مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

مقایسه تأثیر دو پربیوتیک سلماناکس مایع و ایمکس اولترا بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و بهبود مقاومت در برابر تنش‌های محیطی در بچه ماهیان نورس کپور معمولی (*Cyprinus carpio* L. 1758)

محمدرضا بیواره *، حجت‌الله جعفریان

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۳/۰۳
اصلاح: ۹۶/۱۲/۰۶
پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۴

کلمات کلیدی:
استرس
پربیوتیک
تغذیه
رشد
کپور معمولی

چکیده

مطالعه حاضر با هدف مقایسه و بررسی تأثیر دو پربیوتیک تجاری سلماناکس مایع و ایمکس اولترا بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه‌ای و مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در مواجه با تنش‌های محیطی آمونیاک بالا (۵ mg/L)، دمای بالا (۴۰C°)، pH اسیدی (pH=۲) و pH بازی (pH=۱۲) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار آزمایشی به همراه یک گروه شاهد هرکدام با سه تکرار در ۲۷ مخزن مدور از جنس پلی‌اتیلن با تراکم ۴۰ قطعه بچه ماهی در هر تکرار انجام شد. تعداد ۱۰۸۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی (g) ۱/۳۰±۰/۲۵ و میانگین طولی (cm) ۲/۵۴±۰/۳۳ تهیه شد. پس از سازگاری یک‌هفته‌ای با شرایط جدید و جیره پایه، بچه ماهیان به مدت ۶۰ روز با جیره‌های تکمیل‌شده در سطوح $cc.kg^{-1}$ ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ با پربیوتیک سلماناکس مایع و $g.kg^{-1}$ ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ از پربیوتیک ایمکس اولترا تغذیه شدند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که بچه ماهیان تغذیه کرده از پربیوتیک سلماناکس مایع عملکرد بهتری در خصوص پارامترهای رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای داشتند ($p<۰/۰۵$). درحالی‌که استفاده از پربیوتیک ایمکس اولترا مقاومت بچه ماهیان در مواجه با تنش‌های محیطی را افزایش داد ($p<۰/۰۵$). درمجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع دارای تأثیرات مثبتی بر پارامترهای رشد، کارایی تغذیه و مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در مواجه با تنش‌های محیطی است.

مقدمــه

کپور ماهیان بیش از ۷۲٪ تولیدات ماهیان آب شیرین را به خود اختصاص می‌دهند (Kühlwein *et al*., 2014). همسو با تولید بالای این گونه‌ها، شیوع کمترین میزان بیماری همراه با افزایش میزان تقاضا ازجمله چالش‌هایی است که پرورش دهندگان با تغییر رویه پرورش از سمت روش‌های گسترده به سمت روش‌های نیمه متراکم و متراکم همواره با آن مواجه بوده‌اند (Chen *et al*., 2014). تغییر رویه پرورش از حالت سنتی به سمت روش‌های متراکم، منجر به استفاده از فنّاوری‌های جدید و روش‌های

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mohamadrezabivareh@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

جایگزین از جمله به‌کارگیری انواع افزودنی‌های غذایی مانند پروبیوتیک‌ها و پربیوتیک‌ها با هدف افزایش میزان تولید و ارتقاء کیفیت محصولات آبزی شد (Allameh *et al*., 2015).

پربیوتیک‌ها اجزاء غذایی غیرقابل‌هضمی هستند که با ایجاد تغییر در ترکیب و یا فعالیت میکروفلور طبیعی دستگاه گوارش باعث ایجاد تأثیرات مثبت در وضعیت تغذیه و سلامت موجود میزبان می‌گردند (Ringo *et al*., 2014). تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که محصولات فرعی تولیدشده در اثر تخمیر باکتری‌های پربیوتیکی هم‌غذا[1] نقش مهمی در بهبود سلامت موجود موجود میزبان خواهد داشت (Song *et al*., 2014). درواقع پربیوتیک‌ها را می‌توان مکمل‌های غذایی سودمندی تعریف کرد که باعث بهبود عملکرد رشد، افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی، ارتقاء پاسخ‌های ایمنی و بالا بردن میزان مقاومت ماهیان در مواجه با شرایط استرس‌زا می‌گردند (Dawood *et al*., 2015). بیشتر مطالعات انجام‌شده در این زمینه بیانگر تأثیرات مثبت این افزودنی‌های غذایی در جیره کپور ماهیان است (Dawood and Koshio, 2016). در برخی از مطالعات نیز گزارش شده است که استفاده از این ترکیبات هیچ‌گونه تأثیری بر پارامترهای زیستی این گونه‌ها نداشته است (Dobšíková *et al*., 2013; Eshaghzadeh *et al*., 2015; Hoseinifar *et al*., 2014; Hoseinifar *et al*., 2015).

به دلیل نبود اطلاعات کافی در خصوص مقایسه میزان تأثیر استفاده از پربیوتیک‌های مختلف به‌طور هم‌زمان بر پارامترهای زیستی کپور ماهیان بخصوص در مراحل اولیه زیست آن‌ها، در مطالعه حاضر تأثیر دو پربیوتیک دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* و عصاره مخمری آن به ترتیب تحت عناوین تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه و میزان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در برابر تنش‌های محیطی (آمونیاک؛ دما، pH اسیدی و pH بازی) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در ماه‌های خرداد و تیر سال ۱۳۹۵ به مدت ۶۰ روز در آزمایشگاه آبزی‌پروری دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. برای شروع کار تعداد ۱۰۸۰ قطعه بچه ماهی نورس کپور معمولی از مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان استخوانی (گلستان) در کیسه‌های پلاستیکی دو لایه به محل انجام آزمایش منتقل شد. پس از عملیات هم‌دما نمودن، بچه ماهیان به مخزن ۲۰۰۰ لیتری موجود در محیط آزمایشگاه منتقل شدند. پس از سازگاری یک‌هفته‌ای با شرایط جدید و جیره پایه، بچه ماهیان به شکل تصادفی در ۲۷ مخزن مدور از جنس پلی‌اتیلن با ظرفیت ۴۰ لیتر و حجم آبگیری ۲۵ لیتر با تراکم ۴۰ قطعه بچه ماهی در هر مخزن (۲-۳ قطعه در هر لیتر) با میانگین وزنی (انحراف معیار±میانگین) ۰/۲۵۴ ± ۱/۳ گرم و میانگین طولی (انحراف معیار±میانگین) ۰/۳۳±۲/۵۴ سانتی‌متر در ۸ تیمار آزمایشی به همراه یک گروه شاهد هرکدام با سه تکرار تقسیم شدند. در طول دوره آزمایش میزان شوری، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH آب پرورش بچه ماهیان با دستگاه واترچکر[2] HANNA مدل HI ۸۳۲۰۰ ساخت کشور آمریکا به‌صورت روزانه و دمای آب با دماسنج جیوه‌ای روزانه سه مرتبه، قبل از غذادهی مورد پایش قرار گرفت که نتایج آن به‌صورت میانگین در جدول ۱ ارائه‌شده است. به‌منظور هوادهی و تأمین نیاز اکسیژن بچه ماهیان نیز به هر یک از مخازن یک سنگ هوا که به پمپ هواده الکتریکی مدل Haila متصل بود، نصب گردید. دوره نوری به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود.

