوب‌تر از سایر تیمارها بود ($p\leq۰/۰۵$). تیمارهای ۱۰۰ درصد و شاهد در این زمینه اختلاف معنی‌دار نداشتند. نسبت کارایی پروتئین نیز در تیمار ۵۰ درصد به صورت معنی‌داری بهتر از دو تیمار دیگر گزارش شد ($p\leq۰/۰۵$). این در حالیست که بین تیمار ۱۰۰ درصد و شاهد، اختلاف معنی‌داری ثبت نشد.

جدول ۷: تغییرات ضریب چاقی، افزایش وزن، رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارآیی پروتئین در ماهی قزل آلای تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی بیوسیلاژ تهیه‌شده از روده مرغ در مزرعه سد

Table 7. Changes in CF, WG, SGR, FCR and PER in rainbow trout fed with treatments containing biosilage prepared from chicken intestine in dam farm

فاکتور/ تیمار	CF-0(%)	CF-30(%)	CF-50(%)	WG-30 (gr)	WG-50(gr)	SGR-30(%)	SGR-50(%)	FCR	PER
شاهد	۱/۱۱± ۰/۰۰۹^{a}	۰/۹۳±۰/۰۱^{b}	۱/۱۱ ±۰/۰۱^{a}	۳۲/۰۹±۲/۱۱^{b}	۹۷/۳۶±۴/۲۱^{b}	۰/۷۷±۰/۰۴^{b}	۱/۱۶±۰/۰۳^{b}	۱/۶۶±۰/۰۷^{a}	۱/۵±۰/۰۶۵^{b}
٪۵۰	۱/۱۳± ۰/۰۰۹^{a}	۱/۰۶ ±۰/۰۱^{a}	۱/۰۶ ±۰/۰۰۸^{a}	۴۶/۱۵±۲/۹۸^{a}	۱۱۰/۴±۴/۲۷^{a}	۱/۰۷±۰/۰۵^{a}	۱/۲۸±۰/۰۳^{a}	۱/۴۵±۰/۰۵^{b}	۱/۷۳±۰/۰۶۶^{a}
٪۱۰۰	۱/۱۳± ۰/۰۰۸^{a}	۱/۰۵±۰/۰۰۶^{a}	۱/۱۱ ±۰/۰۰۹^{a}	۳۴/۹۷±۲/۰۹^{b}	۹۸/۲۴±۴/۲۲^{b}	۰/۸۲±۰/۰۴^{b}	۱/۱۷±۰/۰۳^{b}	۱/۶۴±۰/۰۶^{a}	۱/۵۴±۰/۰۶۷^{b}
ارزش p	۰/۲۵۲	۰/۰۰۰	۰/۹۶۸	۰/۰۰۰	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷

حروف متفاوت در هر ستون نشان از اختلاف معنی‌دار مابین داده‌ها می‌باشد ($p\leq۰/۰۵$).

CF: ضریب چاقی، WG: افزایش وزن بدن، SGR: شاخص رشد ویژه، FCR: ضریب تبدیل غذایی، PER: نسبت کارایی پروتئین

بحث

در تحقیق حاضر، مشخص شد که تیمار دارای ۵۰ درصد بیوسیلاژ تهیه‌شده از ضایعات مرغ، از نظر شاخص‌های افزایش وزن، ضریب چاقی، رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین در وضعیت مطلوب‌تری از تیمار ۱۰۰ درصد و شاهد قرار دارد. در مطالعه Badillo و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر سطوح مختلف پروتئین تهیه‌شده از ضایعات طیور به عنوان جایگزین پودر ماهی در رژیم غذایی ماهی قزل آلا مورد استفاده قرار گرفت. تیمارها با درصدهای صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد از ضایعات طیور فرموله شدند. نتایج نشان داد که نمونه ۱۰۰ درصد باعث افزایش رشد ماهی شد، اما نسبت کارایی پروتئین تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. در تحقیق حاضر تیمار ۵۰ درصد از نظر شاخص‌های رشد و نسبت کارایی پروتئین مطلوب‌تر از تیمار ۱۰۰ درصد بوده است. شایان ذکر است، در مطالعه حاضر ضایعات طیور ابتدا تحت تاثیر تخمیر میکروبی قرار گرفت و سپس به جیره غذایی قزل آلا اضافه شدند. علت تاثیر تیمار ۵۰ درصد، به لحاظ بالا بودن خواص عملکردی پروتئین مذکور می‌باشد. در مطالعه Fagbenro و Fasakin (۱۹۹۶) از ضایعات مرغ، پس از تهیه سیلاژ اسیدی با اسیدسیتریک، به عنوان مکمل میکروبی در جیره غذایی گربه ماهی استفاده شد. طول دوره پرورش ۷۰ روز بود و شاخص‌های رشد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد جایگزینی ۳۰ درصد از ضایعات مرغ قابل مقایسه با پودر ماهی از نظر درصد رشد ماهی است. در مطالعه Emre و همکاران (۲۰۰۳) از ضایعات طیور به عنوان رژیم تکمیلی در ماهی کپور معمولی استفاده شد. چهار جیره صفر، ۳۳، ۶۷ و ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین و نیز رشد در غلظت‌های بالاتر ضایعات، اثر کاهشی داشته ولی در مقادیر پایین‌تر، قابل مقایسه با پودر ماهی بوده است که با نتایج مطالعه حاضر نیز هم‌خوانی دارد و با افزایش درصد بیوسیلاژ از ۵۰ به ۱۰۰ درصد، شاخص‌های مذکور روند افزایشی نداشتند. در تحقیق Belal و همکاران (۱۹۹۵) از سیلاژ ضایعات مرغ به عنوان جایگزین

