"مقاله پژوهشی"

اثر سطوح مختلف فوکوییدان (Marivet) جیره بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*)

فریده قالبی حاجیوند[1]، امیر حسین اسماعیلی*[1]، عبدالمحمد عابدیان[1]

۱. گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۹

چکیده

فوکوییدان یک هتروپلی‌ساکارید محلول در آب است که در دیواره سلولی جلبک‌های قهوه‌ای و برخی بی‌مهره‌گان یافت می‌شود. در این تحقیق این هتروپلی‌ساکارید با هدف بهبود رشد، ترکیب بدن و شاخص‌های بیوشیمیایی خون به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اضافه گردید. بچه ماهیان دارای میانگین وزنی ۰/۷۰±۱۸/۷۴ گرم بودند. آزمایش شامل سطوح صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد فوکوییدان در هر کیلوگرم جیره در قالب پنج تیمار با سه تکرار در تانک‌های ۱۰۰ لیتری با تراکم ۱۰ عدد در هر تانک انجام شد. بر اساس نتایج، بیش‌ترین وزن نهایی، نرخ رشدویژه و درصد افزایش وزن بدن به تیمار ۲ درصد تعلق داشت (P<۰/۰۵). بیش‌ترین فاکتور وضعیت و شاخص احشایی در گروه شاهد، مشاهده شد (P<۰/۰۵). میزان چربی و رطوبت در تیمار ۰/۵ درصد فوکوییدان نسبت به گروه شاهد، دارای تفاوت معنی‌داری بود (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان پروتئین تام و HDL در تیمار ۰/۱ (P<۰/۰۵) مشاهده شد و گروه شاهد بیش‌ترین میزان LDL را نشان داد (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج این تحقیق فوکوییدان در دوز، ۲ درصد سبب بهبود عملکرد رشد و در دوز ۰/۱ درصد می‌تواند اثرات مثبتی بر فاکتورهای بیوشیمیایی خونی بگذارد. اما با توجه به اینکه فوکوییدان ماده‌ای با خاصیت تحریک کنندگی سیستم ایمنی بوده و همچنین اثرات مثبتی بر فاکتورهای خونی داشته، پیشنهاد می‌گردد در دوز ۰/۱ درصد در جیره این ماهی استفاده گردد.

کلید واژها: قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*)، فوکوییدان (Marivet)، رشد، ترکیب لاشه

* عهده‌دار مکاتبات (✉). Amirh.smiley@modares.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از مهم‌ترین گونه‌های آزاد ماهیان بوده که دارای ارزش اقتصادی بالایی است و بخش زیادی از میزان تولید آبزیان را به خود اختصاص می‌دهد. نزدیک به ۶۰ درصد از هزینه‌های پرورش این ماهی، مربوط به خوراک است. جلبک‌های خشک شده به‌عنوان مکمل غذایی درآبزی‌پروری موجب بهبود عملکرد رشد، تغذیه و کیفیت لاشه در آبزیان مختلف می‌شوند (Jaime-Ceballos *et al*., 2005).

