فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال چهارم/ شماره دهم/ پاییز ۹۵/ صفحات۵۶-۴۵

تأثیر استفاده از مکمل غذایی آکوابلند ®(Aquablend Avian) در جیره غذایی، بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ایمنی ماهی زینتی گرین ترور(*Aequidens rivulatus*)

مهرداد شیرین‌آبادی[۱*]، اصغر نوروزی[۲]

چکیده

تحقیق حاضر به بررسی تأثیر استفاده از مکمل غذایی آکوابلند (Aquablend Avian) بر عملکرد رشد، تغذیه، بازماندگی و ایمنی ماهیان زینتی گرین ترور (*Aequidens Rivulatus*) می‌پردازد. تعداد ۱۵۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزن ۰/۲۰ ± ۱/۵۰ گرم، با جیره غذایی حاوی مقادیر ۰/۱۲۵ ، ۰/۲۵ ، ۰/۵ و ۱ گرم مکمل غذایی آکوابلند در کیلوگرم جیره پایه (به ترتیب تیمار۱، ۲، ۳ و ۴) به مدت دو ماه تغذیه گردیدند. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار ۴ تأثیر معنی‌داری بر روی نسبت کارایی پروتئین، میزان غذای مصرفی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و تعداد گلبول های سفید خون، آلبومین، گلبولین و پروتئین کل سرم داشت ($p <$ ۰/۰۵). ضریب تبدیل غذایی توسط هیچ کدام از تیمارها، نسبت به گروه شاهد، به طور معنی داری کاهش نیافت ($p >$ ۰/۰۵)، البته تیمار ۳ و ۴ نسبت به تیمار ۱ باعث کاهش معنی دار ضریب تبدیل غذایی گردیدند ($p <$ ۰/۰۵). ضمناً کمترین بازدهی مربوط به پارامترهای رشد، تغذیه و ایمنی در تیمار ۱ مشاهده گردید. تیمار ۲ و۳ تأثیر مثبتی بر فاکتور تغذیه و افزایش وزن بدن نداشتند، ولی پارامترهای مربوط به فاکتور ایمنی را به طور معنی داری نسبت به گروه شاهد بهبود بخشیدند ($p <$ ۰/۰۵). همچنین، در بین تمام تیمارهای آزمایشی، تیمار ۴ بیشترین تأثیر را داشت، در نتیجه، به دلیل تأثیر معنی‌دار تیمار ۴ (دوز ۱ گرم آکوابلند) در کیلوگرم بر روی فاکتور های رشد، تغذیه و ایمنی، می‌توان از این مکمل در تغذیه ماهی گرین ترور استفاده نمود.

کلید واژه: مکمل آکوابلند (Aquablend Avian)، ماهی گرین ترور(*Aequidens rivulatus*)، فاکتور رشد، تغذیه و ایمنی.

۱- واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران(نویسنده مسؤول) shirinabadi@iausdj.ac.ir
۲- دانش آموخته مهندسی منابع طبیعی، گروه شیلات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

