جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره پنجم، ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

اثرات سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه، نرخ بازماندگی و ترکیب بدن فیل‌ماهیان *Huso huso* (Linnaeus, 1754) جوان پرورشی

*رضا اکرمی[۱]، عبدالمجید حاجی‌مرادلو[۲]، عباس متین‌فر[۳]، عبدالمحمد عابدیان‌کناری[۴] و سیداکبر علیمحمدی[۵]

[۱]مربی گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، [۲]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، [۴]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، [۵]کارشناس‌ارشد شیلات، اداره کل شیلات استان گلستان

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۱۶

چکیده

استفاده از پربیوتیک‌ها به‌عنوان مواد غذائی غیرقابل هضم که به‌طور مؤثری سلامتی میزبان را از طریق تحریک و یا محدود کردن رشد باکتری‌های موجود در روده تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، ایده جدیدی است که در آبزی‌پروری شکل گرفته‌است. این پژوهش به‌منظور ارزیابی تأثیر یکی از انواع پربیوتیک‌ها به‌نام اینولین بر شاخص رشد، تغذیه، نرخ بازماندگی و ترکیب بدن فیل‌ماهیان جوان پرورشی انجام شد. این تحقیق با استفاده از طرح کاملاً تصادفی شامل سطوح ۱، ۲ و۳ درصد اینولین که جایگزین سلولز جیره شاهد شدند در قالب چهار تیمار با سه تکرار طراحی شد. بچه ماهیان با میانگین وزنی ۰/۳۸±۱۶/۱۴ گرم و تراکم ۵۰ عدد در حوضچه‌های فایبرگلاس به‌مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تا حد سیری تغذیه شدند. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل معیارهای رشد (وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت، مقدار غذای خورده شده روزانه و سرعت رشد طولی و وزنی)، شاخص های تغذیه‌ای (ضریب تبدیل غذا، کارایی غذا، نسبت بازده پروتئینی، میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین، نسبت کارایی چربی، ارزش تولید چربی و ارزش تولید انرژی)، ترکیب شیمیایی لاشه (رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین) و تراکم باکتریایی روده بود. نتایج حاصل از رگرسیون خطی حاکی از همبستگی منفی بین سطوح مختلف پربیوتیک اینولین و برخی شاخص‌های رشد و تغذیه شامل وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، کارآیی ابقاء انرژی، نسبت کارآیی پروتئین، میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین و کارایی غذا در فیل‌ماهیان پرورشی بود؛ به‌طوری‌که در سطح ۳ درصد اینولین در جیره مقادیر فاکتورهای فوق‌الذکر در مقایسه با سایر تیمارها کاهش یافت ($P<0/05$). بیشترین نرخ بقاء بدون هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد اینولین در جیره غذایی مشاهده گردید ($P>0/05$) و به موازات آن تعداد کل لاکتوباسیلوس‌های روده نیز در همین گروه نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت ($P<0/05$). یافته‌های آنالیز لاشه نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارها بر ترکیبات بدن فیل‌ماهیان جوان پرورشی تأثیر معنی‌داری نگذاشتند ($P>0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و کارایی تغذیه در فیل‌ماهی پرورشی ندارند و این پربیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی فیل‌ماهی باشد.

واژه‌های کلیدی: پربیوتیک اینولین، رشد، تغذیه، بازماندگی، ترکیب بدن، فیل‌ماهی (*Huso huso*)

*- مسئول مکاتبه: akrami202@yahoo.com

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

فیل‌ماهی (*Huso huso*) بزرگ‌ترین ماهی خانواده تاس‌ماهیان و از ماهیان تجاری دریای خزر می‌باشد که به‌دلیل رشد سریع و تحمل شرایط نامساعد محیطی، نسبت به سایر گونه‌ها برای پرورش، اهمیت بیشتری دارد. از طرفی این گونه به‌علت تولید خاویار سیاه از ارزش شیلاتی بالایی برخوردار است (پورعلی فشتمی و همکاران، ۲۰۰۶). در سال‌های اخیر صید بی‌رویه این ماهیان از منابع آبی از یک طرف، آلودگی‌های محیطی و صید غیرمجاز از سوی دیگر سبب گردیده تا نام فیل‌ماهی در فهرست گونه‌های در حال انقراض قرار گیرد (صالحی، ۲۰۰۶). برای جلوگیری از انقراض نسل این ماهی پرورش آن نیاز به دقت و همت جدی دارد. با توجه به اینکه در پرورش آبزیان ۵۰ درصد هزینه‌های پرورش مربوط به تغذیه است لذا سودمندکردن امر پرورش تاس‌ماهیان نیاز به دقت در مراحل غذادهی و استفاده از غذاهای مصنوعی است (سوداگر و همکاران، ۲۰۰۴). ایده جدیدی که مطرح شده‌است استفاده از پربیوتیک[1] در جیره ماهی و میگو می‌باشد. پربیوتیک‌ها عناصر غذایی (کربوهیدرات‌های غیرقابل هضمی[2] هستند که از طریق تحریک رشد یا فعال‌کردن یک یا تعداد محدودی از گونه‌های باکتریایی که در روده وجود دارند، اثرات سودمندی بر میزبان داشته و سلامتی آن را بهبود می‌بخشند (گیبسون و ربرفروید، ۱۹۹۵) بنابراین پربیوتیک‌ها باعث بهبود و تعادل میکروفلور روده و افزایش مکانیسم دفاعی میزبان می‌شوند. عناصر غذایی که به‌عنوان پربیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند بایستی خواصی را داشته باشند: (۱) در بخش‌های فوقانی دستگاه گوارش نبایستی هضم و جذب شوند، (۲) توسط یک یا تعدادی از باکتری‌های مفید روده به‌صورت گزینشی تخمیر شوند و (۳) میکروبیوتای[3] روده را به تولید ترکیبات سالم‌تر سوق دهند (فوکس و گیبسون، ۲۰۰۲). تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه (نظیر استات، پروپیونات و بوتیرات) و اسید لاکتیک ناشی از تخمیر اینولین منجر به کاهش pH روده می‌شود که شرایط مناسب برای رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک را فراهم می‌کند (اسکلی و فیلد، ۲۰۰۲). بیشترین موادی که به‌عنوان پربیوتیک در تغذیه انسان‌ها و حیوانات مورد بررسی قرار گرفته‌اند، کربوهیدرات‌ها هستند. مشخص شده است که در میان کربوهیدرات‌ها تنها اینولین، الیگوفرکتوز، ترانس گالاکتوالیگوساکارید و لاکتوز را می‌توان به‌عنوان پربیوتیک استفاده کرد. در حال حاضر پربیوتیک‌ها بیشتر بر اساس توانایی‌شان در افزایش رشد میکروارگانیسم‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک انتخاب می‌شوند (گیبسون، ۱۹۹۸). از بین کل پربیوتیک‌های آزمایش شده، فروکتون‌های نوع اینولین بیش از همه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. اینولین یک کربوهیدرات گیاهی غیرقندی پلی‌ساکاریدی است که دارای فیبر محلول بوده و از گیاهان مختلفی (نظیر: سیر، پیاز، سیب‌زمینی ترشی، تره‌فرنگی، گندم، موز، گل کوکب و کاسنی) با درجه پلی‌مریزاسیون متفاوت به‌دست می‌آید (ربرفروید، ۱۹۹۳). اگرچه اینولین یک فیبر طبیعی در جیره غذایی ماهیان نیست ولی به‌واسطه خواص پربیوتیکی آن در تحریک باکتری‌های مفید روده و توقف رشد باکتری‌های مضر، استفاده از آن در آبزی پروری ایده جالب توجهی می‌باشد (رینگو و همکاران، ۲۰۰۶).