جدول ۱. میانگین پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب مخازن در طول دوره ۶۰ روزه پرورش

دما (C^o)	شوری (mg/L)	هدایت الکتریکی (µm/s)	اکسیژن محلول (mg/L)	pH
۲۷/۳±۱/۶	۵۳۶±۲۹/۸۷	۸۴۳/۱۴±۶۳/۲۹	۷/۴±۰/۸۳	۷/۶±۰/۵۹

[1] Commensal bacteria ferment prebiotics
[2] Water Checker

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

طرح آزمایش

مطالعه حاضر در غالب یک طرح کاملاً تصادفی با جیره‌های تکمیل‌شده توسط چهار سطح ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ گرم پربیوتیک ایمکس اولترا و ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ سی‌سی پربیوتیک سلماناکس مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی در ۸ تیمار آزمایشی به همراه یک گروه شاهد، هرکدام با سه تکرار طراحی و به مدت ۶۰ روز انجام شد.

پربیوتیک‌های مورداستفاده

تکمیل جیره‌های غذایی در طول دوره آزمایش با دو پربیوتیک ایمکس اولترا و سلماناکس مایع تهیه‌شده از شرکت Arm & Hammer Animal Nutrition Co. USA انجام شد. محصول ایمکس از ترکیبات دیواره سلولی و محتویات مخمر *Saccharomyces cerevisiae* سویه I۱۰۷۷ و محیط کشت حاوی ساکارز، ملاس و عصاره ذرت است. این ترکیب به‌عنوان یک منبع پروتئین گیاهی حاوی ۳۸-۳۳٪ پروتئین (بسته به نوع ایمکس)، ویتامین‌های گروهB ، انواع اسیدهای آمینه و مواد معدنی است. طبق ادعای شرکت سازنده محصول ایمکس اولترا ۸× برابر نسبت به ایمکس استاندارد اشباع‌شده‌تر و غنی‌تر است. سلماناکس مایع نیز یک مکمل پربیوتیکی شامل محیط کشت مخمر *Saccharomyces cerevisiae* و عصاره مخمری است که هم حاوی متابولیت‌هایی است که به‌طور طبیعی درکشت مخمر وجود دارد و هم حاوی مانان‌های مخمری ازجمله - الیگوساکارید و بتاگلوکان است. آنالیز اجزاء تشکیل‌دهنده این محصولات در جدول ۲ ارائه شد (Church and Dwight Co., Inc. 2016).

جدول ۲. مقدار عناصر غذایی موجود در محصولات تجاری ایمکس اولترا و سلماناکس مایع

مواد مغذی	ایمکس اولترا مقدار (برحسب ٪)	سلماناکس مایع مقدار (برحسب ٪)
پروتئین خام	۲۳	۶/۵
چربی خام	۲	۱/۶
فیبر خام	۱۰	۰/۳۵
خاکستر	۳	۲/۵
ماده خشک	۹۰	۲۰
رطوبت	۱۰	۸۰
مواد مغذی قابل‌هضم کل	۷۴	-

تهیه و آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان

به‌منظور آماده‌سازی جیره‌های غذایی، ابتدا مقدار غذا برای کل دوره آزمایش (۶۰ روز) برای هر تیمار محاسبه شد. سپس غذای کنسانتره شرکت تعاونی تولیدی فرآدانه (SFC) با قطر mm ۲، حداقل پروتئین خام (٪) ۳۸، حداقل چربی خام (٪) ۴، حداقل فیبر خام (٪) ۳، حداقل رطوبت (٪) ۵، حداقل خاکستر (٪) ۷ و حداقل فسفر (٪) ۱ توزین شد. میزان پربیوتیک محاسبه‌شده برای هر تیمار با ۱ کیلوگرم غذا مخلوط شد و با اضافه نمودن درصد مشخصی آب مقطر (۱۰۰mm) به حالت خمیر تبدیل شد. خمیر تهیه شده از چرخ‌گوشت با اندازه چشمهmm ۰/۸ عبور داده شد و به شکل پلت در مجاورت هوا خشک شد. در پایان جیره‌های تهیه‌شده در بسته‌بندی‌های مناسب تا زمان استفاده در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Chitsaz *et al*., 2016). مقدار غذای روزانه با توجه به درصد وزن بدن محاسبه و در سه نوبت (ساعات ۸ صبح، ۱۳ ظهر و ۱۸ عصر) (Zaccorate *et al*., 1996) به میزان ۵٪ وزن بدن در اختیار بچه ماهیان قرار گرفت (Mohamadi-azarm., 2004). غذادهی به‌صورت دستی انجام شد. سیفون کردن مخازن جهت خارج کردن باقیمانده غذایی و مدفوع بچه ماهیان به‌صورت یک روز در میان انجام شد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

زیست‌سنجی

جهت بررسی وضعیت رشد در انتهای دوره آزمایش، تمام بچه ماهیان موجود در هر مخزن صید و پس از بی‌هوشی با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک (Falahatkar *et al*., 2012) اندازه‌گیری وزن با ترازوی دیجیتال Kern مدل KB360-3N با دقت ۰/۰۰۱ گرم و اندازه‌گیری طول با تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر انجام شد. بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده برخی از شاخص‌های رشد و تغذیه مورد سنجش قرار گرفت.