جلبک‌های دریایی حاوی ترکیبات مغذی از جمله لیپیدها، پروتئین‌ها، پپتیدها، پلی‌ساکاریدها، رنگ‌دانه‌ها و متابولیت‌های ثانویه (ترکیبات فنولیک) هستند (Wang *et al*., 2014) .پلی‌ساکاریدهایی که به تازگی مورد توجه محققین قرارگرفته‌اند، پلی‌ساکارید های سولفاته می‌باشند (رستمی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از این پلی‌ساکاریدهای سولفاته، فوکوییدان است. اصطلاحی که برای پلی‌ساکاریدهای سولفاته، غنی از قند فوکوز که اخیرا مورد توجه جدی قرارگرفته است و مصارف گوناگونی در حوزه سلامت دارد فوکوییدان می‌باشد (Li et *al*., 2008, Ale *et al*., 2011). در یک بررسی اثر فوکوییدان بر رشد ماهی بارامونديی نشان داد که اضافه کردن آن به جیره این ماهی سبب بهبود رشد می‌شود (Tuller *et al*., 2014). Mir و همکاران (2017) عنوان کردندکه فوکوییدان سبب تقویت رشد در ماهی روهومی‌شود. با توجه به اینکه هدف اصلی در آبزی‌پروری رشد است که در نتیجه سنتز پروتئین ایجاد می‌شود، مطالعات انجام شده حاکی از آن است که پلی‌ساکاریدهای سولفاته می‌توانند فاکتورهای رشدی (FG)، فاکتور رشد فیبروبلاست (FGF) و فاکتور رشد تغییردهنده (TGF) را تنظیم و تحت تأثیر قرار دهند (Salek-Ardakani *et al*., 200).برخی از مطالعات نشان داند که فوکوییدان به عنوان یک پلی‌ساکارید سولفاته، می‌تواند با میوستاتین پیوند برقرارکند و فعالیت آن را مهارکند (Ramazanov *et al*., 2003) بنابراین باتوجه به ارتباط، پلی‌ساکاریدهای سولفاته با فاکتورهای رشدی، به نظر می‌رسد استفاده از آن‌ها روشی مناسبی برای ارتقاء رشد در ماهیان پرورشی باشند. شایان ذکر است که مطالعات مختلفی گزارش کردند که فوکوییدان سبب افزایش رشد میگو می‌شود اما تعداد گزارش‌های مبنی بر اثر این پلی‌ساکارید بر رشد ماهی بسیار کم است (Mir *et al*., 2017)؛ با توجه به اینکه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌راحتی غذای دستی را می‌گیرد و با محیط پرورشی به‌آسانی سازگار می‌شود (راستیان نسب و همکاران، ۱۳۹۵)، بنابراین در این تحقیق این نوع پلی‌ساکارید با هدف بهبود عملکرد رشد، تغذیه و ترکیب لاشه به جیره آن اضافه گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در زمستان ۱۳۹۶ در کارگاه تحقیقات آبزیان دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. ۲۵۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از کارگاه یاس واقع در شهرستان آمل تهیه و به مدت ۲ هفته در تانک‌های ۳۰۰ لیتری با شرایط جدید پرورش سازگار شدند. در این مدت جیره شاهد به عنوان غذای دوره سازگاری استفاده‌گردید. پس از انجام مرحله سازگاری، ماهیان با استفاده از گل میخک با غلظت ۶ گرم در ۱۵ لیتر آب بیهوش شدند. سپس زیست‌سنجی اولیه انجام گرفت. ۱۵۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن اولیه ۱۸/۷۴±۰/۷ به طور

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

تصادفی انتخاب شدند. ماهیان به ۱۵ تانک فایبرگلاس (۱۰۰ لیتر) با تراکم ۱۰ عدد در هر تانک توزیع گردیدند. غذادهی سه وعده در روز بر اساس درصد وزن بدن، اشتهای ماهی و دمای آب انجام می‌گرفت. آزمایش در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی به مدت ۸ هفته انجام گرفت. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب مانند دمای آب از ۱۵ تا ۱۷ درجه در طول دوره پرورش متغیر بود. هوادهی به شکل دائم صورت می رفت و تعویض آب (به طور میانگین ۷۰ درصد آب به صورت روزانه با آب تازه جایگزین می‌شد) و سیفون کردن روزانه صورت می-گرفت. فوکوییدان مصرفی جهت استفاده در تیمارهای تعریف‌شده از شرکت مارینوای استرالیا (Marinova, Hobart, Tasmania) خریداری شد. سپس با توجه به تیمارهای تعیین شده در ۴ سطح ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد در هر کیلوگرم غذا به جیره پایه اضافه گردید (Mir *et al*., 2017; Yang *et al*., 2014; Tuller *et al*., 2014). جهت ساخت جیره ابتدا مواد خشک با مواد معدنی و ویتامینه به مقدارلازم مخلوط شدند و با استفاده از مخلوط کن با هم میکس شدند. در مرحله‌ی بعد روغن به ترکیب فوق اضافه‌گردید و مجددا با هم مخلوط شدند، فوکوییدان مورد نیاز برای هر تیمار به دقت با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱گرم وزن شد و به آب اضافه گردید. سپس به مخلوط فوق اضافه شد. غذای مخلوط شده با چرخ‌گوشت پلت شد، پلت‌ها در دمای ۴۲ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در خشک‌کن نگهداری شده تا خشک شوند. آنالیز تقریبی جیره نشان داد که جیره تهیه شده حاوی ۴۶/۶۱ درصد پروتئین، ۱۴/۸۰ درصد چربی، ۳/۵۴ درصد رطوبت، ۱۳/۹۵ درصد خاکستر، ۲۱/۱ درصد کربوهیدات و انرژی جیره ۳۰/۴۰ کیلوژول بر گرم بود. ماهیان به مدت ۸ هفته با جیره‌های غذایی ساخته شده تغذیه شدند؛ و پس از آن در انتهای دوره، ابتدا ماهیان به وسیله عصاره گل میخک به مقدار ۶ گرم در ۱۵ لیتر آب بیهوش گشته و کل ماهیان مورد سنجش وزنی و طولی قرارگرفتند. درصد زنده‌مانی (SR) و سایر شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، کارایی پروتئین (PER)، شاخص وضعیت(CF)، مصرف روزانه غذا (DFI)، شاخص کبدی (HIS)، و شاخص امعاء و احشا (VSI)، از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (Luo *et al*., 2010).