۱- مقدمه

پرورش ماهیان زینتی صنعتی سود آور است که در مقایسه با سایر آبزیان از رشد نسبتاً خوبی برخودار بوده است، ماهی گرین ترور به عنوان یک ماهی زینتی و با نام علمی(*Aequidens Rivulatus*)، متعلق به خانواده Cichilidea بوده و زیستگاه آن، آمریکای جنوبی (پرو و اکوادور) می باشد (Gomez et al., 2000). این گونه ماهی، که همه چیز خوار است، به طور کلی از میگو، بچه ماهی، ماهیان کوچک، غذاهای تجاری و غذاهای زنده تغذیه می کند (Dennis, 2007). با توجه به اینکه اهمیت اقتصادی ماهیان زینتی کمتر از ماهیان خوراکی نیست، بنابراین بررسی جنبه‌های مختلف پرورش آنها مانند رشد، تغذیه، بقا و نیز راه‌های افزایش مقاومت و ایمنی ماهیان علیه بیماری‌ها و تحقیقات گسترده در این زمینه امری مهم می باشد (cerezuela et al., 2008). در همین راستا، استفاده از مکمل های غذایی حاوی انواع باکتری های مفید (به عنوان پروبیوتیک) و آنتی‌بادی ها در جیره غذایی ماهیان زینتی و امکان جایگزینی این مواد به جای آنتی بیوتیک‌ها در رژیم غذایی ماهیان زینتی مورد بررسی قرار گرفته است (رهنما و دیگران، ۱۳۹۲). پروبیوتیک ها، میکروب‌های زنده‌ای هستند که از طریق آنتی بیوزیس یا رقابت برای مواد مغذی و یا جایگاه‌های اتصال با سایر باکتری‌ها، تحریک سیستم ایمنی بدن، ترشح آنزیم و تولید ویتامین ها، تأثیرات سودمندی را به جای گذاشته و موجب بهبود فاکتورهای رشد، تغذیه و ایمنی در ماهیان زینتی می گردند(حسینی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴). اما تغذیه پروبیوتیک‌ها به تنهایی در ماهیان، ممکن است منجر به بازگشت عفونت شود، لذا استفاده از آنتی‌بادی‌ها، همراه با پروبیوتیک‌ها حذف کامل عفونت را تضمین می‌کنند (Barry et al., 2008). از لحاظ نوع گونه باکتریایی، گروه عمده‌ای از پروبیوتیک ها که در تغذیه ماهیان استفاده می‌گردند، متعلق به باکتری‌های گرم مثبت هستند که از جمله آنها می توان به باکتری های اسید لاکتیک LAB (Lactic Acic Bacteria)، باسیلوس‌ها *B. licheniformis, B. circulans subtillis*) و گروه bifidobacteria اشاره نمود. ضمناً گونه‌های مشخصی از آئروموناس‌ها (*Aeromonas hydrophila*)، Pseudomonas، *Vibrio fluvialis* و Enterobacteria همگی جزء پروبیوتیک های گرم منفی هستند (Makridis et al., 2001). آنتی-بادی‌ها هم علاوه بر ارتقاء عملکرد ایمنی ماهیان با بلوکه کردن عوامل بروز کم اشتهایی، باعث افزایش مصرف خوراک گشته و نیز از التهاب دیواره روده و اختلال در جذب مواد مغذی هضم شده، ممانعت می-

کنند (Cook, 2004). تأثیرات مثبت پروبیوتیک ها و آنتی بادی ها، از لحاظ ارتقاء عملکرد رشد، تغذیه و ایمنی آبزیان، در تحقیقات زیادی توسط محققان تأیید شده است (Barry et al., 2008; Zhou et al., 2010; Ai, 2011; Sumathi, et al., 2014). بنابراین، هدف از انجام تحقیق حاضر نیز بررسی اثرات مختلف تغذیه مکمل غذایی حاوی پروبیوتیک و آنتی بادی (مکمل آکوابلند) بر روی شاخص های رشد، تغذیه و فاکتور خونی بچه ماهیان زینتی گرین ترور می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- طراحی آزمایش

پس از گذشت ۱۴ روز از دوره آداپتاسیون، تعداد ۱۵۰ قطعه بچه ماهی زینتی گرین ترور با میانگین وزن بدن ۰/۲± ۱/۵ گرم انتخاب گردیدند و در ۵ آکواریوم (تیمار) جای گرفتند، طوری که هر تیمار حاوی ۳۰ تکرار یا به عبارتی ۳۰ قطعه بچه ماهی گرین ترور بود. آب مورد استفاده برای پرورش بچه ماهیان، از آب لوله کشی شهری بود و جهت فیلتراسیون نیز یک فیلتر داخلی شنی و ابری، در کف آکواریوم ها قرار داشت و هوادهی به وسیله سیستم هواده مرکزی کارگاه، از نوع ساید چنل و یک سنگ هوا انجام پذیرفت.

۲-۲- تهیه جیره آزمایشی و تیماربندی

در این مطالعه، مکمل آکوابلند در سطوح ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ گرم به ازاء هرکیلوگرم خوراک، به جیره پایه بیومار اضافه شد. در طول۲ ماه دوره آزمایشی، تیمارها شامل تیمار ۱ حاوی) ۰(gr ۰/۱۲۵، تیمار ۲ (gr ۰/۲۵)، تیمار۳ (gr ۰/۵) و تیمار ۴ (gr ۱) مکمل آکوابلند در کیلوگرم جیره پایه، همراه با گروه شاهد (بدون مکمل آکوابلند) بود. بیومار از لحاظ ترکیب مواد مغذی نظیر پروتئین خام، چربی خام، فیبرخام و مواد معدنی، در آزمایشگاه با روش تجزیه تقریبی وینده آنالیز گردید (جدول۱). باکتری‌های موجود در مکمل آکوابلند شامل لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، بیفیدوباکتریوم لانگوم، بیفیدوباکتریوم ترموفیلوس و استرپتوکوکوس فاسیوم بود، ضمناً آنتی‌بادی‌ها نیز از سویه‌های ایشریشیا کولای، روتاویروس گاوی، روتاویروس خوکی، سالمونلا تایفی‌موریوم، سالمونلا هایدلبرگ و سالمونلا انتریتیدیس

به دست آمدند (Kim., 2014). غذادهی به بچه ماهیان در ۳ نوبت و به میزان ۵ درصد وزن توده بدن ماهیان زینتی انجام گرفت (Montajami et al., 2012).