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم- لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰= ضریب رشد ویژه (Hevroy *et al*., 2005)

[میانگین درجه حرارت به سانتی‌گراد × زمان / ($^{۰/۳۳۳}$ وزن توده زنده اولیه ماهی به گرم – $^{۰/۳۳۳}$ وزن توده زنده نهایی ماهی به گرم)] = ضریب رشد حرارتی (De Silva and Anderson, 1995)

۱۰۰ ×[مدت مطالعه / (وزن اولیه – وزن نهایی)] = (٪) میانگین رشد روزانه (Wahli *et al*., 2003)

[زمان × ۲/ (میانگین وزن اولیه به گرم + میانگین وزن نهایی به گرم)]/ غذای خورده شده ×۱۰۰= غذای خورده شده روزانه (Hatlen *et al*., 2005)

((^{۳} میانگین طول انتهای دوره به سانتیمتر)/ (میانگین وزن انتهای دوره به گرم)) ×۱۰۰ = شاخص وضعیت (Ai *et al*., 2006)

(تعداد بچه ماهیان باقیمانده در انتهای دوره/ تعداد بچه ماهیان ابتدای دوره) ×۱۰۰ = درصد بازماندگی (Tacon, 1990)

افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (Hevroy *et al*., 2005)

(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) ×۱۰۰ = کارایی غذا (درصد) (De Silva and Anderson,1995)

مقدار مصرف پروتئین (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین (گرم/گرم) (Helland *et al*., 1996)

مقدار چربی خورده شده (گرم)/ وزن به‌دست‌آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی (گرم/گرم) (Helland *et al*., 1996)

نحوه انجام تنش‌های استرس

جهت تعیین میزان مقاومت بچه ماهیان در مواجه با عوامل استرس‌زا، تعداد ۵ قطعه بچه ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی صید شد. بچه ماهیان به شکل جداگانه در معرض هر یک از شوک‌های آمونیاک بالا با افزودن ۵ mg/L آمونیاک ۲۵٪ ساخت شرکت مرک (آلمان) به آب، دمای بالا از طریق رساندن دمای آب به ۴۰C° با حرارت دادن توسط هیتر و کنترل دما توسط دماسنج جیوه‌ای، pH اسیدی (pH=۲) با افزودن مرحله‌ای اسیدکلریدریک ۳۷٪ ساخت شرکت مرک (آلمان) و pH بازی (pH=۱۲) با افزودن مرحله‌ای سود (NaOH) ۱٪ نرمال ساخت شرکت مرک (آلمان) و کنترل pH توسط دستگاه پی‌اچ متر مدل pH462 ساخت شرکت تجهیزات سنجش ایران قرار گرفتند (Jafaryan *et al*., 2011).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار ^{۳}SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^{۴}، مقایسه‌ی واریانس تیمارها با آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه^{۵} و بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با

[3] Statistical Package for Social Science
[4] Kolmogorov-smirnov
[5] One-Way ANOVA

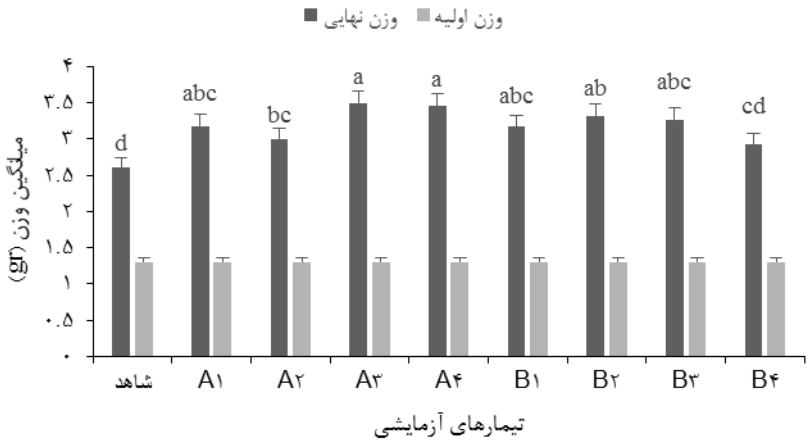
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

آزمون چند دامنه‌ای دانکن[۶] انجام شد. در تمامی بررسی‌ها سطح معنی‌دار بودن کمتر از $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. داده‌ها به‌صورت انحراف معیار ± میانگین گزارش شد. نمودارها با نرم‌افزار اکسل (۲۰۱۳) رسم شد.

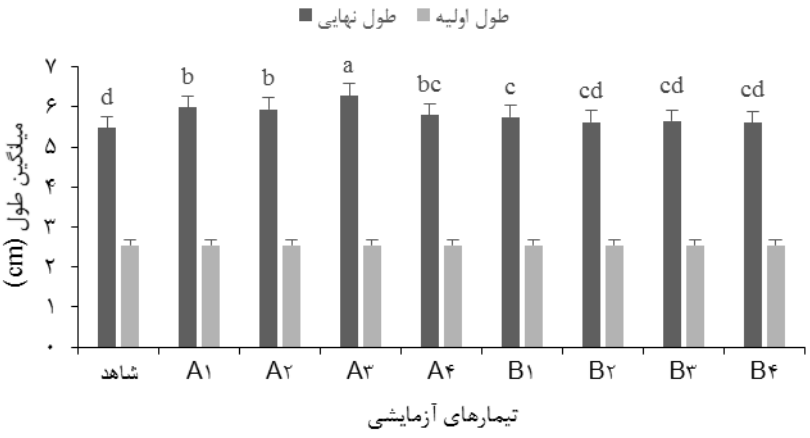
نتایــج

پارامترهای رشد

تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر پارامترهای رشد بچه ماهیان نورس کپور معمولی در اشکال ۱ تا ۷ ارائه‌شده است. در شروع آزمایش اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزن اولیه و طول اولیه بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$)؛ اما در پایان دوره ۶۰ روزه آزمایش، وزن نهایی بچه ماهیان در تمامی تیمارهای آزمایشی به شکل معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد اندازه‌گیری شد ($p<۰/۰۵$). بالاترین وزن نهایی (۳/۴۹ و ۳/۴۵ گرم) به ترتیب در دو تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با $۰/۷cc.kg^{-1}$ و ۱ پربیوتیک سلماناکس مایع ثبت شد (شکل ۱). بچه ماهیان تغذیه کرده از تیمار حاوی $۰/۷cc.kg^{-1}$ پربیوتیک سلماناکس مایع از طول نهایی (۶/۲۷ سانتی‌متر) بالاتری نیز در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد برخوردار بودند ($p<۰/۰۵$) (شکل ۲). کمترین میزان تلفات در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با $۰/۷cc.kg^{-1}$ پربیوتیک سلماناکس مایع و بیش‌ترین میزان مرگ‌ومیر در گروه شاهد ثبت شد ($p<۰/۰۵$) (شکل ۳).