با وجود اثرات مفیدی که برای پربیوتیک در نظر گرفته شده‌است، تحقیقات در این زمینه هنوز در آغاز راه خود قرار داشته و تعداد محدودی تحقیق در زمینه تأثیر پربیوتیک در ماهیان انجام شده‌است که از جمله آنها می‌توان به تأثیر نامطلوب اینولین در ماهی چارقطبی (*Salvelinus alpinus*) (اولسن و همکاران، ۲۰۰۱)،

1- Prebiotic
2- Non-Digestible Carbohydrate (NDC)
3- Microbiota

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

تأثیر مثبت و افزایشی پربیوتیک نوع گروبیوتیک[1] در هیبرید باس راه راه (لی و گاتلین، ۲۰۰۵-۲۰۰٤)، تأثیر متفاوت اینولین و الیگوفروکتوز روی لارو ماهی توربوت (*Psetta maxima*)، گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*)، تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) (ماهیوس و الیویر، ۲۰۰۵؛ ماهیوس و همکاران، ۲۰۰۵) و تأثیر منفی مکمل اینولین در ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) توسط سرزوئلا و همکاران (۲۰۰۸) اشاره کرد. با توجه به موارد فوق این پروژه با هدف بررسی اثرات سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان پرورشی بر شاخص‌های رشد، تغذیه، نرخ بازماندگی، تراکم باکتریایی روده و ترکیب بدن انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

محل اجرا و روش آزمایش: این بررسی از اواسط خرداد تا اواخر مرداد ماه سال ۱۳۸٦ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی (استان گلستان) به‌مدت ۸ هفته انجام پذیرفت. پس از سازگاری اولیه و عادت‌دهی بچه‌ماهیان با غذای دستی مورد استفاده در آزمایش، تعداد ٦۰۰ عدد بچه فیل‌ماهی با وزن متوسط ۰/۳۸±۱٦/۱٤ گرم در ۱۲ حوضچه فایبرگلاس (ونیرو) ۲۰۰۰ لیتری که با حدود ۸۰۰ لیتر آب پر شده بودند، با تراکم ۵۰ عدد در هر مخزن کشت شدند. جهت تأمین هوادهی و نیاز اکسیژنی ماهیان به هر یک از مخازن یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید.

طرح آزمایش: این تحقیق با استفاده از طرح کاملاً تصادفی متعادل شامل سه سطح اینولین ۱، ۲ و۳ درصد که جایگزین سلولز جیره شاهد گردیدند در چهار تیمار با سه تکرار طراحی شد (ماهیوس و همکاران، ۲۰۰۵) (جدول ۲).

1- GrobioticTM AE

نوع پربیوتیک مصرفی: پربیوتیک مورد استفاده در این آزمایش اینولین (رافتیلین اس- تی)[2] است که فروکتان‌های خطی β-(۲ ← ۱) می‌باشد. رافتیلین فرم استاندارد اینولین استخراج شده از ریشه گیاه کاسنی می‌باشد. اینولین کاسنی پودری سفید رنگ بوده و مخلوطی از الیگوساکارید و پلی‌ساکارید می‌باشد. درجه پلی‌مریزاسیون آن ٦۰-۲ درصد می‌باشد. حداقل میزان فروکتان‌های تضمین شده توسط کارخانه ۹۰ درصد است (جدول ۱). ترکیبات دیگر آن شامل گلوکز، فروکتوز و ساکارز می‌باشد. این پربیوتیک از شرکت اورافتی[3] کشور بلژیک تهیه گردید.

تهیه و ساخت جیره‌های آزمایشی: جیره‌نویسی با استفاده از نرم‌افزار لیندو[4] و با توجه به احتیاجات غذایی فیل‌ماهی برای هر یک از جیره‌های آزمایشی تعیین شد و از پودر ماهی کیلکا به‌عنوان منبع اصلی پروتئین استفاده گردید. از روغن ماهی کیلکا و روغن سویا به‌عنوان منبع انرژی و عامل تنظیم انرژی جیره استفاده شد. میزان استفاده از ویتامین‌ها، مواد معدنی، مکمل‌ها و سایر افزودنی‌ها در تمام جیره‌ها یکسان بود (جدول ۲). برای تهیه جیره‌ها، ابتدا موادخشک به‌وسیله ترازو توزین و به‌مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شدند، سپس مواد مایع به مقداری آب اضافه و مدت مخلوط کردن ۱۵ دقیقه دیگر ادامه پیدا کرد. سپس با استفاده از چرخ گوشت صنعتی به‌قطر ۳ میلی‌متر به رشته‌های بلند تبدیل شده و پس از خشک شدن در در داخل دستگاه خشک‌کن در دمای ٦۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷ ساعت در اندازه‌ای مناسب (طول ۸ میلی‌متر و قطر متوسط ۳ میلی‌متر) به‌صورت پلت تهیه گردید. در پایان جیره‌ها در بسته‌های مناسب بسته‌بندی و در سردخانه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

2- Raftiline ST
3- ORAFTI
4- Lindo 1994

جدول ۱- مشخصات اینولین مورد استفاده در این تحقیق.

ترکیب	ساختار الیگوساکارید	ماده
۹۰ درصد اینولین	Glu α 1-2[β Fru 1-2]n , Where n $\rangle$ 10, average 10-12	ST رافتیلین

برآورد تجزیه تقریبی ترکیبات جیره‌ها و ترکیبات شیمیایی لاشه‌ماهی: یک نمونه ده‌تایی در ابتدای آزمایش و دو نمونه پنج‌تایی از هر تیمار در انتهای آزمایش به‌طور تصادفی انتخاب و برای تعیین ترکیب تقریبی لاشه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند. آنالیز تقریبی ترکیبات جیره و لاشه‌ماهیان با روش‌های استاندارد جیره انجام شد. پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال، انرژی با استفاده از دستگاه بمب کالری‌متر، چربی با ااستفاده از روش سوکسله، رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ٤ ساعت اندازه‌گیری گردید (AOAC،۱۹۹۰). غذادهی برحسب مشاهدات و رفتار تغذیه‌ای ماهیان تا حد سیری[1] به‌میزان ۵ درصد وزن بدن و در ۵ وعده غذایی (در ساعات ٦، ۹، ۱۳، ۱٦ و ۲۰) انجام گرفت.

برآورد شاخص‌های رشد و پارامترهای تغذیه‌ای: زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یک‌بار صورت گرفت؛ جهت اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و جهت اندازه‌گیری طول از خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر استفاده و اطلاعات ثبت شد و بر اساس اطلاعات ثبت شده شاخص‌های رشد نظیر وزن نهایی، نرخ رشد ویژه[2]، فاکتور وضعیت[3]، ضریب رشد حرارتی[4]، و سرعت رشد طولی و وزنی تعیین گردید. پارامترهای تغذیه‌ای شامل ضریب تبدیل غذایی[5]، کارایی غذا[6]، نسبت بازده پروتئینی[7]، میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین[8]، نسبت کارایی چربی[9]، ارزش تولید چربی[10]، ارزش تولید انرژی[11]، ذخیره نیتروژن لاشه[12]، شاخص گاستروسوماتیک[13] و شاخص کبدی[14] محاسبه شد (وتون، ۱۹۹۰؛ کوفی و همکاران، ۱۹۹۲؛ چو، ۱۹۹۲؛ دیسیلوا و آندرسون، ۱۹۹۵؛ هیوری و همکاران، ۲۰۰۵؛ بکسان و همکاران، ۲۰۰٦). نرخ بازماندگی ماهیان در انتهای دوره آزمایش تعیین شد. پارامترهای رشد و تغذیه براساس منابع موجود از معادلات ریاضی زیر محاسبه شدند.

1- Ad Libitum Feeding

2- SGR (Specific Growth Rate)
3- Condition Factor
4- TGC (Thermal Growth Coefficient)
5- FCR (Food Conversion Ratio)
6- FE (Food Efficiency)
7- PER (Protein Efficiency Ratio)
8- NPU (Net Protein Utilization)
9- LER (Lipid Efficiency Ratio)
10- LPV (Lipid Productive Value)
11- PEV (Productive Energy Value)
12- CND (Carcass Nitrogen Deposition)
13- GSI (Gastro Somatic Index)
14- HSI (Hepatosomatic Index)

جدول ۲- اجزای غذایی و ترکیب شیمیایی هر یک از جیره‌های آزمایشی به درصد برای فیل‌ماهیان جوان پرورشی.