درصد زنده‌مانی = (تعداد کل ماهیان در ابتدای دوره/تعداد ماهیان باقی‌مانده در انتهای دوره) × ۱۰۰

افزایش وزن بدن (گرم) (WG) = (وزن انتهایی به گرم − وزن ابتدایی به گرم)

نرخ رشد ویژه (SGR) = (ln (وزن انتهایی) − ln (وزن ابتدایی)] / (دوره پرورش [×۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = (مقدار غذای خشک داده شده گرم به /وزن تر به دست آمده به گرم)

کارایی پروتئین (PER) = (وزن تر تولید شده به گرم/ پروتئین مصرفی به گرم)

وضعیت شاخص (CF) = (وزن نهایی / طول نهایی^3) ×۱۰۰

مصرف روزانه غذا (درصد وزن به روز)(DFI) = (تعداد روز پرورش×۲/ وزن ابتدایی − وزن انتهایی/ کل مصرف غذا) ×۱۰۰

شاخص کبدی (HSI %) = (وزن کل بدن به گرم /وزن کبد به گرم) × ۱۰۰

شاخص امعا و احشا (VSI %) = (وزن کل بدن به گرم/وزن امعا و احشاء به گرم) ×۱۰۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

میزان پروتئن، چربی و خاکستر در ماده خشک اندازه گیری شد، بدین ترتیب که پروتئین خام به روش کجلدال و از طریق تعیین نیتروژن کل و ضرب آن در ضریب ۶/۲۵ محاسبه گردید (۶/۲۵ × درصد نیتروژن = درصد پروتئین)، چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله و با دستگاه سوکسله اتوماتیک انجام شد، رطوبت از طریق قراردادن نمونه در اتوکلاو در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت و خاکستر از طریق قرار دادن نمونه در کوره الکتریکی در حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷ ساعت اندازه‌گیری شد (AOAC, 1990). برای تعیین مقدار توتال پروتئین و گلوکز از روش رنگ سنجی و HDL و LDL از روش آنزیمی و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه گیری شد (Wieland *et al*., 1995). طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به رشد و سایر پارامترها، از آزمون واریانس یک طرفه (one Way ANOVA) و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک (دانکن) در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به‌صورت ME ±SD گزارش شده و ارزیابی‌ها در ۳ تکرار صورت گرفت. از نرم‌افزار SPSS version23 برای آنالیز آماری و از نرم‌افزار 2013 Excel برای رسم نمودار و جداول استفاده شد.

نتایج

نتایج گویای آن بود که وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در جیره‌های آزمایشی از افزایش معنی‌داری نسبت به جیره شاهد برخوردار بود (P<۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در میزان ضریب تبدیل غذایی، کارایی‌پروتئین، شاخص‌کبدی، درصد زنده‌مانی و مصرف روزانه غذا در بین تیمارها، مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بررسی فاکتور وضعیت و شاخص احشایی نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در بین گروه‌های آزمایشی بود (P<۰/۰۵) (جدول ۱). نتایج حاکی از آن است که فوکوییدان تفاوت معنی‌داری در میزان خاکستر و پروتئین لاشه ایجاد نکرده است (P>۰/۰۵) در حالی‌که در میزان چربی و رطوبت تفاوت معنی-داری مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۲). مقایسه‌ی نتایج بیوشیمیایی خون، تفاوت معنی‌داری را در میزان HDL، LDL و پروتئین تام نشان می‌دهد (p<۰/۰۵) اما از لحاظ میزان گلوکز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) (جدول ۳).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