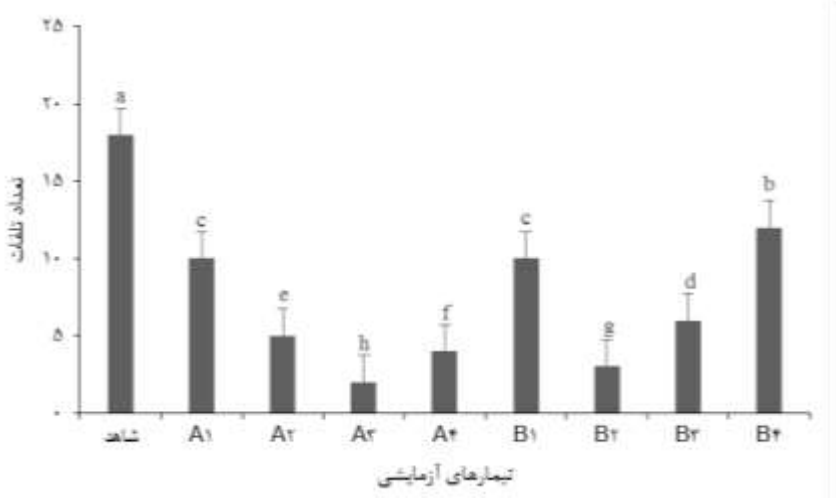
شکل ۱. وزن اولیه و نهایی



شکل ۲. طول اولیه و نهایی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]



شکل ۳. میزان تلفات

A۱: ۰/۳cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع؛ A۲: ۰/۵cc.kg^{-1}؛ پربیوتیک سلماناکس مایع؛ A۳: ۰/۷cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس؛A۴: ۱cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع؛ B۱: ۰/۳g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا؛ B۲: ۰/۵g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا؛ B۳: ۰/۷g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا؛ B۴: ۱g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا

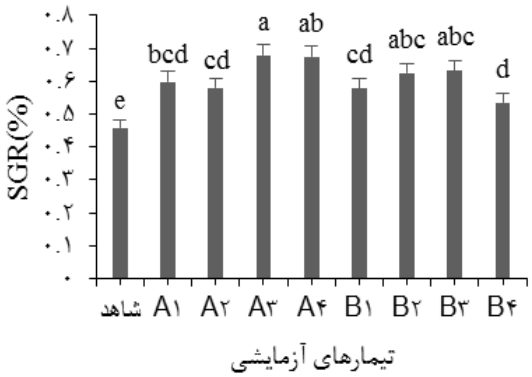
میزان نرخ رشد ویژه (شکل ۴)، میانگین رشد روزانه (شکل ۵) و ضریب رشد حرارتی (شکل ۶) نیز در تمامی تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). بالاترین نرخ رشد ویژه (۰/۶۷ درصد در روز) در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با ۱cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع و کمترین مقدار آن (۰/۴۵ درصد در روز) در گروه شاهد اندازه‌گیری شد. بیشترین میانگین رشد روزانه (۳/۶۶ درصد) و ضریب رشد حرارتی (۱/۰۴ درصد) در دو تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با ۰/۷cc.kg^{-1} و ۱ پربیوتیک سلماناکس مایع ثبت شد (p<۰/۰۵). مقدار غذای خورده شده روزانه در تمامی تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). کمترین مقدار غذای خورده شده روزانه (۲/۱۹ درصد) در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با ۰/۷cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع و بیشترین مقدار آن (۲/۶۶ درصد) در گروه شاهد اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فاکتور وضعیت نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نشان داد (p<۰/۰۵). بالاترین مقدار این شاخص (۱/۸۰ درصد) در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با ۰/۵ g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا و کمترین مقدار آن (۱/۳۹ درصد) در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با ۰/۷cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع ثبت شد (شکل ۸).

شاخص‌های تغذیه‌ای

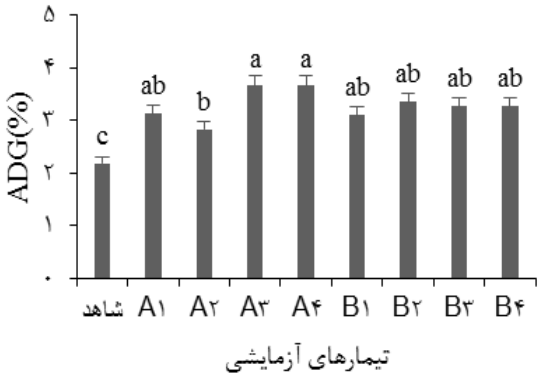
تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر شاخص‌های تغذیه‌ای بچه ماهیان نورس کپور معمولی در اشکال ۹ تا ۱۲ ارائه‌شده است. ضریب تبدیل غذایی در تمامی تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)؛ اما به‌صورت درون‌گروهی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بیشترین ضریب تبدیل غذایی (۴/۳۸) در گروه شاهد و کمترین مقدار آن (۱/۷) در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با ۱cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع ثبت شد (شکل ۹). بیشترین نرخ کارایی غذا (۰/۷۳۲) (۰/۷۱۹)، نسبت کارایی پروتئین (۱/۴۶) (۱/۴۳) و نسبت کارایی چربی (۷/۳۲) (۷/۱۹) نیز به ترتیب در دو تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل‌شده با cc.kg^{-1} ۰/۷ و ۱ پربیوتیک سلماناکس مایع ثبت شد (p<۰/۰۵). کمترین مقدار این شاخص‌ها در گروه شاهد اندازه‌گیری شد (اشکال ۱۰ تا ۱۲).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

