1026-AMIWR2019

# اثرات پربیوتیک زایلواولیگوساکارید جیره بر روی عملکرد رشد و تغذیه، فاکتورهای خونی، پاسخ ایمنی غیراختصاصی و فعالیت آنزیم های گوارشی بچه ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*)

**وحید مرشدی[۱*]، ناصر آق[۲]، فرزانه نوری[۲]، جاسم مرمضی[۳]، اسمعیل پقه [۳]**

۱- پژوهشکده خلیج فارس دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران*مسئول مکاتبات: v.morshedi@gmail.com

۲- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ایران

۳- پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، اهواز، ایران

## چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثرات سطوح مختلف زایلواولیگوساکارید جیره بر عملکرد رشد و تغذیه، فاکتورهای خونی، پاسخ ایمنی غیراختصاصی و فعالیت آنزیم های گوارشی بچه‌ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) بود. برای این منظور بچه ماهیان با میانگین وزنی ۰/۳ ± ۳۵/۶۴ گرم از پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور تهیه شد. این مطالعه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۳ تکرار در داخل مخازن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری انجام شد. بچه‌ماهیان به مدت ۸ هفته با جیره‌های حاوی ۰، ۰/۵ و ۱ درصد زایلواولیگوساکارید در حد سیری ظاهری تغذیه شدند. در پایان آزمایش نمونه‌های خون، پلاسما و روده برای ارزیابی پارامترهای ایمنی (ایمنوگلوبولین کل، فعالیت لیزوزیم پلاسما، فعالیت کمپلمان پلاسما)، خون‌شناسی (هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول‌های قرمز و سفید) و آنزیم های گوارشی (آمیلاز، لیپاز و پروتئاز) جمع‌آوری شد. نتایج حاصل نشان داد که زایلواولیگوساکارید جیره عملکرد رشد و تغذیه ماهی صبیتی شامل وزن نهایی، طول نهایی، شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارایی پروتئین را تغییر نداد ($P>0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح مختلف پربیوتیک تاثیری بر روی پاسخ ایمنی غیراختصاصی ماهیان و فاکتورهای خونی به جزء فعالیت کمپلمان ندارد. فعالیت آنزیم های گوارشی در گروه شاهد با تیمار ۰/۵ و ۱ درصد زایلواولیگوساکارید اختلاف معنی‌دار نشان ندادند ($P>0/05$). به طور کلی، این مطالعه نشان داد که فاکتورهای خونی به وسیله پربیوتیک جیره تحت تاثیر قرار گرفت. با این حال، افزودن ۰/۵ و ۱ درصد زایلواولیگوساکارید به جیره اثرات معنی‌داری بر روی پاسخ ایمنی غیراختصاصی و عملکرد رشد ماهی صبیتی نداشت.

**واژه های کلیدی:** زایلواولیگوساکارید، سیستم ایمنی غیراختصاصی، رشد، فاکتورهای خونی، ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*)

## مقدمه

صنعت آبزی‌پروری علی رغم این رشد قابل توجه، همواره با مشکلاتی روبرو بوده است که از آن جمله می‌توان به تراکم، کیفیت آب و شیوع بیماری اشاره کرد. به نحوی که شیوع بیماری‌ها به عنوان مشکل اساسی آبزی‌پروری، گسترش اقتصادی این صنعت را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تاثیر قرار داده است؛ از جمله در زمینه کنترل بیماری‌ها، استفاده از داروهای ضد میکروبی (آنتی بیوتیک‌ها) مطرح گردید که پس از سال‌ها این داروها خود مشکلاتی عدیده‌ایی از جمله مقاوم شدن پاتوژن‌ها، مسایل زیست‌محیطی و هزینه‌های بالا را ایجاد نموده‌اند، به‌طوری‌که امروزه در اغلب کشورها، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها ممنوع و