اجزاء جیره	تیمار	شاهد	اینولین ۱ درصد	اینولین ۲ درصد	اینولین ۳ درصد
پودر ماهی کیلکا		٦١/٧	٦١/٧	٦١/٧	٦١/٧
دکسترین		٢٠	٢٠	٢٠	٢٠
روغن ماهی کیلکا		٤	٤	٤	٤
روغن سویا		٤	٤	٤	٤
مکمل معدنی- ویتامینی[1]		٥	٥	٥	٥
سلولز		٣	٢	١	٠
پربیوتیک اینولین		٠	١	٢	٣
مواد چسباننده (همبند)[2]		٢	٢	٢	٢
ضد قارچ[3]		٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
آنتی اکسیدانت[4]		٠/٠٥	٠/٠٥	٠/٠٥	٠/٠٥
تجزیه تقریبی جیره‌ها (درصد ماده خشک)					
ماده‌خشک		٩٧/٥٦	٩٧/٨٦	٩٧/٥٨	٩٧/٧٩
پروتئین خام		٣٩/٠٤	٣٨/٦٣	٣٨/٩	٣٨/٦٨
چربی خام		١٧/٩٣	١٧/٢١	١٦/٨٨	١٨/٣٢
خاکستر		٩/١٧	٩/١٢	٩/٣٤	١٠/٦٢
عصاره عاری از ازت		٣١/٧٧	٣٢/٥٥	٣٢/٥٨	٢٩/٩٢
انرژی خام (مگاژول بر کیلوگرم جیره)		١٨/٤٦	١٩/٢٣	١٩/٤٦	٢٠/٠٩
نسبت پروتئین به انرژی (میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول)		٢١/٧٦	١٩/٦	١٩/٧٨	١٩/٢٢

١- مکمل معدنی ویتامینی تحت عنوان ویتامینت بوده و شامل: ویتامین A، C، D3، E، B1، B2، B6، K3، نیکوتینامید؛ مواد معدنی شامل مس، آهن، روی، منگنز بود.

٢- همبند آمت محصولی از شرکت افراز مهر تابان یزد می‌باشد. و از هیدرولیز پروتئین‌های حیوانی مخصوصاً سوپ حاصل از پخت ماهی تهیه می‌شود و حاوی ٧١/٩٨ درصد پروتئین، ٠/٩ درصد الیاف، ٩/٥٥ درصد رطوبت و ١٧/٨ درصد خاکستر می‌باشد.

٣- نوع ضدقارچ توکسیبان پریمیکس بوده، ترکیبات آن شامل آلومینوسیلیکات، زئولیت، بنتونایت، پروپیونات آمونیوم، عامل ژلانینی‌کننده و مواد معدنی می‌باشد.

٤- آنتی‌اکسیدانت از نوع بوتیل هیدروکسی تولوئن (Butylated hydroxytoluene (BHT بود.

میانگین وزن ابتدای دوره به گرم– میانگین وزن انتهای دوره به گرم = افزایش وزن بدن

[میانگین وزن ابتدای دوره به گرم/ (میانگین وزن ابتدای دوره به گرم– میانگین وزن انتهای دوره به گرم)] ×١٠٠ = درصد افزایش وزن بدن

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم- لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×١٠٠= ضریب رشد ویژه

[زمان × ٢/ (میانگین وزن اولیه به گرم + میانگین وزن نهایی به گرم)]/ غذای خورده شده ×١٠٠= غذای خورده شده روزانه

[(میانگین طول اولیه به سانتی‌متر+ میانگین طول نهایی به سانتی‌متر)× زمان/ (میانگین طول اولیه به سانتی‌متر- میانگین طول نهایی به سانتی‌متر)×٢] ×١٠٠= سرعت رشد طولی

[(میانگین وزن اولیه به گرم+ میانگین وزن نهایی به گرم)× زمان/ (میانگین وزن اولیه به گرم- میانگین وزن نهایی به گرم)×٢] ×١٠٠= سرعت رشد وزنی

[(میانگین طول نهایی به سانتی‌متر/ انحراف معیار طول نهایی به سانتی‌متر)] ×١٠٠= ضریب تغییرات طولی

[(میانگین وزن نهایی به گرم/ انحراف معیار وزن نهایی به گرم)] ×١٠٠= ضریب تغییرات وزنی

[میانگین درجه حرارت به سانتی‌گراد× زمان/ (وزن توده زنده اولیه ماهی به‌گرم- وزن توده زنده نهایی ماهی به گرم)] ×١٠٠= ضریب رشد حرارتی

((میانگین طول انتهای دوره به سانتی‌متر[3])/ میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×١٠٠ = شاخص وضعیت

(تعداد بچه ماهیان باقی‌مانده در انتهای دوره/ تعداد بچه ماهیان ابتدای دوره) ×١٠٠ = درصد بازماندگی

(تعداد ماهیان باقی‌مانده انتهای دوره) × [(میانگین وزن اولیه به گرم / میانگین وزن نهایی به گرم)] = تولید خالص ماهی

افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) ×١٠٠ = کارآیی غذا (درصد)

انرژی خورده شده (گرم/ ژول)/ [(انرژی اولیه لاشه (گرم/ ژول) × میانگین وزن اولیه به گرم)- (انرژی نهایی لاشه (گرم/ ژول) × میانگین وزن نهایی به گرم)] ×١٠٠ = کارایی ابقاء انرژی (درصد)

زمان/ [(انرژی اولیه لاشه (گرم/ کیلوژول) × میانگین وزن اولیه به گرم)- (انرژی نهایی لاشه (گرم/ کیلوژول) × میانگین وزن نهایی به گرم)] = انرژی به‌دست آمده (kj/day)

مقدار مصرف پروتئین(گرم)/ افزایش وزن بدن(گرم) = نسبت کارایی پروتئین (g/g)

مقدار پروتئین خورده شده (گرم)/ مقدار مصرف پروتئین به‌دست آمده (گرم) = میزان بهره برداری خالص از پروتئین

مقدارچربی خورده شده (گرم)/ وزن بدست آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی

مقدارچربی خورده شده (گرم)/ چربی ابقاء شده (گرم) = ارزش تولید چربی

٦/٢٥/ زمان/ ١٠٠ [درصد پروتئین اولیه لاشه× میانگین وزن اولیه به گرم)- (درصد پروتئین نهایی لاشه× میانگین وزن نهایی به گرم)] = ذخیره نیتروژن لاشه

[وزن ماهی (گرم)/ وزن کبد (گرم))] ×١٠٠ = شاخص کبدی (درصد)

[وزن نهایی ماهی (گرم)/ وزن دستگاه گوارش ماهی با محتویات آن (گرم)] ×١٠٠= شاخص گاستروسوماتیک (درصد)

آزمایش‌های باکتریایی: به‌منظور بررسی قابلیت تشکیل کلنی و تثبیت لاکتوباسیلوس‌ها در روده فیل‌ماهیان پرورشی تغذیه شده با سطوح مختلف پربیوتیک اینولین، در ابتدا، وسط (هفته چهارم) و انتهای دوره آزمایش (هفته هشتم) به‌طور تصادفی (۳ عدد ماهی از هر تیمار) نمونه‌برداری انجام گردید. جهت رفع جمعیت باکتری‌های سطح بدن ماهیان، نمونه‌های ماهی ابتدا در محلول بنزالکونیوم کلراید ۰/۱ درصد به‌مدت ٦۰ ثانیه قرار گرفت (ماکردیس و همکاران، ۲۰۰۱). سپس ناحیه شکمی ماهیان با استفاده از تیغ جراحی استریل شکافته و روده آنها پس از جداسازی به‌منظور هموژن‌سازی به هاون چینی استریل منتقل شد. پس از تهیه هموژن با استفاده از محلول نمکی نرمال استریل (۰/۸۷ w/v Nacl درصد) غلظت‌های سریالی در دامنه $۱۰^{-۱}$ تا $۱۰^{-۷}$ تهیه گردید. از غلظت‌های فوق تحت شرایط استریل توسط نمونه‌بردار، حجمی معادل ۰/۱ میلی‌لیتر برداشته و به پلت حاوی محیط کشت تریپتیک سوی آگار[1] و ام آر اس[2] منتقل و در سطح آن پخش شد (رنگپیپات و همکاران، ۱۹۹۸ ؛ ماهیوس و همکاران، ۲۰۰۵). پلیت‌های فوق به‌مدت ۵ شبانه‌روز در دمای اتاق انکوباسیون شده و سرانجام واحدهای کلنی[3] بر اساس مشخصات فنوتیپی شناسایی و شمارش شدند (پیتر و اسنیس، ۱۹۸٦).