جدول ۱: اثر سطوح مختلف فوکوییدان در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر شاخص‌های رشد و تغذیه

شاخص	سطوح مختلف فوکوییدان (گرم در کیلوگرم جیره)				
	صفر	۰/۱	۰/۵	۱	۲
وزن اولیه(g)	۱۸/۲۹± /۷۲	۱۸/۰۶ ± /۶۹	۱۹/۴۹ ± /۸۶	۱۹/۶۰ ± /۴۵	۱۸/۳۴ ± /۹۳
وزن‌نهایی(g)	۷۲/۸۰ ± ۲/۹ ^{a}	۷۴/۹۵ ± ۱/۱۹^{a}	۷۷/۶۶ ± ۱/۳۳ ^{ab}	۷۷/۲۰ ± ۴/۷۷ ^{ab}	۸۱/۱۷ ± ۲/۰۷ ^{b}
افزایش وزن بدن (g)	۵۴/۳۵ ± ۲/۶۳ ^{a}	۵۶/۲۳ ± ۱/۰۲ ^{a}	۵۸/۲۶ ± ۲/۱۹ ^{ab}	۵۷/۵۹ ± ۴/۵۱ ^{ab}	۶۲/۳۷±۱/۳۵ ^{b}
فاکتور وضعیت	۱/۱۶ ± /۰۶ ^{a}	۱/۰۶ ±./۰۴ ^{b}	۱/۱۱ ± ./۱۰^{ab}	۱/۰۵ ± /۰۷ ^{b}	۱/۰۷ ± /۰۷ ^{b}
نرخ رشد ویژه(%/day)	۲/۴۶ ± /۰۳^{a}	۲/۵۲ ±/۰۲ ^{ab}	۲/۴۸ ± /۱۲ ^{a}	۲/۴۴ ± /۰۲ ^{a}	۲/۶۲ ± /۰۲ ^{b}
ضریب تبدیل غذایی(٪)	/ ۵۹± /۰۳	/۶۱ ± /۰۴	/۶۲ ± /۰۰	/۶۰± /۰۴	/۶۱ ± /۰۱
کارایی پروتئین	۳/۶۲± /۵۷	۳/۴۹ ± /۱۲	۳/۴۳ ± /۰۴	۳/۵۶ ± /۲۰	۳/۳۴ ± /۱۵
مصرف روزانه غذا	۱/۶۲ ± /۱۹	۱/۷۵ ± /۰۴	۱/۷۸ ± /۰۳	۱/۷۱ ± /۰۹	۱/۷۶ ± /۰۱
شاخص کبدی(٪)	۱/۱۹ ± /۱۹	۱/۰۸ ± /۱۵	۱/۰۵ ± /۱۳	۱/۰۷ ± /۱۴	۱/۰۷ ± /۱۲
شاخص احشایی(٪)	۱۰/۹۳ ± ۱/ ۱۹^{a}	۹/۸۱ ± /۶۰^{bc}	۱۰/۳۴ ± /۶۷ ^{abc}	۹/ ۶۲ ± / ۹۵^{c}	۱۰/۶۰ ± /۷۸^{ab}
بازماندگی(%)	۹۳/۳۳	۹۶/۶۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

داده‌ها به‌صورت Mean ± SD بیان شده‌اند. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها است (P <۰/۰۵).

جدول ۲: اثر سطوح مختلف فوکوییدان در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر ترکیب لاشه (بر حسب درصد وزن ماده خشک)

ترکیب لاشه	سطوح مختلف فوکوییدان (گرم در کیلوگرم جیره)				
	صفر	۰/۱	۰/۵	۱	۲
پروتئین	۷۳/۸۲ ± ۱/۲۲	۷۴/۶۴ ± ۰/۵۲	۶۸/۰۸±۵/۵۷	۷۰/۳۰±۴/۱۷	۷۳/۴۴±۱/۵۳
چربی	۲۱/۸۸ ±۰/۳۶ ^{a}	۲۰/۲۸ ± ۲/۸۹ ^{a}	۲۶ ± ۲/۶۸ ^{b}	۲۳/۵۱ ± ۲/۳۵^{ab}	۲۲/۰۸±۰/۸۸ ^{a}
رطوبت	۷۴/۴۷ ± ۰/۶۵^{a}	۷۵/۹۴±۰/۷۸ ^{a}	۷۰/۳۶ ±۰/۶۵ ^{b}	۷۴/۶۲ ± ۱/۲۱ ^{a}	۷۴/۳۶ ± ۱/۵۸ ^{a}
خاکستر	۴/۳۶±۰/۵۲	۵/۰۷± ۰/۷۵	۵/۱۳ ± ۰/۴	۷/۰۳± ۰/۸۰	۴/۰۳±۰/۶۰