* نویسنده مسئول

یا با محدودیت‌های شدیدی مواجه گردیده است ترکیبات مختلفی مانند ویتامین‌ها، محرک‌های ایمنی و پربیوتیک‌ها استفاده می‌شود که در سال‌های اخیر استفاده از پربیوتیک‌ها در جیره آبزیان رواج زیادی پیدا کرده است (فاطمی و میرزرگر، ۱۳۸۶ ; شریف روحانی، ۱۳۷۴). پربیوتیک ماده غذایی غیرقابل هضمی است که از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده اثرات سودمندی برای میزبان داشته و می‌تواند سلامتی میزبان را بهبود بخشد ( Gibson and Roberfroid, 1995). بر این اساس هر ماده غذایی که به روده می‌رسد مثل: کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم، بعضی از پپتیدها و پروتئین‌ها و نیز برخی از چربی‌ها می‌توانند گزینه مناسبی برای عملکرد پربیوتیک باشند (Fooks *et al*., 1999). مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از پربیوتیک در جیره غذایی ماهی مشکلات مذکور را ندارد و باعث کاهش ترکیبات آنتی‌باکتریال به کار رفته در آبزی‌پروری، بهبود اشتها و نرخ رشد می شود. مهم‌ترین ویژگی پربیوتیک‌ها کنترل و کاهش بیماری و بهبود ضریب تبدیل غذایی است (Irianto and Austin, 2002; Merrifield *et al*., 2010).

امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، تقاضا برای آبزیان دریایی افزایش یافته و به نظر می‌رسد که در آینده سهم زیادی از این تقاضا از طریق آبزی‌پروری تامین شود. پرورش ماهیان دریایی یکی از شاخه‌های بسیار مهم و در حال گسترش صنعت آبزی‌پروری در جهان است که در توسعه اقتصادی بسیاری از جوامع ساحلی در نواحی آسیا نقش مهمی داشته است (Yap, 2003). خانواده شانک ماهیان در سطح جهانی به‌خصوص کشورهای آسیای جنوب شرقی تکثیر و پرورش داده می‌شوند. ماهی صبیتی یکی از گونه‌های بومی شانک ماهیان می‌باشد که از نرم تنان، سخت پوستان، خارتنان و ماهیان ریز تغذیه می کند. این ماهی دارای استعداد بالای پرورشی بوده و از گونه‌هایی است که در برنامه توسعه صنعت تکثیر و پرورش ماهیان دریایی شیلات ایران قرار گرفته است. بچه‌ماهیان صبیتی (ماهیان انگشت قد) بسیار بیش فعال بوده، رشد خیلی سریعی دارند. این ماهیان به شرایط کمبود اکسیژن و شوری کم کاملاً مقاوم هستند (Teng *et al*., 1999). در سال ۲۰۱۱ میزان تولید ماهی صبیتی از فعالیت‌های آبزی‌پروری موجود در منطقه خلیج فارس ۵۵۰ متریک تن برآورد شده است (FAO, 2014).

با وجود مشخص شدن اثرات مفید پربیوتیک‌ها، مطالعات در زمینه اثر زایلواولیگوساکارید هنوز در آغاز راه قرار داشته و تنها در مطالعه Xu و همکاران (۲۰۰۹) که سطوح مختلف زایلواولیگوساکارید افزایش عملکرد رشد و آنزیم‌های گوارشی ماهی حوض را به همراه داشت، اثر این پربیوتیک بررسی شده است. با توجه به اینکه تحقیقات محدودی بر روی این پربیوتیک صورت گرفته است. لذا، این تحقیق تاثیر سطوح مختلف پربیوتیک بر شاخص‌های رشد، تغذیه، فاکتورهای خونی و پاسخ ایمنی غیراختصاصی بچه‌ماهیان صبیتی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