جدول ۱. تجزیه تقریبی جیره تجاری بیومار مورد استفاده برای تغذیه بچه ماهیان اسکار مسی

نوع ترکیب	درصد
پروتئین خام	۴۱/۰۰
چربی خام	۶
رطوبت	۱۲
خاکستر	۸
فیبرخام	۵

۲-۳- زیست‌سنجی و خونگیری از ماهیان

برای آگاهی از عملکرد جیره های غذایی و چگونگی رشد در طول دوره تحقیق، پس از بیهوشی، هر ۱۵ روز یک بار تمام ماهیان با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و با خط کش دقت یک میلی‌متر، طول استاندارد آنها اندازه‌گیری گردید. در پایان آزمایشات، پس از قطع تغذیه ماهیان به مدت ۲۴ ساعت و انتخاب تصادفی ۳ ماهی از هر مخزن، در حالت بیهوشی از عروق ساقه دمی آنها خون گیری شد، سپس تعداد گلبول های سفید خون با روش هموسیتومتر اندازه گیری گردید و پروتئین کل سرم با روش بیوره به دست آمد، آلبومین سرم هم به روش بروموکرزول (Bromocresol Green) اندازه گیری شد و در نهایت گلوبولین، از اختلاف پروتئین تام و آلبومین اندازه‌گیری شده به دست آمد.

۳- محاسبه شاخص‌ها

در این مطالعه، فاکتورهای تغذیه ای (ضریب تبدیل غذایی: FCR; نسبت کارایی پروتئین: PER و غذای خورده شده روزانه) و فاکتورهای رشد (افزایش وزن بدن: BWI; درصد افزایش وزن بدن: PBWI و نرخ رشد ویژه: SGR) اندازه گیری گردید:

(Xue et al., 2006)

[زمان / $^{0.5}$(میانگین وزن اولیه به گرم× میانگین وزن نهایی به گرم) / (کل غذای خورده شده به ازای یک ماهی ×۱۰۰)] = غذای خورده شده روزانه

FCR = g dry feed eaten / g live weight gain (Hevroy et al., 2005).

/ g protein intake in fish	(Helland et al., 1996)
BWI=W2-W1	(Tacon, 1990)
PBWI (%) = $[(W_2 – W_1) / W_1] \times 100$	(Bekcan et al., 2006)
SGR (% /day) = $[(LogW_2 – LogW_1) / t_2 - t_1] \times 100$	(Hevroy et al., 2005).

۴- تحلیل آماری

در این مطالعه، از طرح آزمایشی کاملاً تصادفی استفاده گردید. آنالیز آماری داده ها از طریق آزمون تجزیه واریانس یکطرفه و همچنین مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. اطلاعات خام در محیط Excel مورد پردازش قرار گرفت و جهت آگاهی از نوع تفاوت بین تیمارها در سطح ۵٪، از ویرایش نهم نرم افزار آماری SPSS استفاده گردید.

۵- نتایج

نتایج حاصل از تاثیر مکمل آکوابلند در جیره غذایی بر عملکرد تغذیه، رشد و نیز فاکتورهای خونی، به ترتیب در جدول ۲ و ۳ ارایه گردیده است. در این تحقیق، مطلوب ترین تیمار از لحاظ کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش نسبت کارایی پروتئین، تیمار 4 (دز ۱ گرم آکوابلند) بود که تفاوت معنی داری با گروه شاهد، تیمار ۲ و ۳ (۰/۲۵ و ۰/۵ گرم آکوابلند) نداشت ($p >$ ۰/۰۵)، ولی با تیمار ۱ (۰/۱۲۵گرم آکوابلند) که دارای کمترین بازدهی از لحاظ ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین بود، اختلاف معنی داری داشت ($p <$ ۰/۰۵). همچنین بیشترین میزان غذای مصرف شده مربوط به تیمار شاهد بود که به طور معنی داری بیشتر از تیمار ۲ و ۴ بود ($p <$ ۰/۰۵) ولی با تیمار 1 و ۳ اختلاف معنی داری نداشت ($p >$ ۰/۰۵).