داده‌ها به‌صورت Mean ± SD بیان شده‌اند. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها است(p<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

جدول ۳: اثر سطوح مختلف فوکوییدان در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون

شاخص	سطوح مختلف فوکوییدان (گرم در کیلوگرم جیره)				
	صفر	۰/۱	۰/۵	۱	۲
LDL(mg/dl)	۷۲/۶۶ ± ۴/۵۰^{a}	۵۹/۶۶±۶/۸۰^{b}	۶۳/۰۰ ± ۴/۰۰^{b}	۷۴/۶۶ ± ۴/۵۰^{a}	۷۳/۰۰±۲/۸۲^{a}
TP(g/dl)	۳/۸۲±/۰۸^{a}	۴/۳۱±/۰۸^{c}	۴/۲۹±/۰۲^{bc}	۴/۱۶±/۰۸^{b}	۳/۹۴±/۰۴^{a}
گلوکز(mg/dl)	۳۲/۶۶ ±۶/۶۵	۴۲± ۴/۳۵	۳۵/۶۶ ±۳/۲۱	۳۴/۶۶ ± /۸۵	۳۶/۵۰ ± ۲/۱۲

داده‌ها به‌صورت Mean ± SD بیان شده‌اند. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

بحث

بیش‌ترین وزن نهایی، نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن، در تیمار ۲ درصد مشاهده گردید. درگزارشی Tuller و همکاران (۲۰۱۴) بیان نمودند، فوکوییدان در گربه ماهی موجب افزایش وزن بدن و هیپرتروفی ماهیچه می‌شود. در مطالعه‌ی Ramazanov و همکاران در سال (۲۰۰۳) مشخص شد، پلی-ساکاریدهای سولفاته می‌توانند با میوستاتین که به عنوان یک مهار کننده رشد عضلانی مطرح است، پیوند برقرار کنند و فعالیت این پروتئین را مهارکنند. در این تحقیق میزان رشد با افزایش دوز فوکوییدان افزایش یافته است، بنابراین می‌توان اذعان نمود، تشکیل کمپلکس، هترو پلی‌ساکارید با میوستاتین، سبب رشد شده است. یکی دیگر از گزارش‌ها در این زمینه، پژوهش Mir و همکاران (۲۰۱۷) است که اثر متیونین و فوکوییدان را بر ماهی روهو ارزیابی کردند و بیان نمودند، بالاترین دوز فوکوییدان به همراه کمترین دوز متیونین منجر به افزایش معنی‌دار، ضریب رشد ویژه، کارایی پروتئین و افزایش درصد وزن بدن می‌شود. تاثیرات مفید فوکوییدان در خصوص رشد، در خوک به اثبات رسیده است. از این اثرات می‌توان به داشتن نقش پری‌بیوتیکی (Sweeneyet *et al.*, 2017)، بهبود عملکرد سلول‌های اپیتلیال روده (مانع چسبیدن باکتری‌های همزیست به این سلول‌ها می‌شود) (Heim *et al.*, 2004)، افزایش طول میکروویلی‌های روده و درنتیجه افزایش هضم و بهبود عملکرد رشد (Choi *et al.*, 2017)، اشاره‌کرد. در آزمایشی Gora و همکاران (۲۰۱۸)، جیره‌های حاوی عصاره فوکوییدانی را بر ماهی روهو بررسی کردند، در این تحقیق اختلاف معنی‌داری، در میزان رشد مشاهده نشد، آنها بیان کردند، با توجه به اینکه، فوکوییدان یک مهارکننده تقسیم سلولی است، می‌تواند یک احتمال برای این امر باشد. با وجود اینکه رشد در تیمارهایی که این پلی‌ساکارید را دریافت کرده بودند، بهبود یافته بود، اما در ضریب تبدیل غذایی آنها، تغییری مشاهده نگردید، احتمال می‌رود ، مهار کننده-های رشدی مانند مانیتول، سدیم آلژینات و پلی فنل-های دریایی (Sweeneye *et al.*, 2017) که به مقدار جزئی در عصاره‌ی فوکوییدانی وجود داشتند، دلیل این امر باشد. در پژوهش حاضر میزان فاکتور وضعیت در ماهیان دریافت کننده فوکوییدان کاهش یافته است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