## مواد و روش ها

این تحقیق با همکاری پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور و در بخش تکثیر و پرورش ماهیان دریایی بندر امام خمینی انجام شد. بچه‌ماهیان از تکثیر بهار مولدین پرورشی مرکز مذکور تامین و در مخازن فایبرگلاس ۴۰۰۰ لیتری در بخش تکثیر و پرورش این مرکز در دمای ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. جهت انجام این آزمایش ۳ تیمار مختلف غذایی با ۳ تکرار در نظر گرفته شد. بچه‌ماهی صبیتی با میانگین وزنی ۰/۳ ± ۳۵/۶۴ گرم انتخاب و به صورت کاملاً تصادفی در بین مخازن فایبرگلاسی با ظرفیت ۳۰۰ لیتر (آبگیری تا ۲۵۰ لیتر) محتوی آب دریای فیلتر و تیمار شده با اشعه فرابنفش توزیع شدند. سپس ماهیان به مدت ۸ هفته با تیمارهای غذایی به شرح زیر تغذیه شدند (Xu *et al*., 2009).

۱. غذای کنسانتره فاقد پربیوتیک (گروه شاهد)

۲. غذای کنسانتره حاوی ۰/۵ درصد زایلواولیگوساکارید (تیمار ۱)

۳. غذای کنسانتره حاوی ۱ درصد زایلواولیگوساکارید (تیمار ۲)

از جیره غذایی تجاری (شرکت ۲۱ بیضاء، شیراز) با اندازه ۲ میلی‌متر استفاده شد (جدول ۱). پربیوتیک مورد نیاز از شرکتLonglive Bio-Technology کشور چین خریداری شد و پس از توزین مقدار مورد نیاز پربیوتیک برای هر تیمار روی غذا

اسپری شد (Najdegerami *et al*., 2011). سپس غلظت ۳ درصد ژلاتین نیز برای پوشش‌دار کردن غذا و جلوگیری از هدر رفت افزودنی‌ها بر روی آن اسپری شد. پس از آماده‌سازی، غذا درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد تا از فسادآن جلوگیری گردد. غذادهی ماهیان روزانه در دو نوبت با فاصله زمانی مناسب در حد سیری ظاهری انجام شد. شرایط محیطی شامل دما، نور، اکسیژن محلول، شوری و pH در تمام طول آزمایش برای تمام مخازن یکسان بود.

**جدول ۱: ترکیب شیمیایی جیره مصرفی در طول آزمایش** (میانگین ± خطای استاندارد)

| درصد در ماده خشک | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ترکیب | رطوبت | پروتئین | چربی | خاکستر |
| میزان | ۱۰±۰/۱۷ | ۴۷/۸±۰/۴۱ | ۱۳/۹۲±۰/۲۲ | ۹/۲۳±۰/۱۲ |

زیست‌سنجی طول و وزن ماهیان در روزهای شروع آزمایش، وسط و پایان آزمایش صورت گرفت. در طول آزمایش شاخص‌های رشد و تغذیه با استفاده از فرمول های زیر تعیین شد (Marcouli *et al*., 2006; Abdelghany and Ahmad, 2002):

تعداد روزهای پرورش/۱۰۰×(ln وزن اولیه بدن - ln وزن نهایی بدن )= نرخ رشد ویژه

$^{3}$(میانگین طول نهایی بدن)/۱۰۰×میانگین وزن نهایی بدن= شاخص وضعیت

پروتئین مصرف شده/افزایش وزن=بازده پروتئین

افزایش وزن/غذای مصرف شده= ضریب تبدیل غذایی

به منظور سنجش و بررسی پاسخ ایمنی در پایان آزمایش نمونه‌برداری به عمل آمد. نمونه‌های خونی از سیاهرگ دمی واقع در انتهای باله مخرجی و با استفاده از سرنگ ۲ سی‌سی گرفته شد و به منظور مطالعات خون‌شناسی به تیوب‌های آغشته به هپارین به آزمایشگاه بخش هماتولوژی دانشگاه خلیج فارس بوشهر منتقل گردید و بلافاصله فاکتورهای خونی شامل مقادیر گلبول‌های قرمز و سفید به وسیله لام هموسیتومتر نئوبار، هموگلوبین با روش Blaxhall و Daisley (۱۹۸۳) و به وسیله کیت مخصوص شرکت پارس آزمون و با طول موج ۵۴۰ نانومتر در دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل RA-1000، شرکت Technicon، ساخت آمریکا) و درصد هماتوکریت با سانتریفیوژ میکروهماتوکریت اندازه‌گیری شد.