اندازه‌گیری معیارهای کیفی آب: عوامل کیفی آب نظیر اکسیژن محلول، اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی و شوری توسط دستگاه واترچکر[4] روزانه اندازه‌گیری شد. همچنین ثبت درجه حرارت آب نیز توسط دماسنج هر ۸ ساعت یک‌بار انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه[5] با استفاده از آزمون دانکن و با کمک نرم‌افزارهای SPSS (ویرایش نهم) و EXCEL انجام پذیرفت (دانکن[6]، ۱۹۹۵) و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۵ درصد تعیین گردید. جهت تعیین همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده و سطوح مختلف اینولین از آزمون رگرسیون خطی استفاده شد.

نتایج

شاخص رشد: تأثیر سطوح مختلف اینولین بر معیارهای رشد فیل‌ماهی در جدول ۳ ارائه شده‌است. در شروع آزمایش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ تغییرات وزنی وجود نداشت و چهار گروه مورد بررسی به لحاظ میانگین وزنی همگن بودند (P>۰/۰۵). در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای آزمایشی حاوی اینولین از وزن نهایی و درصد وزن به‌دست آمده کمتری برخوردار بودند و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده گردید (P<۰/۰۵). همبستگی منفی بین وزن نهایی و افزایش سطح اینولین در جیره وجود داشت (r= -۰/۸۵۵، P=۰/۱٤۵). نرخ رشد ویژه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای آزمایشی افزایش یافت و تیمار ۳ درصد در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵)، بین نرخ رشد ویژه و افزایش سطح اینولین در جیره همبستگی منفی نیز وجود داشت (r=-۰/۹۱٦، P=۰/۰۸٤). در مقایسه با تیمارهای آزمایشی، تیمار شاهد از سرعت رشد طولی و سرعت رشد وزنی بیشتری برخوردار بود و اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). ضریب تغییرات وزنی در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده شد (P<۰/۰۵). در حالی‌که ضریب تغییرات طولی بچه ماهی‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین تیمار شاهد از ضریب رشد حرارتی بالاتری برخوردار بود و اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). فاکتور وضعیت اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای تحت آزمایش از خود نشان نداد (P>۰/۰۵). در نرخ بازماندگی فیل‌ماهیان پرورشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) ولی بیشترین درصد بقاء در سطح اینولین یک درصد جیره مشاهده گردید و بین نرخ

1- TSA (Tryptic Soy Agar)
2- MRS (DeMan,Rogosa and Sharpe)
3- CFU (Colony Forming Unit; CFU/g intestine)
4- Water Checker
5- One-Way ANOVA
6- Duncans Multiple-Range Test

بقاء و افزایش سطح اینولین در جیره همبستگی منفی وجود داشت (r= -۰/۶۵۳، P=۰/۳۴۷). در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای آزمایشی از شاخص تولید کمتری برخوردار بودند و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده شد (P<۰/۰۵).

پارامترهای تغذیه‌ای: تأثیر سطوح مختلف اینولین بر معیارهای تغذیه‌ای فیل‌ماهی در جدول ٤ ارائه شده‌است. ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و نتیجه مشابهی نیز در مورد کارایی غذا به‌دست آمد (P>۰/۰۵) ولی با این حال مقدار بهینه این دو فاکتور در تیمار شاهد مشاهده گردید. مطابق با آزمون رگرسیون خطی بین افزایش سطح اینولین در جیره و ضریب تبدیل غذایی همبستگی معنی‌داری وجود نداشت (r=۰/۹۰٤، P=۰/۹٦) ولی همبستگی منفی بین افزایش سطح اینولین در جیره و درصد کارایی غذا وجود داشت (r= -۰/۹۳۲ ، P=۰/۰٦۸).

کارایی ابقاء انرژی و انرژی به‌دست آمده نیز در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه‌های آزمایشی افزایش یافت (P<۰/۰۵) و همبستگی منفی و معنی‌داری بین کارایی ابقاء انرژی و افزایش سطح اینولین در جیره تعیین گردید (r= -۰/۹٦٤، P=۰/۰۳٦). نسبت کارایی پروتئین و میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین در تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد کمتر بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها به‌دست آمد (P<۰/۰۵). همچنین همبستگی منفی معنی‌داری بین نسبت کارایی پروتئین و میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین با افزایش سطح اینولین جیره وجود داشت و این ضریب همبستگی برای نسبت کارآیی پروتئین r= -۰/۹۹۷، P=۰/۰۰۳ و برای میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین r= -۰/۹۵۸، P=۰/۰٤۲ تعیین گردید. نسبت کارایی چربی، در تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای آزمایشی افزایش یافت (P<۰/۰۵). ارزش تولید چربی نیز در تیمار آزمایشی تحت‌تأثیر پربیوتیک اینولین با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). شاخص کبدی اختلاف معنی‌داری را بین فیل‌ماهیان جوان پرورشی که تحت‌تأثیر جیره‌های مختلف قرار گرفته بودند نشان نداد (P>۰/۰۵). شاخص گاستروسوماتیک در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای آزمایشی افزایش یافت ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

جدول۳- مقایسه شاخص‌های رشد (میانگین ± انحراف معیار) فیل‌ماهیان پرورشی در تیمارهای مختلف طی ۸ هفته پرورش.

شاخص رشد / تیمار	شاهد	اینولین ۱ درصد	اینولین ۲ درصد	اینولین ۳ درصد
میانگین وزن ابتدای دوره (گرم)	۱٦/۷۹ ±۰/٤۷ a	۱٦/۰۹ ±۱/٤ a	۱٦/٦٦ ±۰/۸۷ a	۱٦/۱۹ ±۰/۲۸ a
میانگین وزن انتهای دوره (گرم)	۷۱/۲۵ ± ۵/۱۸ a	٦۰/۵٤ ± ۲/۰۱ bc	٦٤/۵۷ ± ٦/۸۵ ab	۵۳/٤٦ ± ۳/٤۳ c
افزایش وزن بدن (گرم)	۵٤/٤٦ ± ۵/۵۵ a	٤٤/٤٦ ± ۱/۳٦ bc	٤۷/۹۱ ± ٦/۰۱ ab	۳۷/۲۷ ± ۳/۱۵ c
درصد افزایش وزن بدن	۳۲۵/۱۲ ±٤۱ /۳۷ a	۲۷۷/۷٦ ± ۲۵/۳ ab	۲۸٦/۸٦ ± ۲۲/۵۸ a	۲۲۹/۹۸ ± ۱۵/۳۸ b
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/٤٤ ±۰/۲۳ a	۲/۲۱ ± ۰/۱۱ ab	۲/۲۵ ± ۰/۱ ab	۱/۹۹ ±۰/۰۷ b
غذای خورده شده روزانه (درصد در روز)	۲/۱۷ ±۰/۰۵ a	۲/۱۲ ± ۰/۱ a	۲/۱٦ ±۰/۰٦ a	۲/۱٤ ±۰/۰۳ a
سرعت رشد طولی (درصد)	۱۵/۷۲ ±۱/۱۳ a	۱۳/۷۹ ± ۰/٤ b	۱٤/۵۵ ± ۱/۰٤ ab	۱۱/۸٤ ± ۰/۹۹ c
سرعت رشد وزنی (درصد)	۱٦۰/۵۱ ±۲۵/٦۳ a	۱۱۳/٦ ± ۷/۱٤ bc	۱۳۰/۷۵ ± ۲۷/۷ ab	۸٦/۸ ±۱۲/۱۵ c
ضریب تغییرات طولی (درصد)	۵/۸۷ ±۰/۷۷ a	۵/۵٤ ± ۱/۱۵ a	٤/٤۱ ±۰/٤۸ a	٤/۱۷ ±۰/۳٦ a
ضریب تغییرات وزنی (درصد)	۱۷/٤ ±۱/۳۵ a	۱٤/۳۵ ± ۰/۵۵ a	۱٤/۰۸ ±۱/۰۱ a	۹/٦ ±۱/٤۱ b
ضریب رشد حرارتی	۰/۹۷ ±۰/۰۸ a	۰/۸۵ ± ۰/۰۳ bc	۰/۸۸ ± ۰/۰٦ ab	۰/۷۵ ± ۰/۰٤ c
فاکتور وضعیت	۰/۳۳ ±۰/۰۱ a	۰/۳٤ ±۰/۰۱ a	۰/۳۲ ±۰/۰۱ a	۰/۳٤ ±۰/۰۱ a
نرخ بازماندگی (درصد)	۸۰ ± ۷/۲۱ a	۸۵/۳ ± ۵/۰۳ a	۷۵/۳ ± ٤/۱٦ a	۷۵/۳ ± ۳/۰۵ a
تولید خالص ماهی (گرم)	۲۱۱۸/۷۹ ± ۵۱۷/۸ a	۱۷۹۳/۰۳ ± ۱٤٤/۲ ab	۱۷۱۱/۱ ± ۲٤۰/۱۲ ab	۱۳۲٤/٦۲ ± ٤۹/۵ b