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

پودر ماهی در جیره غذایی ماهی تیلاپیا استفاده شد. غلظت‌های مورد استفاده ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به عنوان جایگزین پودر مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان ۲۰ درصد قابل مقایسه با پودر ماهی است و بر فاکتورهای رشد، ضریب تبدیل غذایی اثر داشته است. در پژوهش Siddik و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر پودر ضایعات مرغ بر شاخص‌های رشد ماهی مورد بررسی قرار گرفت. غلظت‌های ۷۵ و ۱۰۰ درصد ضایعات تخمیری طیور (تخمیر با استفاده از لاکتوباسیلوس، ساکارومیسس) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت‌های بالاتر تاثیر کمتری بر شاخص‌های رشد داشته است که این یافته با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد. در مطالعه Shao و همکاران (۲۰۱۹) از بیوسیلاژ ماهی به عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره میگوی وانامی استفاده شد. سطوح مورد استفاده شامل ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بوده است و آزمایش‌ها در طول ۸ هفته انجام گرفت. نتایج نشان داد که تیمار دارای ۲۵ درصد بیوسیلاژ نسبت به سایر تیمارها دارای پاسخ بهتری بوده و بر رشد میگو تاثیرات معنی‌داری داشته است. مقایسه نتایج مذکور و نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تاثیرات بهتر تیمار حاوی ۵۰ درصد بیوسیلاژ در مقایسه با تیمار حاوی ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ بر شاخص‌های رشد بوده است. در پژوهش Fowler (۱۹۹۱) از پودر ضایعات طیور به عنوان منبع پروتئینی در جیره غذایی ماهی سالمون استفاده شد به‌طوری‌که درصد جایگزینی ۳۰-۰ درصد بود. نتایج نشان داد که پودر مورد استفاده تاثیر چندانی بر شاخص‌های رشد ندارد. مقایسه این یافته با نتایج تحقیق پیش‌رو نشان از وجود تفاوت در پودر ضایعات مرغ و بیوسیلاژ و همچنین بالاتربودن خواص بیوسیلاژ نسبت به پودر ضایعات دارد. نتایج تحقیق Dawood و همکاران (۲۰۲۰) نتیجه پژوهش حاضر را تائید کرد. در تحقیق مذکور از پودر طیور تخمیر شده با مخمر در جیره غذایی ماهی تیلاپیا استفاده شد و تاثیر آن بر شاخص‌های رشد مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان جایگزینی۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد بود و آزمایش‌ها در ۸ هفته انجام گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد باعث ارتقاء شاخص‌های رشد نظیر ضریب تبدیل خورا، ضریب رشد ویژه و افزایش وزن شده‌اند. در مطالعه Hong و همکاران (۲۰۲۰) مخلوطی از پودر ضایعات طیور و پودر کنجاله سویای تخمیر شده به عنوان جایگزین پودر ماهی استفاده شد و تاثیر آن بر شاخص‌های رشد ماهی سی‌باس آسیایی[1] مورد ارزیابی قرار گرفت. در مطالعه مذکور، درصدهای جایگزینی ۱۰۰-۰ درصد بود. نتایج نشان داد که میزان جایگزینی تا ۶۰ درصد، تاثیرات مثبت بر شاخص‌های مورد بررسی داشته درحالی‌که تیمار ۱۰۰ درصد کمترین تاثیر را بر افزایش وزن و ضریب رشد ویژه داشته است. این نتایج منطبق بر یافته‌های تحقیق پیش‌رو می‌باشد. در مطالعه Hernandez و همکاران (۲۰۱۴) نتایجی مشابه یافته تحقیق حاضر ثبت شد. در تحقیق مذکور تاثیر جایگزینی پودر ضایعات طیور بر شاخص‌های رشد ماهی Snapper[2] مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از تاثیرات مثبت ۲۵ درصد جایگزینی بود و با افزایش درصد جایگزینی، شاخص‌های رشد کاهش یافت که ناشی از کمبود متیونین و لیزین می‌باشد. در مطالعه Yildirim و همکاران (۲۰۰۹) از پودر ضایعات طیور به عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی تیلاپیا[3] استفاده گردید. نتایج نشان داد که میزان جایگزینی با ۵۰ درصد از ضایعات طیور دارای نتایج بهتری بود، ولی در درصدهای بالاتر نتایج چندان رضایت بخش نیست.