در رابطه با فاکتور رشد، تیمارهای آزمایشی ۱، ۲ و ۳ از لحاظ افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن با یکدیگر و گروه شاهد اختلاف معنی داری نداشتند ($p >$ ۰/۰۵) و کمترین میزان مربوط به این دو پارامتر، در تیمار ۱ مشاهده گردید، در رابطه با نرخ رشد ویژه، کل تیمارهای آزمایشی، این پارامتر را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار دادند ($p <$ ۰/۰۵). ضمنا تیمار ۴ به عنوان مطلوب ترین تیمار آزمایشی، از لحاظ افزایش وزن

جدول ۲. فاکتورهای تغذیه ای و رشد در ماهی گرین ترور تغذیه‌شده با دزهای مختلف مکمل غذایی آکوابلند

تیمار	FCR	DFI	PER	SGR	PBWI	BWI
شاهد	۱/۳۱± ۰/۰۷ a	۳/۷۸± ۰/۱۷ c	۱/۶۹± ۰/۰۷ ab	۰/۰۰۲۵± ۰/۰۷ c	۲۲۰/۶۵+۲۱/ ۲۷ b	۴/۲۶+۰/۲ b
تیمار ۱	۲/۳۸± ۱/۱۵ b	۳/۶۱± ۰/۳۵ bc	۱/۱۸± ۰/۷۸ b	۰۰/۰۲۳±۰/۰۹	۱۶۱/۸۵+۹۷/ ۹۸ b	۳/۱۶+۲/ ۲ b
تیمار ۲	۱/۶۰ ±۰/۲۱ ab	۲/۶۰± ۰/۱۷ a	۱/۳۹± ۰/۱۷ ab	۰/۰۹+۰/۰۲۸ b	۲۳۲/۵۹+۴۹/۳ b	۳/۶۶+۰/۴۵ b
تیمار ۳	۱/۳۵ ± ۰/۰۳ a	۳/۴۷ ± ۰/۰۷ bc	۱/۶۴± ۰/۰۴ ab	۰/۰۸+۰/ ۰۲۶ b	۲۴۹/۲۱+۸/۰۶ ab	۴/۹+۰/۱۷ ab
تیمار ۴	۱/۱۲± ۰/۰۴ a	۳/۳۷± ۰/۰۳ b	۱/۹۸± ۰/۰۸ a	۰/۱۱+۰/۰۲۲ a	۳۳۴/۶۸+۱۸/۱۶ a	۶/۶+۰/۳۶ a

بدن، نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن، با تیمار ۱ و ۲ و نیز گروه شاهد تفاوت معنی‌داری داشت ($p <$ ۰/۰۵)، ولی از لحاظ افزایش وزن بدن (برخلاف نرخ رشد ویژه) با تیمار ۳ اختلاف معنی‌داری نداشت ($p >$ ۰/۰۵).

جدول۳. فاکتور های ایمنی در ماهی گرین ترور تغذیه شده با دوز های مختلف مکمل آکوابلند

تیمار	پروتئین کل	گلبولین	آلبومین	گلبول های سفید
شاهد	۳/۸۰+۰/۱۷ d	۲/۵۶+۰۱۹ d	۱/۲۵+۰/۰۳ d	۱۹۶۱۰+۵۵/۶۷ d
تیمار ۱	۳/۵۳ +۰/ ۰۵ d	۲/۳۳+۰/۰۳ d	۱/۲+۰/۰۲ d	۱۹۵۵۰+ ۷۹/۳۹ d
تیمار ۲	۴/۴۵+۰/۰۹ c	۲/۵۹+۰/ ۰۵ c	۱/۵+۰/۰۴ c	۱۹۹۰۰+۵۹/۶۵ c
تیمار ۳	۴/۹۰+۰/۲۰ b	۳/۲۵+۰/۱۳ b	۱/۶۵+۰/ ۰۸ b	۲۰۴۵۰+۲۱۴/ ۶۵ b
تیمار ۴	۵/۷۱+۰/۰۴ a	۳/۸۶+۰/۰۴ a	۱/۸۵+۰/۰۶ a	۲۱۴۵۸+۷۵۲/۷۵ a

در مطالعه حاضر، تیمارهای آزمایشی ۲، ۳ و ۴ نسبت به یکدیگر، گروه شاهد و تیمار ۱ از لحاظ تأثیر بر فاکتورهای خونی شامل تعداد گلبول های سفید، میزان آلبومین، گلبولین و پروتئین سرم ماهیان زینتی گرین ترور، اختلاف معنی داری داشتند ($p <$ ۰/۰۵)، طوری که در مقایسه سه تیمار آزمایشی فوق، با افزایش دز مصرفی مکمل، سطح فاکتورهای خونی افزایش یافت، ضمنا کمترین میزان فاکتورهای خونی

در تیمار ۱ مشاهده گردید.