فعالیت لیزوزیم سرم بر اساس روش Kim و Austin (۲۰۰۶) و بر مبنای لیز باکتری گرم مثبت حساس به آنزیم لیزوزیم یعنی *میکروکوکوس لیزودیکتکوس* اندازه‌گیری شد. فعالیت راه جایگزین کمپلمان با استفاده از همولیز گلبول‌های قرمز خرگوش (RaRBC) و به کمک روش Waley و Notth (۱۹۹۷)،Boesen و همکاران (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد. مقادیر ایمونوگلوبین سرم توسط روش Bradford protein assay اندازه گیری شد (Siwicki et al., 2004).

برای سنجش فعالیت آنزیم های گوارشی در پایان آزمایش از هر تکرار تعداد ۳ قطعه ماهی به طور تصادفی انتخاب و در روی یخ و تحت شرایط استریل روده این ماهیان جدا و به فریزر ۸۰- درجه سانتی گراد منتقل شد. سنجش فعالیت آنزیم پروتئاز با استفاده از محلول سوبسترا آزوکازئین ۱/۵٪ در ۵۰ میلی مولار بافر Tris/Hcl در۷/۵ = pH صورت پذیرفت ( Garcia-carreno et al,1993). فعالیت لیپازی با استفاده از هیدرولیز p-nitrophenylemyristate و به طریق اسپکتروفتومتری گردید ( Iijima, 1998). فعالیت آنزیم آمیلاز براساس روش Bernfeld (۱۹۹۵) و با استفاده از سوبسترای نشاسته سنجش گردید. نشاسته تحت تأثیر آنزیم تجزیه شده و تولید مالتوز می نماید که از طریق رنگ سنجی و تغییر شدت رنگ در معرف دی نیترو سالیسیلیک اسید قابل سنجش می باشد (Worthington, 1991). سنجش پروتئین یکی از مهمترین پروسه های سنجش آنزیمی است و به نتایج حاصل از آن جهت استفاده در فرمول نهایی سنجش آنزیم های گوارشی نیاز داریم. برای سنجش مقدار پروتئین نمونه ها

از روش Bradford (۱۹۷۶) استفاده گردید. در این روش از آلبومین سرم گاوی استفاده گردید. بدین منظور منحنی استاندارد آلبومین سرم گاوی رسم می گردد و بر اساس آن مقادیر پروتئین نمونه به دست آمد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۵) تحت سیستم عامل Windows انجام گرفت. از آزمون Kolmogrov-Smirnov به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لیون برای تعیین برابری واریانس‌ها استفاده شد. تفاوت-های احتمالی بین تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و پس آزمون Tukey بررسی شد. در همه آزمون-های آماری سطح معنی‌داری ۹۵ درصد در نظر گرفته شد.

جدول ۱: عملکرد رشد و تغذیه بچه ماهیان صبیتی در پایان آزمایش براساس تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)

| Parameters | Levels of XOS (g/kg) | | |
|---|---|---|---|
| | Control | 5 | 10 |
| Intial weight (g) | 35.98±0.03 | 35.78±0.03 | 35.85±0.10 |
| Final weight (g) | 76.09±1.75 | 73.09±1.13 | 78.07±3.65 |
| SGR (% $day^{-1}$) | 1.34±0.04 | 1.27±0.02 | 1.39±0.08 |
| WG (%) | 111.46±4.67 | 104.27±2.97 | 117.75±9.57 |
| FCR | 1.57±0.03 | 1.75±0.05 | 1.57±0.05 |
| PER | 1.23±0.03 | 1.11±0.03 | 1.23±0.04 |