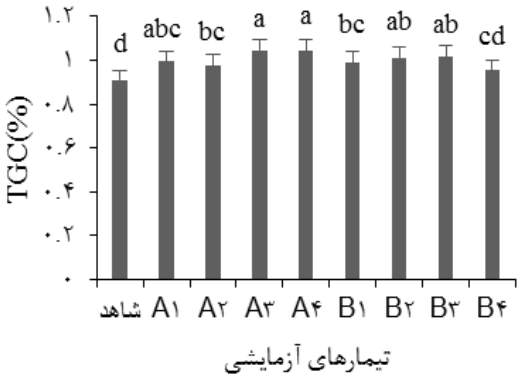
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]



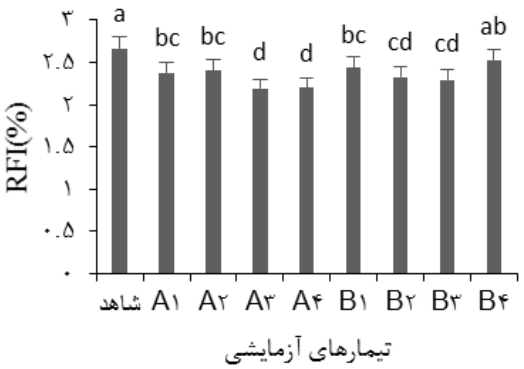
شکل ۴. نرخ رشد ویژه



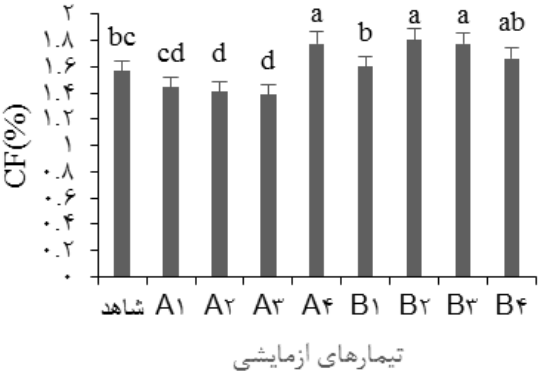
شکل ۵. میانگین رشد روزانه



شکل ۶. ضریب رشد حرارتی



شکل ۷. غذای خورده شده روزانه



شکل ۸. فاکتور وضعیت

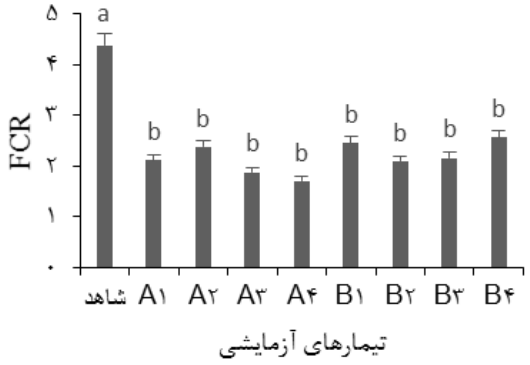
A۱: ۰/۳cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع؛ A۲: ۰/۵cc.kg^{-1}؛ پربیوتیک سلماناکس مایع؛ A۳: ۰/۷cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس؛A۴: ۱cc.kg^{-1} پربیوتیک سلماناکس مایع؛ B۱: ۰/۳g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا؛ B۲: ۰/۵g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا؛ B۳: ۰/۷g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا؛ B۴: ۱g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا

نتایج مقاومت در برابر تنش‌های محیطی

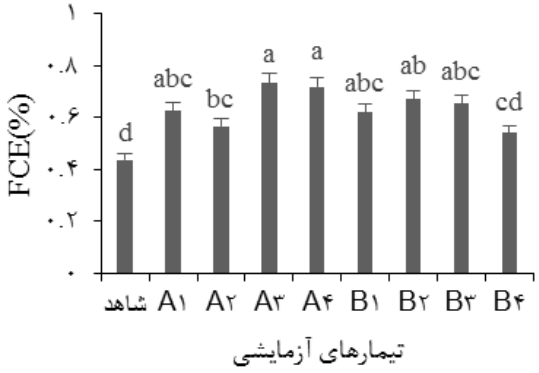
تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع بر میزان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در مواجه با تنش‌های آمونیاک بالا، دمای بالا، pH اسیدی و pH بازی در جدول ۱ ارائه‌شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میزان مقاومت بچه ماهیان در مواجه با تنش‌های آمونیاک بالا و دمای بالا در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل شده با ۱g.kg^{-1} پربیوتیک ایمکس اولترا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). میزان مقاومت بچه ماهیان در مواجه با تنش‌های

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

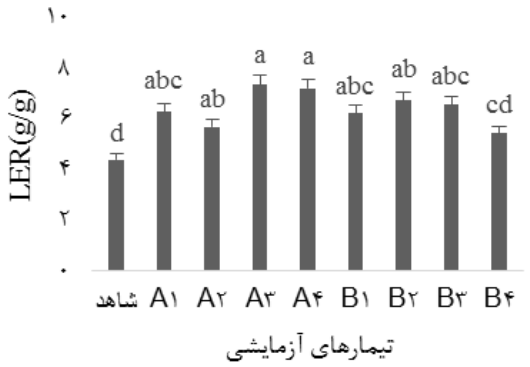
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]



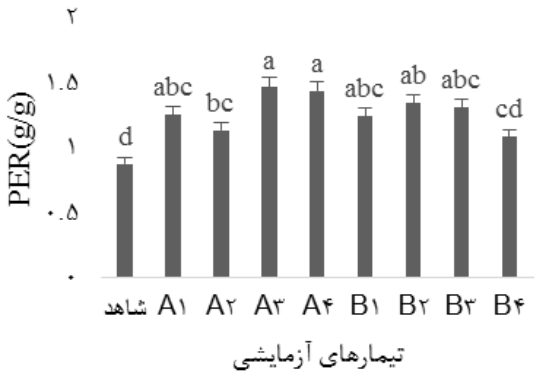
شکل ۹. ضریب تبدیل غذایی



شکل ۱۰. نرخ کارایی غذا



شکل ۱۱. نسبت کارایی چربی



شکل ۱۲. نسبت کارایی پروتئین

pH اسیدی و pH بازی نیز در تیمار تغذیه کرده از جیره‌های تکمیل شده با $0/3 g.kg^{-1}$ پربیوتیک ایمکس اولترا به شکل معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد بالاتر بود ($p<0/05$).