۶- بحث

۶-۱- فاکتور تغذیه

در این مطالعه، در مقایسه بین تیمارهای آزمایشی، با افزایش دز مصرفی مکمل، ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین در ماهیان زینتی گرین ترور، تدریجاً بهبود یافت، گرچه تیمار ۱، ۲ و ۳ برخلاف تیمار ۴، حتی نسبت به گروه شاهد، ضریب تبدیل غذایی را افزایش و نسبت کارایی پروتئین را کاهش دادند. در مطالعه ای بر روی ماهی زینتی *Oreochromis niloticus* مشخص شد که استفاده از پروبیوتیک حاوی *Pediococcus acidilactici* در تغذیه این ماهیان، تأثیر معنی داری بر روی ضریب تبدیل غذایی نداشت (Ferguson et al., 2010). در بررسی های Hardy در سال ۲۰۰۲ بر روی ماهی *Oncorhynchus mykiss* با استفاده از مکمل حاوی پروبیوتیک *Lactobacilus* و *Streptococus* و آنتی بادی سویه های ایشریشیا کولی، سالمونلا و روتاویروس، نشان داده شد که استفاده از سطوح مختلف مکمل و آنتی بادی، تأثیر معنی‌داری بر روی نسبت کارایی پروتئین و ضریب تبدیل غذایی نداشت. در تحقیقات دیگر مشاهده گردید که با مصرف پروبیوتیک حاوی باکتری *Bacillus subtilis* در ماهی زینتی گرین ترور، ضریب تبدیل غذایی در این ماهیان به طور معنی داری افزایش یافت (نیسی و همکاران، ۱۳۹۳). در تحقیقی بر روی ماهی *Oncorhynchus mykiss* با استفاده از پروبیوتیک و آنتی بادی ضد فسفولیپاز A_2 مشخص گردید که استفاده از این آنتی بادی بر ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین تأثیر معنی داری داشت (Barry et al., 2008). همچنین حسینی مدنی و همکاران (۱۳۹۳) در آزمایشی بر روی ماهی زینتی گرین ترور *Andinocara rivulatus* که تأثیر کاربرد سطوح مختلف پروبیوتیک *Pediococcus acidilactici* را در این ماهی مورد بررسی قرار دادند، به این نتیجه رسیدند که ماهیان تغذیه شده با تیمار غذایی حاوی بیشترین دز مکمل، از ضریب تبدیل غذایی کمتری برخوردار بودند. در تحقیق حاضر، دلیل عدم تأثیر مثبت تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی و نسبت کارایی پروتئین (به صورت معنی دار)، نسبت به گروه شاهد، در ابتدا می تواند مربوط به نوع و ترکیب مکمل مصرفی باشد (Cook, 2004)، زیرا مکمل آکوابلند ترکیبی از پروبیوتیک و آنتی بادی

هاست که آنتی بادی ها عمده تأثیرشان بر پارامتر ایمنی است (منتجمی، ۱۳۹۱). در این مطالعه، بیشترین میزان غذای مصرف شده مربوط به تیمار شاهد بود. در مطالعه ای توسط Wendy و همکاران (۲۰۱۰) بر روی استفاده از مکمل حاوی پروبیوتیک و نیز آنتی بادی ضد فسفولیپاز A_2، در ماهی *Oncorhynchus mykiss* نشان داده شد که این نوع مکمل تأثیر اندکی بر پارامترهای تغذیه نظیر میزان مصرف خوراک داشت. اما در مطالعات Ai و همکارانش (۲۰۱۱) با استفاده از جیره حاوی *Bacillus subtilis* بر روی ماهیان زینتی *Larimichthys crocea* مشخص گردید که این مکمل باعث افزایش معنی‌دار میزان مصرف خوراک ماهیان شد. گرچه صرف افزایش خوراک نه تنها مزیت محسوب نمی شود، بلکه در صورت عدم افزایش وزن مورد انتظار، به دلیل بالا رفتن هزینه ها، یک نقص به حساب می آید. اما در تیمار ۲ و ۴ میزان مصرف خوراک به طور معنی داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت، که دلیل آن می تواند مربوط به کاهش ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ و نیز افزایش نسبت کارایی پروتئین در تیمار ۲، تحت تأثیر مصرف مکمل باشد، ضمنا کاهش مصرف غذا در تیمار ۲ با وجود ضریب تبدیل غذایی پایین، مطلوب نمی باشد، زیرا این تیمار تأثیر مثبت و معنی داری بر وزن ماهیان نداشت، ولی در تیمار ۴ به دلیل کاهش ضریب تبدیل غذایی و البته افزایش وزن بدن ماهیان، گرچه افزایش میزان مصرف خوراک مطلوب نیست، ولی قابل توجیه می باشد، همچنین افزایش مصرف خوراک در تیمار ۱ (نسبت به تیمار ۲) که حاوی کمترین دز مصرفی آکوابلند است و دارای بیشترین ضریب تبدیل غذایی، کمترین نسبت کارایی پروتئین و کمترین وزن بدن ماهیان بود، امری نامطلوب به شمار می آید(زمینی و همکاران، ۱۳۹۳).