استفاده از بیوسیلاژ تولیدی از ضایعات مرغ از قابلیت جایگزینی برای پودر ماهی برخوردار است و از این محصول می‌توان در صنعت غذای آبزیان استفاده کرد. جیره محتوی ۵۰ درصد بیوسیلاژ —۵۰ درصد پودر ماهی نسبت به جیره محتوی ۱۰۰ درصد پودر ماهی و جیره ۱۰۰ درصد بیوسیلاژ تاثیر مطلوب‌تری بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین دارد.

[1] Asian seabass (*Lates calcarifer*)
[2] *Latjanus guttatus*
[3] *Tilapia zillii*

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

تشکر و قدردانی

محققین تحقیق حاضر بر خود لازم می‌دانند از اداره کل شیلات استان مازندران و پژوهشکده اکولوژی دریای خزر تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

صفری، ر.، نصراله‌زاده، ح.، فارابی، م، و.، جعفری، ع. و ابراهیم‌زاده، م.، ۱۳۹۸. تولید بیوسیلاژ از ضایعات ماهی قزل آلای رنگین‌کمان. گزارش نهایی. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر.

فراهانی، ر.، شیرازی، غ. و خوشخو، ژ.، ۱۳۹۴. راهنمای پرورش ماهی قزل آلا. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، ۲۹۷ ص.

Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M. and Ismael, N.E., 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, Saccharomyces cerevisiae as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 280(1-4): 185-189. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.03.055.

Austreng, E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, 13(3): 265-272. DOI: 10.1016/0044-8486 (78)90008-X.

Badillo, D., Herzka, S.Z. and Viana, M.T., 2014. Protein Retention Assessment of Four Levels of Poultry By-Product Substitution of Fishmeal in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Diets Using Stable Isotopes of Nitrogen (δ 15 N) as Natural Tracers. *PLoS One*, 9(9): e107523. DOI: 10.1371/journal.pone.0107523.

Belal, I.E.H., Al-Owaifeir, A. and Al-Dosari, M., 1995. Replacing fish meal with chicken offal silage in commercial *Oreochromis niloticus* (L.) feed. *Aquaculture Research*, 26(11): 855-858. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1995.tb00879.x.

Dawood, M.A.O., Magouz, F.I., Mansour, M., Saleh, A.A., Asely, A.M.E., Fadl, S.E., Ahmed, H.A., Al-Ghanim, K.A., Mahboob, S., and Al-Misned, F., 2020. Evaluation of yeast fermented poultry by-product meal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) feed: Effects on growth performance, digestive enzymes activity, innate immunity, and antioxidant capacity. *Frontiers in Veterinary Science*, 6: 516. DOI:10.3389/fvets.2019.00516.

De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Springer Science and Business Media, Azar 9, 1373 AP - Science - 320 P.

Emre, Y., Sevgili, H. and Diler, İ., 2003. Replacing fish meal with poultry by-product meal in practical diets for mirror carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(2), 81-85.

Fagbenro, O.A. and Fasakin, E.A., 1996. Citric-acid-ensiled poultry viscera as protein supplement for catfish (*Clarias gariepinus*). *Bioresource technology*, 58(1): 13-16. DOI: 10.1016/S0960-8524(96)00081-8.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

Fowler, L.G., 1991. Poultry by-product meal as a dietary protein source in fall Chinook salmon diets. *Aquaculture*, 99(3-4): 309-321. DOI: 10.1016/0044-8486(91)90251-2

Goosen, N.J., de Wet, L.F., Görgens, J.F., Jacobs, K. and de Bruyn, A., 2014. Fish silage oil from rainbow trout processing waste as alternative to conventional fish oil in formulated diets for Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Animal Feed Science and Technology*, 188: 74-84. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.10.019.