جدول ۱. مقایسه میزان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی تحت تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک‌های سلماناکس مایع و ایمکس اولترا برحسب ثانیه (میانگین ± انحراف معیار)

تیمار / پارامتر		استرس آمونیاک (۵mg/L در لیتر) (ثانیه)	استرس حرارتی (۴۰°C) (ثانیه)	استرس pH اسیدی (pH=۲) (ثانیه)	استرس pH بازی (pH=۱۲) (ثانیه)
شاهد	۰	۱۴۰^{d}	۳۷/۵±۷/۵^{e}	۸۳۰±۷۰^{d}	۱۱۳۲/۵±۴۷/۵^{c}
سلماناکس مایع	۰/۳g/kg	۳۰۰±۲۰^{c}	۸۵±۵^{bc}	۱۰۳۲/۵±۱۳۲/۵^{bc}	۱۵۳۵±۴۸۵^{ab}
	۰/۵g/kg	۳۹۰±۳۰^{b}	۹۰±۲۰^{abc}	۹۹۳/۵±۳/۵^{c}	۱۳۹۰±۲۳۰^{bc}
	۰/۷g/kg	۴۹۵±۱۵^{a}	۱۰۰±۱۰^{ab}	۱۰۴۰±۱۶۰^{bc}	۱۵۲۰±۱۲۰^{ab}
	۱g/kg	۵۵۵±۵^{a}	۱۰۲/۵±۲/۵^{ab}	۱۰۲۷/۵±۱۱۲/۵^{bc}	۱۴۶۷/۵±۹۲/۵^{abc}
ایمکس اولترا	۰/۳g/kg	۳۱۵±۷۵^{c}	۶۲/۵±۱۲/۵^{d}	۱۲۱۱/۵±۵/۵^{a}	۱۸۲۰±۲۰۰^{a}
	۰/۵g/kg	۳۶۵±۲۵^{bc}	۶۰±۱۰^{d}	۱۲۲۰±۴۰^{a}	۱۶۹۲/۵±۲/۵^{ab}
	۰/۷g/kg	۴۱۵±۸۵^{b}	۷۷/۵±۲/۵^{cd}	۱۱۴۳/۵±۴۳/۵^{abc}	۱۵۹۲/۵±۱۲/۵^{ab}
	۱g/kg	۵۴۰^{a}	۱۰۷/۵±۲/۵^{a}	۱۱۷۰^{ab}	۱۵۷۵±۵^{ab}

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

بحث

بر اساس نتایج تحقیق حاضر افزایش میزان رشد و کارایی تغذیه در نتیجه استفاده از پربیوتیک سلماناکس مایع در جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی احتمالاً به دلیل افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده در دستگاه گوارش و بهبود ساختار ریز پرزهای موجود در سطح انتروسیت‌های روده است که از طریق تأثیر بر میکروفلورای درون‌سلولی روده باعث افزایش میزان جذب مواد مغذی و در نتیجه افزایش میزان کارایی غذا و تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه[۷] ($SCFA_S$) به‌عنوان محصول نهایی تخمیر پربیوتیک‌ها می‌گردد (Djauhari *et al.*, 2017). به طوری‌که این ترکیبات توسط باکتری‌های مفید روده تخمیر شده و بستری مناسب برای رشد و ازدیاد این باکتری‌ها در میکروبیوتای روده‌ای را فراهم می‌نمایند (Marteau and Flourie, 2001). مهم‌ترین محصول تخمیر نهایی پربیوتیک‌ها، اسیدهای چرب زنجیره کوتاهی هستند (Mahious and Ollevier, 2005) که از طریق اپیتلیوم روده جذب و به‌عنوان یک منبع مهم انرژی برای موجود میزبان عمل می‌نماید. این ترکیبات باعث تقویت انتروسیت‌ها و افزایش قابلیت جذب مواد غذایی شده و عملکردی همانند ساکاریدها خواهند داشت (Ringø *et al.*, 2014؛ Hoseinifar *et al.*, 2015). در تأیید این نتایج، تکمیل جیره‌های غذایی با ۰/۲ درصد پربیوتیک مانان‌الیگوساکارید باعث طویل‌تر شدن طول ریز پرزهای روده در لاروهای ماهی سوکلا (*Rachycentron canadium*) (Salze *et al.*, 2008) و افزایش تراکم ریز پرزهای قسمت قدامی و خلفی دستگاه گوارش در ماهی سیم سر طلایی[۸] (*Sparus aurata*) شد (Dimitroglou *et al.*, 2010).

افزایش میزان بقای بچه ماهیان نورس کپور معمولی نیز احتمالاً در پاسخ به ارتقاء سلامت عمومی و یا وضعیت ایمنی بچه ماهیان در اثر تغذیه با پربیوتیک‌ها بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از گزارشات قبلی حاصل شده است (Soleimani *et al.*, 2012). پربیوتیک‌ها از طریق بهبود فلور باکتریایی روده، آثار زیان‌بار عوامل عفونت‌زا را کاهش داده و میزان بازماندگی آن‌ها در مواجهه با عوامل بیماری‌زا افزایش می‌دهند (Schley and Field, 2002). در تائید نتایج ارائه شده استفاده از پربیوتیک‌های (1,3)(1,6)-β-Dglucan (Eshaghzadeh *et al.*, 2015)؛ فروکتوالیگوساکارید زنجیره کوتاه (Hoseinifar *et al.*, 2015) و ایمنوژن (Ebrahimi *et al.*, 2012) در جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی به نتایجی مشابهی نشان داد.