تذکر: اعدادی که در هر ردیف دارای حروف غیرمشابه هستند اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ٤- مقایسه پارامترهای تغذیه (میانگین± انحراف معیار) فیل‌ماهیان پرورشی در تیمارهای مختلف طی ۸ هفته پرورش.

فاکتور تغذیه‌ای / تیمار	شاهد	اینولین ۱ درصد	اینولین ۲ درصد	اینولین ۳ درصد
ضریب تبدیل غذایی	۲/۷٦ ±۰/٤٦ a	۲/۷۹±۰/۲۳ a	۲/۹۵±۰/٤٥ a	۳/٤۳±۰/۱۳ a
کارایی غذا (درصد)	۳۷ ± ٦/۹۲ a	۳٦/۰۲±۲/٦٤ a	۳٤/۳۷± ٤/٦۲ a	۲۹/۲۳±۱/۱٦ a
کارایی ابقاء انرژی (درصد)	٤۷/٥٤ ±٦/۳۸ a	٤۰/٥٤±۲/٤۲ ab	۳۸/۸٦±٤/٤۹ b	۳۳/۷۸±۲/۲۹ b
انرژی به‌دست آمده (روز/ کیلوژول)	۱۸/۱٦ ±۲/۸۱ a	۱٤/۷۳±۰/٤٥ ab	۱٥/۹۳±۱/۹۹ a	۱۲/۱۳±۱/۰۳ b
نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم)	۱/۱±۰/۰۹ a	۱/۰٤±۰/۰٦ ab	۰/۹۸±۰/۱۱ ab	۰/۹ ±۰/۰٦ b
میزان بهره‌برداری خالص از پروتئین (درصد)	۹۳/۳٦±۱۰/٦۷ a	۸٤/۲٦±٥/٦۳ ab	۷۷/۰۱±۸/۲۱ b	۷٥/۷٥±٤/۳۷ b
نسبت کارایی چربی (گرم/گرم)	۲/٥۹±۰/۲ a	۲/۲۸±۰/۱۳ ab	۲/۰۹ ±۰/۲٥ bc	۱/۹۱ ±۰/۱۳ c
ارزش تولید چربی (گرم/گرم)	۰/٦۷±۰/۰۸ ab	۰/٦ ±۰/۰۳ bc	۰/۷٦ ±۰/۰۸ a	۰/٥۳ ±۰/۰۳ c
ذخیره نیتروژن لاشه (روز/ میلی‌گرم)	۱/۲٤±۰/۱۷ a	۰/۹٦ ±۰/۰۳ b	۱ ±۰/۱۲ b	۰/۸٤ ±۰/۰٦ b
شاخص کبدی (درصد)	۳/۱۷±۰/۲٤ a	۳/٦٥±۰/۸۱ a	۳/۲۱±۰/۸۹ a	۳/۲۹ ±۰/٦۲ a
شاخص گاستروسوماتیک (درصد)	٦/۷۷±۰/۷٤ a	٦/٤۲±۱/۳ a	٦/٦ ±۰/٤۸ a	٦/۳۳ ±۱/۲٥ a

اعداد (SD± میانگین با ۳ تکرار) در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰٥).

ترکیب بدن: تأثیر جیره‌های حاوی سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین بر سطوح تقریبی ترکیب بدن فیل‌ماهیان جوان پرورشی در جدول ٥ ارائه شده است. نتایج آنالیز لاشه حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار در ترکیبات بدن در تیمارهای تحت بررسی بود (P>۰/۰٥) ولی بیشترین سطح پروتئین لاشه در تیمار شاهد مشاهده گردید. همبستگی منفی بین افزایش سطح اینولین جیره و برخی از سطوح مواد مغذی لاشه ماهی وجود داشت. این ضرایب همبستگی برای پروتئین r= -۰/۷، P=۰/۳ و خاکستر r= -۰/۱۲٦ و P=۰/۸۷٤ به‌دست آمد در حالی‌که همبستگی مثبتی با چربی خام و رطوبت لاشه وجود داشت که این ضرایب همبستگی چربی و رطوبت به‌ترتیب معادل r=۰/۷۱۷، P=۰/۲۸۳ و r=۰/۰٦۲، P=۰/۹۳۸ تعیین گردید.

نتایج شمارش باکتریایی: در تمامی تیمارهای آزمایشی و نیز تیمار شاهد، لگاریتم واحد تشکیل کلنی در روده در هفته چهارم و هشتم اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰٥). بین تعداد کل لاکتوباسیلوس‌های روده در تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و بیشترین تراکم لاکتوباسیلوس‌های روده در هفته چهارم و هشتم به‌ترتیب در سطح ۲ درصد و ۱ درصد اینولین در جیره غذایی مشاهده گردید. در هفته هشتم با افزایش سطح اینولین در جیره یک روند کاهشی در تعداد کل باکتری و همچنین تعداد کل لاکتوباسیلوس‌های روده مشاهده گردید.

جدول ٥- مقایسه میانگین ترکیبات بدن بچه فیل‌ماهیان (درصد) نسبت به اثر سطوح مختلف اینولین طی ۸ هفته پرورش.

ترکیبات لاشه	ترکیب اولیه لاشه	ترکیب نهایی لاشه			
		شاهد	اینولین ۱ درصد	اینولین ۲ درصد	اینولین ۳ درصد
رطوبت (درصد)	۸۰/۲٤	۷٦/۷ ±۰/۱ a	۷۸/۹ ±۰/۳ a	۷٦/۷ ±۰/۱ a	۷۷/٦ ±۰/٥ a
خاکستر (درصد)	۲/۹۳	۳/۷۸ ±۰/۰۸ a	۳/۱٤ ±۰/۰٦ a	۳/٦٥ ±۰/۰٤ a	۳/٥۲ ±۰/۰۷ a
چربی خام (درصد)	۳/۷۹	٤/٥۷ ±۰/۲ a	٤/۲ ±۰/۱ a	٥/۳ ±۰/٤ a	٥/۱٥ ±۰/۷ a
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۰۳	۱٤/۳۷ ±۰/۲ a	۱۳/۸ ±۰/٦ a	۱٤/۲۸ ±۰/٥ a	۱۳/۳۸ ±۰/۲ a

اعداد (SE± میانگین با ۲ تکرار) در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰٥).

جدول ٦- شمارش باکتریایی (لگاریتم واحد تشکیل کلنی به ازای هر گرم از وزن روده) در فیل‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف اینولین طی ۸ هفته پرورش.