در مطالعه‌ی Huang و همکاران (۲۰۱۰) مشخص شد که فوکوییدان سبب فعال شدن لیپاز کبدی می‌شود، در نتیجه با فعال شدن این آنزیم میزان چربی در این کبد و احشاء کاهش می یابد. با توجه به اینکه گفته می‌شود در صورت تجمع چربی در کبد و احشاء شاخص وضعیت زیاد می‌شود، می‌توان فعال شدن آنزیم لیپاز را دلیلی برای کاهش فاکتور وضعیت دانست. ترکیبات چربی، مهمترین جنبه کیفیت غذایی ماهی بوده که بسته به نوع تغذیه ماهی دچار تغییر می‌شود (Medina et al.,1995). مطالعات قبلی نشان دادند که مکمل‌های جلبکی، تجمع چربی، در بدن ماهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. عوامل زیادی مانند ژنتیک، غدد درون ریز، محیط و تغذیه نقش مهمی در چربی ذخیره شده در بدن ایفا می‌کنند که از همه مهم‌تر تحت تاثیر تغذیه می‌باشد (Kim *et al.*, 2009). Kim و همکاران بیان نمودند که فوکوییدان به واسطه MAP کیناز می‌تواند باعث مهار تمایز سلول دیپوسیت شود و از این طریق تجمع چربی در بدن را کاهش می‌دهد. علاوه بر این Xu و همکاران (۲۰۱۷) طی مطالعه‌ای اعلام نمودند که فوکوییدان می‌تواند به وسیله تحریک لیپولیز، افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز، آدیپوس تری گلیسرید لیپاز و هیدرولیز آدیپوس تری گلیسرید، ذخیره چربی در بدن را کاهش دهد. با این حال نتایج به دست آمده از این مطالعه با یافته‌های بالا همسو نمی‌باشد. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که در تیمار ۰/۵ میزان چربی در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافته است، که این نتایج با یافته‌های Zamannejad و همکاران (۲۰۱۴) که اثر جلبک *Sargassum ilicifolium* را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی کردند، مطابقت دارد. علاوه بر این Traifalgar و همکاران (۲۰۱۴)، که در مطالعه‌ای اثرجیره فوکوییدان رابر میگوی ژاپنی بررسی کردند، تفاوت معنی‌داری، در ترکیب لاشه مشاهده نکردند. تغییر در چربی بدن می‌تواند، سبب بهبود شرایط فیزیولوژی و ترکیبات بدن شود که با طعم و مزه ماهی ارتباط تنگاتنگی دارد (Niu *et al.*, 2015). از سوی دیگر با توجه به رابطه‌ی چربی با پروتئین در تیمار ۰/۵ درصد که میزان چربی آن افزایش یافته است مقدار رطوبت در این تیمار کاهش یافته است. فاکتورهای سرمی مانند گلوکز، لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) و پروتئین کل نقش مهمی، در سلامت بدن ماهی ایفا می‌کنند (Hui et al., 2012). در این پژوهش میزان HDL و توتال پروتئین به شکل معنی‌داری در تیمار ۰/۱ در صد، در مقایسه با گروه شاهد، افزایش یافته است و میزان LDL در تیمار ۰/۱ درصد به طور معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد، افزایش یافته است. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که فوکوییدان نقش مهمی در کاهش کلسترول، چربی و قند خون دارد (Yang *et al.*, 2014). در گزارشی Yangو همکاران (۲۰۱۴) که فوکوییدان را به دوشکل تجاری و عصاره تهیه کرده بودند در گربه ماهی مورد آزمایش قرار دادند، آن‌ها عنوان کردند که فوکوییدان هر دوشکل آن موجب کاهش HDL و LDL و گلوکز می‌شود. فوکوییدان به وسیله بهبود بیان گیرنده‌های لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) و فعال-سازی آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز، لیپاز کبدی و لستین کلسترول آسیل ترانسفراز می‌تواند لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) را کاهش دهد (Wu *et al.*, 2003).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