تأثیر مثبت پربیوتیک‌ها در برابر استرس‌های محیطی در مطالعات مختلفی به اثبات رسیده است (Staykov *et al.*, 2007؛ Salze *et al.*, 2008). مطالعات مرتبط نشان می‌دهد که به‌کارگیری مخمر در جیره غذایی ماهی به دلیل دارا بودن ترکیباتی مانند بتاگلوکان باعث افزایش این ماده در بدن ماهی و تحریک سیستم ایمنی آن خواهد شد (Li *et al.*, 2004). وجود ترکیباتی دیگر همانند پپتیدوگلیکان‌ها که از آن‌ها به‌عنوان عوامل محرک پاسخ‌های ایمنی، فعالیت‌های لیزوزیمی و ایمونوگلوبین یاد می‌شود؛ پاسخ‌های ایمنی بچه ماهیان در مقابل محرک‌های محیطی را افزایش می‌دهد (Irianto and Austin, 2002). علاوه بر حضور بتاگلوکان، ترکیبات الیگوساکاریدی موجود در ساختار هر یک از دو پربیوتیک مورداستفاده در تحقیق حاضر احتمالاً با بهبود مورفولوژی دستگاه گوارش همسو با توانایی بالقوه آن‌ها در کنترل استرس‌های اکسیداتیو می‌تواند مؤثر بوده باشد. این ترکیبات از طریق گسترش ریز پرزهای دستگاه گوارش باعث افزایش کارایی جذب مواد مغذی و درنتیجه افزایش رشد می‌گردند (Song *et al.*, 2010). وجود بتاگلوکان، پپتیدوگلیکان، کیتین و کیتوزان موجود در عصاره مخمری نیز با ارتقاء پاسخ‌های ایمنی باعث افزایش مقاومت ماهیان در برابر تنش‌های محیطی می‌گردند (Kitao and Yoshida, 1986). در تأیید این نتایج Akrami و همکاران (۲۰۱۵) و Rahnama و همکاران (۲۰۱۳) در استفاده از پربیوتیک اینولین شاهد افزایش معنی‌دار میزان مقاومت بچه ماهیان قرمز حوض (*Carassius auratus gibelio*) در مواجه با تنش‌های آمونیاک بالا، دمای بالا، pH اسیدی و pH بازی بودند. در مطالعه‌ای دیگر Akrami و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از ۰/۳$g.kg^{-1}$ پربیوتیک مانان-

[7] Short Chain Fatty Acids ($SCFA_S$)
[8] gilthead sea bream

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

الیگوساکارید افزایش میزان مقاومت لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مواجه با تنش‌های آمونیاک بالا، دمای بالا، pH اسیدی و pH بازی را گزارش دادند.

درمجموع نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از پربیوتیک‌های ایمکس اولترا و سلماناکس مایع در جیره غذایی بچه ماهیان نورس کپور معمولی دارای تأثیرات مثبت و معنی‌داری بر پارامترهای رشد، کارایی تغذیه و میزان مقاومت آن‌ها در مواجه با تنش‌های محیطی است. با مقایسه میزان تأثیر این دو محصول مشخص شد که استفاده از پربیوتیک سلماناکس مایع می‌تواند به شکل مؤثری در ارتقاء پارامترهای رشد و کارایی تغذیه و استفاده از پربیوتیک ایمکس اولترا در افزایش میزان مقاومت بچه ماهیان نورس کپور معمولی در مواجه با تنش‌های محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

منابـع

Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Duan, Q., Ma, H., Zhang, L. 2006. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large Yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture. 260: 255-263.

Akramai, R., Ebrahimi, A., Shamloofar, M., Razaghi Mansour, M. 2014. The Effect of prebiotic mannan oligosaccharide on the rrowth performance, survival and resistance rate of Rainow trout larvae (*ncorhynchus mykiss* Wabaum, 1792) against environmental stress. Journal of Applied Ichthyological Research. 2(3): 29-42.

Akrami, R., Rahnama, B., Chitsaz, H., Razeghi Mansour, M. 2015. Effects of dietary inulin on growth performance, survival, body composition, stress resistance and some hematological parameters of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 14(4): 1072-1082

Allameh, S.K., Yusoff, F.M., Ringø, E., Daud, H.M., Saad, C.R., Ideris, A. 2015. Effects of dietary mono-and multiprobiotic strains on growth performance, gut bacteria and body composition of Javanese carp (*Puntius gonionotus*, Bleeker 1850). Aquaculture Nutrition. 22: 367-373.

Chen, Y., Zhu, X., Yang, Y., Han, D., Jin, J., Xie, S. 2014. Effect of dietary chitosan on growth performance, haematology, immune response, intestine morphology, intestine microbiota and disease resistance in Gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquaculture Nutrition. 20: 532-546.

Chitsaz, H., Akrami, R., Arab Arkadeh, M. 2016. Effect of dietary synbiotics on growth, immune response and body composition of Caspian roach (*Rutilus rutilus*). Iranian Journal Fisheries Sciences. 15: 170-182.

Church and Dwight Co., Inc. 2016. ARM and HAMMER©™, the ARM and HAMMER logo and A-MAX™ are trademarks of Church & Dwight Co., Inc. AM2460-0516.

Dawood, M.A.O., Koshio, Sh. 2016. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in Carp aquaculture: A review. Aquaculture. 454: 243-251.

Dawood, M.A.O., Koshio, Sh., Ishikawa, M., Yokoyama, S. 2015. Dietary supplementation of β-glucan improves growth performance, the innate immune response and stress resistance of Red sea bream, *Pagrus major*. Aquaculture Nutrition. 23: 148-159.

De Silva, S.S., Anderson, T.A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London, 319p.

Dimitroglou, A., Merrifield, D.L., Spring, P., Sweetman, J., Moate, R., Davies, S.J. 2010. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance feed utilization, intestinal histology and gut microbiota of Gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 300: 182-188.

Djauhari, R., Widanarni, Sukenda, Suprayudi, M.A., Jr, M.Z. 2017. Growth performance and health status of common carp (*Cyprinus carpio*) Supplemented with Prebiotic from Sweet Potato (*Ipomoea batatas L.*) Extract. Pakistan Journal of Nutrition. 16(3): 155-163.