زمان	تیمار	شاهد	۱ درصد اینولین	۲ درصد اینولین	۳ درصداینولین
هفته چهارم	CFU کل باکتری روده	٦/٦ ±٠/١١ [a]	٤/٨٩ ±٢/٦٧ [a]	٧/٥٦ ±٠/٣٧ [a]	٥/٧٨ ±١ [a]
	CFU لاکتوباسیلوس‌های روده	٣/١٥ ±٠/٠٧ [b]	٣/٩٧ ±٠/١٩ [ab]	٥/٠٨ ±٠/٦٤ [a]	٣/١٥ ±٠/٤٣ [b]
هفته هشتم	CFU کل باکتری روده	٥/٣٢ ±٠/٥٨ [a]	٥/٤٦ ±١/٢١ [a]	٤/٧٥ ±١/٣٤ [a]	٣/٤٩ ±٠/٠٥ [a]
	CFU لاکتوباسیلوس‌های روده	٣/١٣ ±٠/١ [b]	٥/١ ±٠/٩٦ [a]	٤/٠٦ ±٠/٦ [ab]	٢/٨٢ ±٠/٢١ [b]

تذکر: لگاریتم واحد کلنی شمارش کل باکتری در هر گرم از روده در شروع آزمایش ٥/١±٠/١٤ و لگاریتم واحد کلنی شمارش کل لاکتوباسیلوس‌ها در هر گرم از روده معادل ٤/٣٧±٠/٥٢ تعیین گردید.

اعداد (SD± میانگین با ۳ تکرار) در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<٠/٠٥).

معیارهای کیفی آب: اکسیژن محلول ٤/٨٥ (دامنه اکسیژنی ٥/٩-٣/٤) میلی‌گرم در لیتر، دما ٢٧/٤٥ (دامنه حرارتی ٣١-٢٥/١) درجه سانتی‌گراد، اسیدیته ٨/٢ (دامنه ٩-٧/٦)، شوری آب ١/٦١ (دامنه ٢/٤-٠/٧) گرم در لیتر و قابلیت هدایت الکتریکی ٣٢٧٦/٤٥ (دامنه ٤٥٥٠-١٧٧٠) میکروموهس بر سانتی‌متر در نوسان بود.

بحث

در سال‌های اخیر آبزی پروری از سریع‌الرشدترین بخش‌های تولید غذا بوده و در کنار این رشد قابل توجه همواره با مشکلاتی روبرو بوده‌است که از جمله آن می‌توان به تغییرات کیفیت آب، شیوع بیماری‌ها و مشکلات تغذیه‌ای اشاره کرد، به گونه‌ای که شیوع بیماری‌ها به‌عنوان مشکل عمده آبزی‌پروری، گسترش اقتصاد این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان تحت‌تأثیر قرار داده‌است و همواره راه حل‌هایی نیز برای برطرف کردن این مشکلات ارائه شده‌است که موفقیت چندانی نداشته‌اند (محمدی‌آزرم و همکاران، ٢٠٠٤). اخیرا استفاده از پربیوتیک‌ها به‌عنوان یک ایده مطرح شده‌است که این ترکیبات جزئی از اجزای غذایی غیرقابل هضم هستند و عقیده بر این است که از طریق بهبود فلور باکتریایی روده، اثرات زیان‌بار عوامل عفونت‌زا را کاهش و میزان بازماندگی در مواجهه با عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهند. تولید اسید چرب زنجیره کوتاه و باکتری‌های اسیدلاکتیک ناشی از تخمیر پربیوتیک‌ها در روده، باعث افزایش رشد و حفظ جاندار در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شوند (اسکلی و فیلد، ٢٠٠٢). چنین اطلاعاتی در خصوص تأثیر پربیوتیک‌ها در آبزیان خیلی محدود می‌باشد.

در مطالعه‌ای افزودن پربیوتیک لاکتوسوکروز به جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل آلا *(Oncorhynchus mykiss)* نتیجه‌گیری شد که این ماده به‌میزان خیلی کمی توسط فلور روده این ماهیان مورد مصرف قرار گرفته‌است (کیهارا و ساکاتا، ٢٠٠١). اولسن و همکاران (٢٠٠١)، در ماهی چارقطبی مشاهده کردند به‌کارگیری اینولین به‌میزان ١٥ درصد جیره غذایی به‌علت عدم تخمیر و تجزیه آن منجر به انباشت این کربوهیدرات و در نتیجه تأثیر نامطلوب و زیان‌بار بر سلول‌های انتروسیت روده شده و احتمالاً بتوان کاهش عملکرد رشد فیل‌ماهیان پرورشی را در تیمار ٣ درصد اینولین این چنین توجیه نمود. نتایج به‌دست آمده در بررسی حاضر مبین این موضوع است که جایگزینی ٣ درصد اینولین در جیره فیل ماهی تأثیرات نامطلوبی روی وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، سرعت رشد طولی و وزنی، ضریب رشد حرارتی و تولید خالص ماهی داشت. در این تحقیق ماهیانی که با جیره‌های حاوی ١ و ٣ درصد اینولین تغذیه شده بودند از درصد غذای خورده شده کمتری در مقایسه با تیمار ٢ درصد اینولین و گروه شاهد برخوردار بودند ولی تفاوت

معنی‌داری در این فاکتور مشاهده نگردید و بیانگر این مطلب است که عملکرد رشد ضعیف در فیل‌ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد اینولین به مطلوبیت غذا ارتباط ندارد. در مشاهدات به‌عمل آمده رفتار تغذیه‌ای فیل‌ماهیان در حین تغذیه طبیعی بود و جیره‌های غذایی حداکثر ظرف مدت ۳۰ دقیقه مورد مصرف بچه ماهیان قرار می‌گرفتند، البته در تیمار ۳ درصد اینولین مدت زمان مصرف تا ٤٥ دقیقه نیز به‌طول می‌انجامید. شاخص گاستروسوماتیک که از نسبت وزن دستگاه گوارش با محتویات آن به وزن ماهی به‌دست می‌آید و نشان‌دهنده شدت تغذیه می‌باشد حاکی از آن است که در فیل‌ماهیان تأثیر پذیرفته از سطوح مختلف پربیوتیک اینولین منجر به افزایش شدت تغذیه در آنها نگردیده و شدت تغذیه در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

لی و گاتلین (۲۰۰٤) با افزودن ۱ و۲ درصد پربیوتیک نوع گروبیوتیک و ۱ تا ۲ درصد پروبیوتیک مخمر آبجو[1] به جیره غذایی هیبرید باس راه راه[2] (*Morone chrysops*×*M.saxatilis*) پس از ۷ هفته مشاهده کردند عملکرد رشد، کارآیی تغذیه و بازماندگی در گروه‌های تغذیه شده با این مکمل‌ها در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در یک بررسی مشابه افزودن پربیوتیک دیگری از نوع گروبیوتیک[3] به‌میزان ۲ درصد جیره و ۱ تا ۲ درصد پروبیوتیک مخمر آبجو در هیبرید نابالغ باس راه راه[4] منجر به افزایش عملکرد رشد، افزایش وزن، مقاومت بیشتر و بقاء بالاتر در برابر عفونت مزمن مایکوباکتریوم گردید (لی و گاتلین، ۲۰۰۵). ماهیوس و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر اینولین[5]، الیگوفروکتوز[6] و لاکتوسوکروز را به‌عنوان پربیوتیک روی رشد و فلور باکتریایی روده در لارو ماهی توربوت (*Psetta maxima*) مطالعه نمودند. لارو ماهی توربوت با جیره‌های آزمایشی در سطح ۲ درصد از پربیوتیک‌های مذکور و گروه شاهد نیز با سطح ۲ درصد سلولز به‌عنوان منبع کربوهیدرات مورد تغذیه قرار گرفتند. میانگین وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در گروه تغذیه شده با الیگوفروکتوز نسبت به‌سایر گروه‌ها بالاتر بود (P<۰/۰۵)، و تفاوت معنی‌داری بین گروه شاهد و گروه تغذیه شده با اینولین ۲ درصد مشاهده نگردید که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. در نرخ بقاء تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از گروه‌های تغذیه شده با پربیوتیک‌های مذکور مشاهده نکردند ولی بیشترین نرخ بقاء (۸۸/٦ درصد) در گروه شاهد مشاهده گردید. در بررسی حاضر نیز با افزایش میزان اینولین جیره از ۱ تا ۳ درصد نرخ بقاء فیل‌ماهیان جوان پرورشی از ۸۵/۳ به ۷۵/۳ درصد کاهش یافت و بیشترین نرخ بقاء در تیمار ۱ درصد اینولین در جیره غذایی مشاهده گردید که دلیل این افزایش را می‌توان احتمالاً به از بین رفتن باکتری‌های مضر به‌وسیله تخمیر اینولین در روده و در نتیجه تولید باکتری‌های مفید از جمله باکتری‌های اسید لاکتیک دانست که ترکیباتی همانند باکتریوسین‌ها را تولید می‌کنند و بدین‌طریق از رشد میکروارگانیسم‌های دیگر در روده جلوگیری می‌کنند. همان‌طورکه در جدول ٦ مشهود است تعداد لاکتوباسیلوس‌ها در روده فیل‌ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی اینولین یک درصد نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود و اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با تیمار شاهد مشاهده گردید و نتیجه‌گیری شد که در گونه فیل‌ماهی به‌کارگیری پربیوتیک اینولین به‌میزان یک درصد جیره احتمالاً از طریق ارتقاء کیفیت میکروفلور روده قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر کارایی بقا دارند. همچنین ماهیوس و الیویر(۲۰۰۵) با مطالعه روی تاس‌ماهی سیبری و گربه‌ماهی آفریقایی دریافتند که جیره‌های غذایی غنی شده با پربیوتیک‌های مذکور، باعث بهبود رشد می‌شوند بدین‌ترتیب که نرخ رشد ویژه در تاس‌ماهی سیبری با جیره‌های آزمایشی حاوی اینولین و الیگوفروکتوز نسبت