بالابودن میزان مصرف غذا در تیمار ۳ نیز به دلیل عدم تأثیر معنی‌دار آن بر وزن ماهیان، مطلوب نیست. در این آزمایش عدم پیوستگی در تأثیر مکمل آکوابلند بر روی مصرف خوراک در ماهی زینتی گرین ترور، می تواند مربوط به فاکتورهای مختلفی به ویژه عوامل فیزیولوژیکی، عوامل محیطی، وضعیت بدنی ماهیان و همچنین نوع مواد اولیه به کار رفته در تهیه جیره، رفتارهای تغذیه ای و درجه خلوص مکمل و ... باشد (زمینی و همکاران، ۱۳۹۳).

۶-۲- فاکتور رشد

در این مطالعه با افزایش سطح مصرف مکمل آکوابلند، پارامترهای وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه روند افزایشی داشت که البته این افزایش در سطح مصرف ۱ گرم آکوابلند (تیمار ۴)

معنی دار بود.. در تحقیقی برروی ماهی زینتی *Aequidens rivulatus* نشان داده شد که استفاده از پروبیوتیک باکتریایی *Pediococcus acidilactici* تاأثیر معنی‌داری بر روی وزن انتهایی و درصد افزایش وزن زنده داشت (نیسی و همکاران، ۱۳۹۴). ولی محمدی آذرم و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از مقادیر مختلف پروبیوتیک حاوی *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus delbruecki*، *Lactobacillus acidophilus*، *Lactobacillus rhamnosus*، *Bifidobacterium bifidum*، *Streptococcus silivarius*، *Enterococcus faecium* در تغذیه ماهی *Oncorhynchus mykiss*، گزارش دادند که ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی کمترین میزان مکمل، رشد بیشتری داشته و به طور معنی‌داری، از وزن پایانی و درصد فزایش وزن بدن بیشتری برخوردار بودند. دلیل تأثیر معنی دار تیمار ۴ بر وزن بدن و درصد فزایش وزن بدن ماهیان گرین ترور، مربوط به مصرف بیشترین دز مصرفی مکمل در این تیمار می باشد، علاوه بر آن، این تیمار دارای کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی و بیشترین نسبت کارایی پروتئین بود. کاهش ضریب تبدیل غذایی و افزایش نسبت کارایی، منجر به افزایش وزن بدن ماهیان می گردد (رهنما و دیگران، ۱۳۹۲) ، محتویات میکروبی مکمل در این سطح از مصرف، با حفظ تعادل میکروبی فلور روده و ترشح آنزیم های باکتریایی پروتئاز، لیپاز، آمیلاز موجب افزایش هضم و جذب مواد مغذی و در نتیجه افزایش رشد ماهیان گردید (Zhiu, et al., 2010). علت عدم تأثیر معنی دار تیمار ۱، ۲ و ۳ بر وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن ماهیان گرین ترور، علاوه بر سطح پایین مصرف مکمل در این تیمارها، می تواند مربوط به نوع و ترکیبات و غلظت میکروبی مکمل مورد استفاده نیز باشد (Cook, 2004). در رابطه با نرخ رشد ویژه، کل تیمارهای آزمایشی، این پارامتر را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار دادند، ضمنا تیمار ۱، ۲ و ۳ گرچه اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند، ولی تیمار ۴ نسبت به هر سه تیمار ذکر شده، تأثیر معنی داری بر نرخ رشد ویژه داشت. در تحقیقات مختلف نظیر مطالعه Ai و همکارانش (۲۰۱۱) با استفاده از جیره حاوی *Bacillus subtilis* بر روی ماهیان زینتی *Larimichthys crocea* نشان داده شد که این مکمل باعث بهبود معنی دار نرخ رشد ویژه گردید. همچنین گزارش گردید که استفاده از پروبیوتیک باکتریایی *Pediococcus acidilactici*، تاثیر معنی داری بر نرخ رشد ویژه در ماهیان زینتی *Aequidens rivulatus* داشت (نیسی و همکاران، ۱۳۹۴). دلیل افزایش نرخ رشد ویژه در تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد در

مطالعه حاضر، تأثیر مثبت استفاده از مکمل آکوابلند بر وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن ماهیان زینتی گرین ترور می باشد. تیمار ۱، ۲ و ۳ از لحاظ این پارامتر، اختلاف معنی داری نداشتند، زیرا در مقایسه بین این سه تیمار، مکمل آکوابلند تأثیر معنی داری بر وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن ماهیان نداشت، ولی به دلیل تأثیر معنی دار تیمار ۴ بر افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه در ماهیان متعلق به این تیمار به صورت معنی داری افزایش یافت (Zhou et al ., 2010).