Dobšíková, R., Blahová, J., Mikulíková, I., Modrá, H., Prášková, E., Svobodová, Z., Škorič, M., Jarkovský, J., Siwicki, A. 2013. The effect of oyster mushroom β-1.3/1.6-D-glucan and oxytetracycline antibiotic on biometrical, haematological, biochemical, and immunological indices, and histopathological changes in Common carp (*Cyprinus carpio* L.). Fish and Shellfish Immunology. 35: 1813-1823.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

Ebrahimi, G.H., Ouraji, H., Khalesi, M.K., Sudagar, M., Barari, A., Zarei Dangesaraki, M., Jani Khalili, K.H. 2012. Effects of a prebiotic, Immunogen®, on feed utilization, body composition, immunity and resistance to Aeromonas hydrophila infection in the Common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 96: 591-599.

Eshaghzadeh, H., Hoseinifar, S.H., Vahabzadeh, H., Ringø, E. 2015. The effects of dietary inulin on growth performances, survival and digestive enzyme activities of Common carp (*Cyprinus carpio*) fry. Aquaculture Nutrition. 21: 242-247.

Falahatkar, B., Abdi, H., Mahmoudi, N. 2012. The role of dietary nucleotide on energy sources and growth function of common carp, *Cyprinus carpio*. Iranian Scientific Fisheries Journal. 21(1): 133-146. (in Persian)

Hatlen, B., Helland, B.G., Helland, S.J. 2005. Growth, feed utilization and body composition in two size groupsof Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in protein and carbohydrate content. Aquaculture. 249: 401-408.

Helland, S.J., Grisdale, B., Nerland, S. 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture. 139: 157-163.

Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., 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.

Hoseinifar, S.H., Esteban, M.Á., Cuesta, A., Sun, Y.Z. 2015. Prebiotics and fish immune response: a review of current knowledge and future perspectives. Reviews in Fisheries Science and Aquaculture. 23: 315-328.

Hoseinifar, S.H., Soleimani, N., Ringø, E. 2014. Effects of dietary fructo-oligosaccharide supplementation on the growth performance, haemato-immunological parameters, gut microbiota and stress resistance of Common carp (*Cyprinus carpio*) fry. British Journal of Nutrition. 112: 1296-1302.

Irianto, A., Austin, B. 2002. Probiotics in aquaculture. Journal of Fish Disease. 25: 633- 642.

Jafaryan, H.M., Soltani, M., Taati, A., Nazarpoor Morovat, R. 2011. The comparsion of performance of isolated Sturgeon gut bacillus (*Acipenser persicus* and *Huso huso*) with commercial microbial products on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. Journal of Veterinary Research. 66(1): 39-46.

Kitao, T., Yoshida, T. 1986. Effect of an immunopotentiator on *Aeromonas salmonicida* infection in Rainbow trout. Veterinary Immunology and Immunopathology. 12: 287-291.

Kühlwein, H., Merrifield, D.L., Rawling, M.D., Foey, A.D., Davies, S.J. 2014. Effects of dietary β-(1, 3) (1, 6)-D-glucan supplementation on growth performance, intestinal morphology and haemato-immunological profile of Mirror carp (*Cyprinus carpio L.*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 98: 279-289.

Li, P., Lewis, D.H., Gatlin, D.M. 2004. Dietary oligonucleotide influences immune responses and resistance of Hybrid striped bass (*Moronic chrysops* × *M. saxatilis*) to streptococcus infection. Fish and Shellfish Immunology. 16: 561-569.

Mahious, A.S., Ollevier, F. 2005. Probiotics and prebiotics in aquaculture: A review. 1st Regional Workshop on Techniques for Enrichment of Live Food for Use in Larviculture, 7-11 March, Urmia, Iran. pp. 17-26.

Marteau, P., Flourie, B. 2001. Tolerance to low-digestible carbohydrates: symptomatology and methods. British Journal of Nutrition. 85: S17-S21.

Mohamadi-Azarm, H., Abedian, A., Abtahi, B. 2004. Effects of probiotic on growth and survival in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Marine Science. 2-3: 69-75.

Rahnama, B., Akrami, R., Chitsaz, H. 2013. Effect of dietary prebiotic inulin on growth performance, survival, body composition and salinity stress resistance in *Carassius auratus gibelio*. Breeding and Aquaculture Sciences Journal, Islamic Azad University, Babol Branch. 1: 55-70. (in Persian)

Ringø, E., Dimitroglou, A., Hoseinifar, S.H., Davies, S.J. 2014. Prebiotics in finfish: an update. In: Merrifield, D.L., Ringø, E. (eds.). Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics.Wiley-Blackwell Publishing pp, Oxford, UK. pp. 360-400.

Salze, G., McLean, E., Schwarz, M.H., Craig, S.R. 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval Cobia. Aquaculture. 274: 148-152.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]

Schley, P., Field, C. 2002. The immune enhancing effects of dietary fibers and prebiotics. British Journal of Nutrition. 87(2): 221-230.

Soleimani, N., Hoseinifar, SH., Merrifield, D.L., Barati, M., Abadi, ZH. 2012. Dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) improves the innate immune response, stress resistance, digestive enzyme activities and growth performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. Fish and Shellfish Immunology. 32: 316-321.

Song, S.K., Beck, B.R., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, H.D., Ringø, E. 2014. Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review. Fish and Shellfish Immunology. 40: 40-48.

Song, X., Xu, J., Wang, T., Liu, F. 2010. Traditional Chinese medicine decoction enhances growth performance and intestinal glucose absorption in heat stressed pigs by up-regulating the expressions of SGLT1 and GLUT2 mRNA. Livestock Science. 128: 75-81.

Staykov, Y., Spring, P., Denev, S., Sweetman, J. 2007. Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculter International. 15: 153-161.

Tacon, A.G.J. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Washington DC. Argent Laboratories Press. 454 p.

Wahli, T., Verlhac, V., Griling, P., Gabaudan, J., Aebischer, C. 2003. Influence of dietary vitamin C Tacon, A.G.J. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Washington DC. Argent Laboratories Press. 454 p.

Zaccorate, I., Gasco, L., Sicuro, B., Palmegiano, G., B. Luzzana, U. 1996. Use of by-product frpm poultry slaughtering in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Rivista Italiana diaquacoltura. 31: 145-156.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.9.5]