1- Grobiotic TM AE & Brewers Yeast
2- Hybrid Striped Bass
3- Grobiotic®-A
4- Sub-Adult Hybrid Striped Bass
5- Raftilin ST
6- Raftilose P95

به گروه شاهد بیشتر بود و در گربه‌ماهی آفریقایی بیشترین میزان این شاخص به‌ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با الیگوفروکتوز، اینولین و سلولز مشاهده گردید که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت نمی‌کند. در تحقیق حاضر سرعت رشد طولی و وزنی در تیمار شاهد و اینولین ۲ درصد افزایش معنی‌داری را نسبت به‌سایر سطوح به نمایش گذاشتند. ضریب تغییرات طولی و وزنی در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد کمتر بود با این حال اختلاف معنی‌داری در ضریب تغییرات طولی مشاهده نگردید ولی ضریب تغییرات وزنی در سطح ۳ درصد اینولین نسبت به‌سایر تیمارها در حد معنی‌داری کاهش یافت که نشانگر یکدست بودن جمعیت بچه ماهیان از نظر وزن در این تیمار می‌باشد. در تحقیقی سرزوئلا و همکاران (۲۰۰۸) با به‌کارگیری پربیوتیک اینولین به‌میزان ۵ یا ۱۰ گرم در هر کیلوگرم جیره (۰/۵ یا یک درصد جیره) ماهی سیم‌دریایی[1] (*Sparus aurata*) در شرایط آزمایشگاهی[2] و پرورشی[3] دریافتند که اینولین نمی‌تواند محرک ایمنی مناسبی برای این گونه باشد که نتایج بررسی حاضر را تأیید می‌نماید.

در مجموع اختلاف موجود در نتایج این تحقیق با یافته‌های دیگر محققان را احتمالاً بتوان به نوع گونه پرورشی، اندازه، سن گونه پرورشی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک، نوع مواد اولیه به‌کار رفته در تهیه جیره و کمیت و کیفیت آنها، فرمولاسیون جیره‌های غذایی، نوع پربیوتیک مصرفی، درجه خلوص آن و میزان مورد استفاده آن در جیره، نحوه اضافه کردن اینولین به جیره و احتمالاً فلور میکروبی ویژه‌ای که قادر به استفاده از اینولین به‌عنوان سوبسترا هستند، ربط داد، چراکه برخی محققان نظیر رینگو و همکاران (۲۰۰۶) اینولین را جایگزین دکسترین، ماهیوس و همکاران (۲۰۰۵) اینولین را جایگزین سلولز در جیره و رفیستی و همکاران (۲۰۰۶) اینولین را جایگزین گندم اکسترود شده کرده بودند. همچنین ربرفروید و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که اینولین استخراج شده از ریشه گیاه کاسنی که زنجیره طولانی دارد (درجه پلی‌مریزاسیون ۱۰ تا ۶۰ و به‌طور میانگین ۲۵) نسبت به الیگوفروکتوز زنجیره کوتاه (درجه پلی‌مریزاسیون ۲ تا ۸ و به‌طور میانگین ٤)، ۲ بار آهسته‌تر تخمیر می‌شود و به احتمال زیاد تخمیر آهسته اینولین در روده توسط جمعیت فلور باکتریایی روده منجر به عملکرد ضعیف رشد و تغذیه در فیل‌ماهیان پرورشی شده‌است چون مشخص شده است که بیفیدوباکترها و لاکتوباسیلوس‌ها ترجیحاً الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم با درجه پلی‌مریزاسیون کمتر و با زنجیره کوتاه را مورد مصرف قرار می‌دهند (روبرفروید و همکاران، ۱۹۹۸).

یکی از عوامل اقتصادی بودن پرورش آبزیان ضریب تبدیل غذا است چراکه علاوه بر کاهش هزینه‌های غذا و غذادهی به سبب مقدار کمتر غذادهی، از آلودگی ثانویه آب محیط پرورش و به‌تبع آن کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری خواهد کرد (فلاحتکار و همکاران، ۲۰۰٦). در این مطالعه حداقل مقدار این پارامتر در گروه شاهد مشاهده گردید ولی با این‌حال تفاوت معنی‌داری بین هیچ‌یک از گروه‌های تغذیه‌ای مشاهده نگردید. کاهش ذخایر نیتروژن لاشه و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص در این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر ضعیف سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین به‌کار رفته به‌ویژه در سطح ۳ درصد جیره می‌باشد که احتمالاً ناشی از تأثیر فعالیت آنزیم پروتئاز خارج سلولی بر ترکیبات پروتئینی خورده شده توسط فیل‌ماهیان پرورشی در تیمارهای تحت‌تأثیر پربیوتیک می‌باشد.

نتایج حاصل از آنالیز لاشه در تحقیق حاضر با نتایج اوجی فرد و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت می‌نماید؛ بدین‌ترتیب که این محققان با جایگزینی اینولین به‌میزان ۲ درصد با سلولز جیره شاهد در ترکیب غذایی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) اختلاف معنی‌داری در میزان چربی و پروتئین لاشه در مقایسه با

1- Gilthead Seabream
2- In Vitro
3- In Vivo

گروه شاهد مشاهده نکردند. در بررسی حاضر از نظر عددی مقدار پروتئین لاشه در فیل‌ماهیان گروه شاهد بیشتر بود که می‌تواند به‌علت بالاتر بودن بازده پروتئینی و ابقاء پروتئین در این گروه باشد.

در مجموع نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که استفاده از پربیوتیک اینولین در سطوح مورد مطالعه، قابلیت تأثیرگذاری بالایی بر افزایش عملکرد رشد و تغذیه در فیل‌ماهی پرورشی ندارند و این پربیوتیک نمی‌تواند مکمل مناسبی برای جیره غذایی فیل‌ماهی باشد. لذا به‌منظور حصول اطمینان از تأثیر اینولین و سایر انواع پربیوتیک‌ها پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای در خصوص تأثیر اینولین بر سطوح ایمنی در شرایط آزمایشگاهی و پرورشی و همچنین مقابله با عوامل محیطی و بیماری‌زا صورت پذیرد تا بتوان با قطعیت بیشتری در مورد پتانسیل پربیوتیکی اینولین در فیل‌ماهی و سایر آبزیان اظهار نظر کرد.