۶-۳- فاکتور ایمنی

در این تحقیق، در مقایسه بین تیمارهای آزمایشی ۲، ۳ و ۴، با افزایش دز مصرفی مکمل، سطح فاکتورهای خونی به طور معنی‌داری افزایش یافت، ضمناً کمترین میزان فاکتورهای خونی در تیمار ۱ مشاهده گردید. در بررسی‌های متعدد نظیر تحقیق Sumathi و همکاران (۲۰۱۴) بر روی ماهیان زینتی *Labeo rohita*، تأیید گردید که مکمل پروبیوتیکی حاوی گونه‌های متعدد میکروبی *Lactobacilus*، *Bifedobacterium*، *Bacillus* و *Streptococus*، میزان پروتئین و گلوبولین سرم را به طور معنی داری افزایش داد. همچنین در تحقیقی بر روی ماهیان *Oncorhynchus mykiss* با استفاده از پروبیوتیک و آنتی بادی ضد فسفولیپاز A_2 مشخص گردید که استفاده از این مکمل، بر فاکتورهای خونی نظیر تعداد گلبول های سفید خون، آلبومین و گلبولین سرم تأثیر معنی داری داشت (Barry, 2008). اما در مطالعه ای بر روی استفاده از مکمل حاوی پروبیوتیک و نیز آنتی بادی ضد فسفولیپاز A_2، در ماهی *Oncorhynchus mykiss* نشان داده شد که این نوع آنتی بادی تأثیر اندکی بر پارامتر ایمنی و تعداد گلبول های سفید، آلبومین، گلبولین و پروتئین کل سرم داشت (Wendy, 2010). روند افزایشی تعداد گلبول‌های سفید، آلبومین، گلبولین و پروتئین سرم در تیمار ۲، ۳ و ۴ به دلیل افزایش دز مصرفی مکمل آکوابلند حاوی آنتی بادی است. آنتی بادی ها با ارتقاء سیستم ایمنی ماهیان باعث افزایش فاکتورهای خونی ذکر شده می‌گردند (Cook, 2004). عدم تأثیر معنی‌دار تیمار ۱ بر فاکتورهای خونی در این تحقیق، نسبت به گروه شاهد، مربوط به دز مصرفی اندک آکوابلند و در نتیجه کاهش غلظت میکروبی و آنتی بادی موجود در این مکمل می باشد، ضمنا باید توجه داشت که افزایش تعداد گلبولهای سفید، آلبومین، گلبولین و پروتئین سرم بیشتر از حد معینی، خود نشان‌دهنده بیماری و اختلال در بدن ماهیان

است، بنابراین همواره باید به دامنه افزایش این فاکتورها دقت نمود تا مبادا شاخص بیماری محسوب گردند، مطالعات صورت‌گرفته بر روی گونه‌های مختلف بیانگر این مطلب است که فاکتورهای مختلفی مثل عوامل فیزیولوژیکی (گونه ماهی، سن، جنس، وضعیت بلوغ، چرخه تولیدمثلی، و شرایط تغذیه‌ای)، چگونگی تهیه نمونه خون و زمان نمونه گیری، دقت و حساسیت روش های اندازه گیری و همچنین عوامل محیطی (فصل سال، دما، تراکم، دوره نوری و میزان شوری آب) خصوصا به علت خونسردبودن ماهی‌ها، می‌توانند بر تفسیر نتایج تأثیرگذار بوده و موجب اختلاف در تفسیر نتایج محققین گردند(زمینی و همکاران، ۱۳۹۳).

فهرست منابع

۱. **حسینی‌فر، ح. ظهیری، فاضل. (۱۳۹۴).** اثرات مکمل‌های غذایی میکروبی بر تکثیر ماهیان زینتی آبزیان زینتی سال دوم، شماره ۲.

۲. **حسینی مدنی، نسیم السادات. مورکی، نرگس. (۱۳۹۳).** اثر کاربرد پروبیوتیک (*Pediococcus acidilactici*) بر شاخص های رشد و پارامترهای خونی ماهی زینتی گرین ترور *(Aeduidens rivulatus)*. مجله علمی–پژوهشی پاتوبیولوژی مقایسه ای، سال ۱۱، شماره ۲.