نتایج حاصله از این آزمایش نشان می‌دهد که فوکوییدان اثرات مثبتی بر رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون داشته اما بر فاکتورهای تغذیه‌ای بدون تاثیر بوده و در خصوص ترکیب لاشه سبب افزایش میزان چربی و کاهش رطوبت در تیمار ۰/۵ شده است با جمع بندی این نتایج می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این پلی‌ساکارید در دوز بالا سبب بهبود عملکرد رشد و در دوز پائین اثرات مثبتی بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون دارد و همچنین در خصوص فاکتورهای تغذیه‌ای باید تحقیقات بیش‌تری در زمینه‌ی نقش پری‌بیوتیکی آن، تاثیر آن بر آنزیم‌های هضمی و طول میکرویلی‌ها صورت گیرد. و با توجه با افزایش چربی نیاز به سنجش آنزیم‌های لیپازی نیز است و علاوه بر مطالب گفته شده، پیشنهاد می‌شود که ارتباط این پلی‌ساکارید با فاکتور-های رشد خصوصا میوستاتین بررسی شود.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری‌نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. راستیان نسب، ا.، موسوی، م.، ذوالقرنین، ح.، صحافی زاده، ه.، ۱۳۹۵. بررسی پروبیوآنزیم بر بیان ژن‌های وابسته به ایمنی و کنترل بیماری دهان قرمز (Yersiniosis) در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، مجله علمی شیلات ایران. ۲۶ (۱)، ۱۵۳-۱۶۶.

۲. رستمی، ز.، طبرسا، م.، رضایی، م.، ۱۳۹۵. ساختار شیمیایی و خواص بیولوژیک پلی ساکارید های سولفاته استخراج شده از جلبک های دریایی سبز. مجله‌ی علوم فنون شیلات دانشگاه تربیت مدرس، ۵(۱)،۹۷-۱۱۶.

3. Ale, M.T., Mikkelsen, J.D. and Meyer, A.S., 2011. Important determinants for fucoidan bioactivity: A critical review of structure-function relations and extraction methods for fucose-containing sulfated polysaccharides from brown seaweeds. Marine drugs, 9, 2130-2116.

4. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official methods of analysis AOAC, Washington, DC, 1263.

5. Choi, Y., Hosseindoust, A., Goel, A., Lee, S., Jha, P. K., Kwon, I. K., & Chae, B. J., 2017. Effects of Ecklonia cava as fucoidan-rich algae on growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology and caecal microflora in weanling pigs. Asian-Australasian journal of animal sciences, 30(1), 64.

6. Gora, A. H., Sahu, N. P., Sahoo, S., Rehman, S., Dar, S. A., Ahmad, I., & Agarwal, D., 2018. Effect of dietary Sargassum wightii and its fucoidan-rich extract on growth, immunity, disease resistance and antimicrobial peptide gene expression in *Labeo rohita*. International Aquatic Research, 10(2), 115-131.

7. Huang, X., Zhou, H., & Zhang, H., 2006. The effect of *Sargassum fusiforme* polysaccharide extracts on vibriosis resistance and immune activity of the shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. Fish & shellfish immunology, 20(5), 750-757.

8. Heim, G., Sweeney, T., O'shea, C. J., Doyle, D. N., & O'doherty, J. V. 2015. Effect of maternal dietary supplementation of laminarin and fucoidan, independently or in combination, on pig growth performance and aspects of intestinal

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]
[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]

health. Animal Feed Science and Technology, 204, 28-41.