سپاسگزاری

از مدیر کل محترم شیلات استان گلستان آقای دکتر جعفری شموشکی، ریاست محترم کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی آقای مهندس علیمحمدی و کارشناسان و پرسنل محترم زحمتکش آن مرکز، آزمایشگاه ساخت غذای دانشکده منابع‌طبیعی و علوم دریایی تربیت‌مدرس نور، آزمایشگاه آنالیز تغذیه مرکز تحقیقات منابع طبیعی گرگان، آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده علوم پایه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به جهت فراهم آوردن تسهیلات لازم و همچنین اساتید محترمی که داوری این مقاله را بر عهده داشتند و با نکته‌سنجی و رهنمودهای ارزشمند خود به پربار شدن مجموعه حاضر کمک نمودند، و همچنین از جناب آقای دکتر رسول قربانی، مهندس رئوف مازندرانی، مهندس سیدحسن حسینی‌فر و کلیه عزیزانی که در مسیر انجام پروژه از مساعدت آنها برخوردار بودیم تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1.AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official method of analysis AOAC, Washington DC, USA. 1263P.

2.Bekcan, S., Dogankaya, L., and Cakirogullari, G.C. 2006. Growth and body composition of european catfish (*Silurus glanis*) fed diet containing different percentages of protein. The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh. 58:137-142.

3.Cerezuela, R., Cuesta, A., Meseguer, J., and Esteban, A. 2008. Effect of inulin on gilthead seabream (*Sparus aurata*) innate immune parameters. Fish & Shellfish Immunology. 24:663-668.

4.Cho, C.Y. 1992. Feeding system for rainbow trout and other salmonids with refrence to current estimates of energy and protein requirements. Aquaculture. 100:107-123.

5.De Silva, S.S., and Anderson, T.A. 1995. ln: Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London. 319p.

6.Duncan, D.B. 1995. Multiple range and multiple 'F' test. Biometrics. 11:1- 42.

7.Falahatkar, B., Soltani, M., Abtahi, B., Kalbassi, M.R., Pourkazemi, M., and Yasemi, M. 2006. Effect of vitamin C on some growth parameters, survival and hepatosomatic index in juvenile cultured beluga (*Huso huso*). Pajouhesh-va-Sazandegi. 72:98-103. (In Persian)

8.Fooks, L.J., and Gibson, G.R. 2002. Probiotic as a modulators of the gut flora. British Journal of Nutrition, Suppl. 1, S39-S49.

9.Gibson, G.R., and Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. Journal of Nutrition. 125:1401- 1412.

10.Gibson, G.R. 1998. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. British Journal of Nutrition, Suppl. 2: S209-S212.

11.Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., and Hemre, G.I. 2005. Nutrition utilization in atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition. 11:301-313.

12.Kihara, M., and Sakata, T. 2001. Influence of incubation temperature and various saccharides on the production of organic acids and gases by gut microbes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

in a micro-scale batch culture. Journal of Complement and Physiology and Biochemistry. 171: 441– 447.
13. Kofi, F.A., Hung, S.S.O., Liu, W., and Li, H. 1992. Growth, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D-Glucose. Aquaculture.105: 61-72.
14. Li, P., and Gatlin III, D.M. 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic GroBiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops × M.saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. Aquaculture. 231: 445-456.
15. Li, P., and Gatlin III, D.M. 2005. Evaluation of the prebiotic Grobiotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid Striped bass (*Morone chrysops × M.saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. Aquaculture. 248: 197-205.
16. Mahious, A.S., and Ollevier, F. 2005. Probiotics and Prebiotics in Aquaculture: Review. P17-26.1st Regional Workshop on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture , Urmia, Iran.
17. Mahious, A.S., Gatesoupe, F.J., Hervi, M., Metailler, R., and Ollevier, F. 2005. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture International. 14:219-229.
18. Makridis, P., Bergh, Q., Skjermo, J., and Vadstein, O. 2001. Addition of bacteria bioencapsulated in Artemia metanauplii to a rearing system for halibut larvae. Aquaculture International. 9: 225-235.
19. Mohamadi Azarm, H., Abedin Kenari, A.M., Abtahi, B. 2004. Effect of probiotic protexin on the growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Marine Sciences. 3:69-75. (In Persian)
20. Olsen, R.E., Myklebust, R., Kryvi, H., Mayhew, T.M., and Ring, E. 2001. Damaging effect of dietary inulin on intestinal enterocytes in arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculyure Research. 32: 931– 934.
21. Oujifard, A., Abedin Kenari, A.M., Nafisi Bahabadi, M., Abbaszadeh, A. 2008. The effect of dietary inulin on body fatty acid composition of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). P13-15. The First National Conference on Fisheries Sciences & Aquatic Organisms, Lahijan, Iran. (In Persian)
22. Peter, H., and Sneath, A. 1986. Bergeys manual of systematic Bacteriology. 2:1104-1154.
23. Pourali Fashtami, H.R., Mohseni, M., and Alizadeh, M. 2006. Comparison of beluga (*Huso huso*) growth rate in brackish and fresh-water. Iranian Scientific Fisheries Journal. 15:43-50. (In Persian)
24. Refstie, S., Bakke-McKellep, A.M., Penn, M.H., Sundby, A., Shearer, K.D., and Krogdahl, A. 2006. Capacity for digestive hydrolysis and amino acid absorption in atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with soybean meal or inulin with or without addition of antibiotics. Aquaculture. 261:392–406.
25. Rengpipat, S., Phianphak, W., Piyatiratitivorakul, S., and Menasveta, P. 1998. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) survival and growth. Aquaculture. 167:301–313.
26. Ring, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Mayhew, T.M., and Olsen, R.E. 2006. The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Aquaculture Research. 37: 891- 897.
27. Roberfroid, M.B. 1993. Dietary fiber, inulin, and oligofructose - A review comparing their physiological effects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 33:103-148.
28. Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A., and Gibson, E.R. 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. Journal of Nutrition. 128:11-19.
29. Salehi, H. 2006. An economical analysis of fingerling sturgeon culture and production in Iran. P79-85. Second National & Regional Symposium on Sturgeon, Rasht, Iran. (In Persian)
30. Schley, P.D., and Field, C.J. 2002. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. British Journal Nutrition. 87:221–230.
31. Sudagar, M., Imanpoor, M., and Hoseinifar, S.H. 2004. Effect of optimum (Ascogen or Vannagen) growth stimulant supplementation on the growth and survival rate of grand beluga juvenile (*Huso huso*). Iranian Journal of Marine Science. 3:33-38. (In Persian)
32. Wootton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fish. Chapman & Hall, London. 458p.

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(5), 2008
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Effect of different dietary prebiotic inulin on growth performance, nutrition factor, survival and body composition of cultured juvenile Beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1754)

[*]R. Akrami[1], A.M. Hajimoradloo[2], A. Matinfar[3], A.M. Abedian kenari[4] and S.A. Alimohammadi[5]

[1]Instructor, Dept. of Fisheries, Islamic Azad University (Azadshahr branch), Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [3]Assistant Prof., Iranian Fisheries Research Organization, Iran, [4]Associate Prof., Dept. of Fisheries, Tarbiat Modares University, [5]M.Sc. of Fisheries, Golestan Fisheries Main Office, Iran

Abstract

The use of prebiotics, nondigestible dietary ingredients that benefically affect the host by selectively stimulating the growth of and/or activating the metabolism of health-promoting bacteria in the intestinal tract, is a novel concept in aquaculture. An 8-week feeding experiment was conducted to investigate the effects of dietary prebiotic inulin on growth performance, nutrition factor, survival and body composition of cultured juvenile Beluga (*Huso huso*). Three replicate groups of fish (initially average weight 16.14±0.38g) were fed diets containing prebiotic inulin levels ranging from 1% to 3%. The basal diet was contained 3% cellulose. The results of linear regression showed there was a negative relationship between some performance indices including weight gain (WG), specific growth rate (SGR), protein efficiency ratio (PER), net protein utilization (NPU), energy retention (ER), feed efficiency (FE), protein retention (PR) and supplementation level of inulin. At the end of trial, in group treated with 1% inulin showed a enhaced survival without any significance between treatment ($P>0.05$), and intestinal lactic acid bacteria (LAB) increased in this group to compare other groups ($P<0.05$). No significance difference in body composition was observed ($P>0.05$). The experiment indicated that the prebiotic inulin didn't influence the increase of the growth performance in beluga juvenile and it is not appropriate for supplementation in the diet of cultured juvenile beluga.

***Keywords*:** Prebiotic inulin; Growth; Feeding; Survival; Body composition; Beluga

*- Corresponding Author; Email: akrami202@yahoo.com