۳. **رهنما، بهزاد. اکبری، رضا. چیت ساز، مهین. (۱۳۹۲).** تأثیر پروبیوتیک اینولین بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت در برابر استرس در ماهی قرمز حوض (*Carassius auratusgibelio*). فصلنامه علوم تکثیر و آبزی پروری، سال ۱، شماره ۲.

۴. **زمینی، عباسعلی. سمیع املشی، فائزه. (۱۳۹۳).** بررسی فاکتورهای خونی و ایمنی در بچه ماهیان اسکار (*Astronotus ocellatus*) تغذیه شده با پروبیوتیک گونه لاکتوباسیلوس.Lactobacilus spp. مجله آبزیان و شیلات، سال ۵، شماره ۱۷.

۵. **محمدی آزرم، م. (۱۳۸۹).** تأثیر استفاده از پروبیوتیک پروتکسین بر بقا و رشد لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). انتشارات علمی آبزیان.

۶. **نیسی، علیرضا. رفیعی، غلامرضا. نعمت اللهی، محمد علی. شاه حسینی، غلامرضا. (۱۳۹۳).** استفاده از باکتری *Bacillus subtilis* در بهبود رشد و آنزیم های گوارشی ماهی گرین ترور (*Aequidens Rivulatus*). شیلات، مجله منابع طبیعی ایران.

۷. **نیسی، علیرضا. رفیعی، غلامرضا. نعمت اللهی، محمد علی. رضوی، سید هادی. (۱۳۹۴).** تأثیر پروبیوتیکی باکتری (*Pediococcus acidilactici*) در شاخص های رشد، فعالیت آنزیمی دستگاه گوارش و ترکیب شیمیایی کل لاشه بچه ماهی گرین ترور (*Aeduidens rivulatus*). شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۸ شماره ۴.

8. **Ai, Q., Xu ,H., Mai, K., Xu, W., Wang, J., Zhang, W., (2011)**. Effects of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide on growth

performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. Aquaculture 317, 155–161.

9. **Barry T.P., and Yang, M., (2008**). Effects ofanti-phopsholipase A_2 on the growth of rainbowtrout. North Am. J. Aquac., **70**, 236-239.
10. **Cerezuela, R., Cuesta, A., Meseguer, J., and Esteban, A., (2008**). Effect of inulin on Gilthead seabream (*Sparus aurata*) innate immune parameters. Aquaculture. 24: 663-668.
11. **Cook, M. E., (2004**). Antibodies: Alternatives to Antibiotics in Improving Growth and Feed Efficiency.Journal of Applied Fishery Resources. 13:106–119.
12. **Dennis L. Bangerter. (2007)**.Freshwater Tropical Fish – Cichlids.
13. **Ferguson, R., Merrifield, D.L., Harper, G.M., Rawling, M.D., Mustafa, S., Picchietti, S., Balca´zar, J.L., Davies, S.J., (2010**). The effect of Pediococcus acidilactici on the gut microbiota and immune status of on-growing red tilapia (Oreochromis niloticus). Journal of Applied Microbiology. 109, 851-862.
14. **Gomez-Gil, B., Roque, A. and Turnbull, J. F. (2000)**. The use selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. Aquculture. 9: 259-270.
15. **Hardy, R.W., (2002**). Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In:Webster, C.D., Lim, C. (Eds.).Kim Jin Tae., 2014. Aquablend Avian. Agranco.
16. **Makridis, P., Bergh, Q., Skjermoj, J. and Vadstein, O., (2001**). Addition of bacteria bioencapsulated in Artemia metanauplii to a rearing system for halibut larvae. Aquaculture International. 9: 225-235.
17. **Montajami, S., Hajiahmadyan, M., Forouhar Vajargah, M., Hosseini Zarandeh, A., Shirood Mirzaie, F. and Hosseini, A. (2012)**. Effect of Synbiotic (Biomin imbo) on Growth Performance andSurvival Rate of Texas Cichlid (*Herichthys cyanoguttatus*) Larvae. Global Veterinaria. 3: 358-361.
18. **Tacon, A. G. J., (1990).** Standard methods for the nutrition and feeding of famed fish and shrimp. Argent Laboratories Press . pp. 424.
19. **Xue, M., Luo, L., Wu, X., Ren, Z., Gao, P., Yu, Y. and Pearl, G., (2006**). Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture. 260, 206-214.
20. **Zhou, X., Tian, Z., Wang, Y., Li, W., (2010)**. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. Fish physiology and biochemistry 36, 501--509.