9. Hui, F. U., Wang, Q. K., Yun-Hai, H. E., & Ren, D. D., 2012. Functional effect of dietary fiber from seaweed Costaria costata residues on reduce in serum lipids in mice. Journal of Dalian Ocean University, 27, 200-204.
10. Jaime-Ceballos, B., Villarreal, H., Garcia, T., Perez-Jar, L., & Alfonso, E. 2005. Effect of *Spirulina platensis* meal as feed additive on growth, survival and development in *Litopenaeus schmitti* shrimp larvae. Revista de investigaciones marinas, 26, 235-241.
11. Kim, M. J., Chang, U. J., & Lee, J. S., 2009. Inhibitory effects of fucoidan in 3T3-L1 adipocyte differentiation. Marine biotechnology, 11, 557-562.
12. Li, B., Lu, F., Wei, X., & Zhao, R. 2008. Fucoidan: structure and bioactivity. Molecules, 13, 1671-1695.
13. Luo, G., Xu, J., Teng, Y., Ding, C., & Yan, B., 2010. Effects of dietary lipid levels on the growth, digestive enzyme, feed utilization and fatty acid composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus* L.) reared in freshwater. Aquaculture research, 41(2), 210-219.
14. Medina, I., Sacchi, R., & Aubourg, S. P., 1995. A 13C-NMR study of lipid alterations during fish canning: Effect of filling medium. Journal of the Science of Food and Agriculture, 69, 445-450.
15. Mir, I. N., Sahu, N. P., Pal, A. K., & Makesh, M., 2017. Synergistic effect of l-methionine and fucoidan rich extract in eliciting growth and non-specific immune response of *Labeo rohita* fingerlings against *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture, 479, 396-403.
16. Niu, J., Chen, X., Lu, X., Jiang, S. G., Lin, H. Z., Liu, Y. J., ... & Tian, L. X. 2015. Effects of different levels of dietary wakame (*Undaria pinnatifida*) on growth, immunity and intestinal structure of juvenile *Penaeus monodon*. Aquaculture, 435, 78-85.
17. Ramazanov Z., Jimenez del Rio M. & Ziegenfuss T., 2003. Sulfatedpolysaccharides of brown seaweed *Cystoseira canariensis* bind to serum myostatin protein. Acta Physiologica and Pharmacologica. Bulgarica, 27, 101–106.
18. Salek-Ardakani, S., Arrand, J. R., Shaw, D., & Mackett, M., 2000. Heparin and heparan sulfate bind interleukin-10 and modulate its activity. Blood, 96, 1879-188.
19. Sweeney, T., Meredith, H., Vigors, S., McDonnell, M. J., Ryan, M., Thornton, K., & O'Doherty, J. V., 2017. Extracts of laminarin and laminarin/fucoidan from the marine macroalgal species *Laminaria digitata* improved growth rate and intestinal structure in young chicks, but does not influence Campylobacter jejuni colonisation. Animal Feed Science and Technology, 232, 71-79.
20. Traifalgar, R.F., Kira, H., Thanh Tung, H., Raafat Michael, F., Laining, A., Yokoyama, S., IShikawa, M., Koshio, S., Serrano, A.E. and Corre, V., 2010. Influence of dietary fucoidan supplementation on growth and immunological response of juvenile *Marsupenaeus japonicus*. Journal of the World Aquaculture Society, 41, 235-244.
21. Tuller, J., De Santis, C., & Jerry, D. R., 2014. Dietary influence of Fucoidan supplementation on growth of *Lates calcarifer* (Bloch). Aquaculture research, 45, 749-754.
22. Traifalgar, R. F., Kira, H., Thanh Tung, H., Raafat Michael, F., Laining, A., Yokoyama, S., & Corre, V., 2010. Influence of dietary fucoidan supplementation on growth and immunological response of juvenile *Marsupenaeus japonicus*. Journal of the World Aquaculture Society, 41, 235-244.
23. Wang, L., Wang, X., Wu, H. and Liu, R., 2014. Overview on biological activities and molecular characteristics of sulfated polysaccharides from marine green algae in recent years. Marine Drugs, l 12, 4984–5020.
24. Wu, Q. H., Xing, Y. H., Rong, X. L., & Huang, P., 2007. Influence of FPS on the expression of LDL-R mRNA in the liver tissues of hyperlipidemic rats. Zhong yao cai= Zhongyaocai= Journal of Chinese medicinal materials, 30(8), 968-970.

constituents, anti-oxidation and innate immunity of juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). Fish & shellfish immunology, 41(2), 264-270.

28. Zamannejad, N., Emadi, H., & Hafezieh, M., 2016. Effects of supplementation of algae (*Sargassum ilicifolium*) on growth, survival and body composition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 15, 194-205.

25. Wieland, O. H., Deufel, T., & Paetzke-Brunner, I., 1985. Free and esterified carnitine: colorimetric method. Methods of enzymatic analysis, 8, 481-488.

26. Xu, P., Wang, Y., Chen, J., Yang, R., & Zhou, Q., 2017. Lipidomic profiling of juvenile yellow head catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) in response to Fucoidan diet. Aquaculture International, 25, 1123-114.

27. Yang, Q., Yang, R., Li, M., Zhou, Q., Liang, X., & Elmada, Z. C., 2014. Effects of dietary fucoidan on the blood

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.1.2.7]

[DOI: 10.52547/aqudev.15.1.43]