Güllü, K., Acar, Ü. Tezel, R. and Yozukmaz, A., 2014. Replacement of fish meal with fish processing by-product silage in diets for the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(6): 697-1703.

Helland, S.J., Grisdale-Helland, B. and Nerland, S., 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquaculture*, 139(1-2): 157-163. DOI: 10.1016/0044-8486(95)01145-5.

Hernández, C., Osuna, L. and Hernandez, A.B., 2014. Effect of fishmeal replacement by poultry by-product meal on growth performance, proximate composition, digestive enzyme activity, haematological parameters and gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Nutrition*, 42 (1): 1-12. DOI:10.1111/anu.12824.

Hevrøy, E. M., Espe, M., Waagbø, R., Sandnes, K., Ruud, M. and Hemre, G. I., 2005. Nutrient utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed increased levels of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. *Aquaculture Nutrition*, 11(4): 301-313. DOI:10.1111/j.1365-2095.2005.00357.x.

Hong, Y.C., Chien, A. and Sheen, S.S., 2020. The effects of replacement of fish meal protein with a mixture of poultry byproduct meal, fish silage and fish protein hydrolysate on the growth performances of Asian sea bass (*Lates calcarifer*). *Journal of Marine Science and Technology*, 27(6): 532-539. DOI: 10.6119/JMST.201912_27 (6).0006.

Kamei, M., Sahu, B., Raman, S., Nanda, S., Choudhury, D. and Dorothy, M.S., 2018. Use of Fish Silage Based Blended Protein Source for Replacement of Fish Meal in Thai-Pangas Diet. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(10): 2949-2961. DOI:10.20546/ijcmas.2018.710.342.

Shao, J., Jiang, K. and Wang, L., 2019. *Litopenaeus vannamei* fed diets with different replacement levels of fish meal by fish silage: A molecular approach on intestinal microbiota. *Aquaculture Nutrition*, 25(3): 721-728. DOI: 10.1111/anu.12900.

Siddik, M.A., Chungu, P., Fotedar, R. and Howieson, J., 2019. Bioprocessed poultry by-product meals on growth, gut health and fatty acid synthesis of juvenile barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). *Plos one*, 14(4): 1-18. DOI:10.1371/journal.pone.0215025.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

Tacon, A.G., 1990. Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Argent librations press. Redmond, Wash, 1, 117P.

Yildirim, O., Türker, A., Ergün, S., Yigit, M. and Gülsahin, A., 2009. Growth performance and feed utilization of Tilapia zillii (Gervais, 1848) fed partial or total replacement of fish meal with poultry by-product meal. *African Journal of Biotechnology*, 8(13): 3092-3096.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]

Effect of using biosilage produced from chicken waste in diet formulation on growth indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

safari R.[1]*; Nasrollahzadeh H.[1]; Farabi M.V.[1]; Jafari A.[1]; Reyhani Poul S.[2]; Abbaszadeh M.M.[3]; Zamani M.[3]; Ebrahimzadeh M.[1]

*Safari1351@gmail.com

1-Caspian Sea Ecology Research Institute, Fisheries Science Research Institute, Agricultural Education and Extension Research Organization, Sari, Iran
2-Department of Processing of Fishery Products, Faculty of Fisheries and Environment , Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3-General Department of Fisheries of Mazandaran Province, Babolsar, Iran

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the feasibility of using biosilage produced from chicken waste and to replace this product in the diet of rainbow trout instead of fish meal. Because biosilage has higher properties and lower prices than fish meal. For this purpose, after producing biosilage based on fermentation of autogenous bacteria, is added to the diet formulation in the form of two treatments of 50% biosilage -50% fish meal and 100% biosilage and the growth performances and feed efficiency (WG, CF, SGR, FCR, PER) indices of these two treatments along with the control treatment (100% fish meal) on days 30 and 50 were evaluated and compared. The results showed that the indicators of WG, CF and SGR, in the treatment with 50% biosilage -50% fish meal are significantly higher than the other two treatments. It was also found that this treatment is more favorable than the other two treatments in terms of FCR and PER. According to the results, biosilage produced from chicken waste is a good alternative to fish meal. In addition, 50% biosilage-50 fish meal treatment is more desirable in terms of growth and feed index than 100% fish meal and 100% biosilage treatment.

Keywords: Biosilage, Chicken waste, Growth performances, Rainbow trout, FCR

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.5.6.9]