**جدول ۲: آنالیز لاشه بچه ماهیان صبیتی در پایان آزمایش براساس تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)**

| Parameters | Levels of XOS (g/kg) | | |
|---|---|---|---|
| | Control | 5 | 10 |
| Protein (%) | 23.20±0.66 | 21.89±0.32 | 21.33±0.36 |
| Lipid (%) | 7.91±0.47 | 7.72±0.29 | 8.60±0.24 |
| Dry mater (%) | 39.96±1.21 | 37.23±0.92 | 37.47±0.37 |

**جدول ۳: پارامترهای خونی بچه ماهیان صبیتی در پایان آزمایش براساس تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)**

| Parameters | Levels of XOS (g/kg) | | |
|---|---|---|---|
| | Control | 5 | 10 |
| HB (g/dl) | 8.32±0.18$^{a}$ | 8.23±0.25$^{a}$ | 8.25±0.25$^{a}$ |
| HCT (%) | 59.00±1.58$^{a}$ | 57.75±1.93$^{a}$ | 58.25±1.60$^{a}$ |
| RBC (×$10^{6}$/$mm^{3}$) | 2.54±0.06$^{a}$ | 2.50±0.09$^{a}$ | 2.51±0.08$^{a}$ |
| WBC (/$mm^{3}$) | 4950±306.8$^{a}$ | 6250±165.8$^{a}$ | 3600±267.7$^{b}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Monocytes (%)** | 2.75±0.47[a] | 5.25±0.47[a] | 4.25±0.75[a] |
| **Neutrophilis (%)** | 24.25±0.25[a] | 26.50±0.64[a] | 22.00±0.91[a] |
| **Lymphoctes (%)** | 72.75±0.47[a] | 67.75±0.62[a] | 73.50±1.32[a] |

**جدول ۴: فعالیت آنزیم های گوارشی بچه ماهیان صبیتی در پایان آزمایش براساس تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)**

| **Parameters** | **Levels of XOS (g/kg)** | | |
|---|---|---|---|
| | **Control** | **5** | **10** |
| **Alkaline protease (U mg protein)** | 0.15±0.01[a] | 0.05±0.00[b] | 0.06±0.01[ab] |
| **Amylase (µmole/mg protein)** | 4.82±0.12[a] | 5.14±0.20[a] | 5.01±0.10[a] |
| **Lipase (µmole/g/h)** | 0.33±0.02[a] | 0.26±0.01[a] | 0.25±0.03[a] |

**جدول ۵: پاسخ ایمنی بچه ماهیان صبیتی در پایان آزمایش براساس تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)**

| **Parameters** | **Levels of XOS (g/kg)** | | |
|---|---|---|---|
| | **Control** | **5** | **10** |
| **Total Ig (mg/dl)** | 18.00±0.31 | 22.81±5.30 | 12.72±2.30 |
| **Lysozyme (mg/ml)** | 2.98±0.20 | 2.98±0.77 | 4.90±0.64 |
| **ACH50 (mU/ml)** | 0.068±0.00 | 0.067±0.00 | 0.072±0.00 |

## نتایج و بحث

غذا یکی از پرهزینه‌ترین بخش های آبزی‌پروری است و بهینه‌سازی آن می‌تواند نقش بسیار مهمی را در کاهش هزینه‌های تولید به همراه داشته باشد. در همین راستا گزارش‌های مختلفی در خصوص استفاده از پربیوتیک‌ها در جیره غذایی آبزیان پرورشی ارائه شده است. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که پس از ۵۶ روز تغذیه با پربیوتیک در دو سطح، اختلاف‌معنی داری در شاخص‌های رشد، تغذیه و لاشه ماهیان در مقایسه با گروه شاهد بوجود نیامد. بدین معنی که استفاده از پربیوتیک زایلواولیگوساکارید اثرات منفی در وزن نهایی، طول نهایی، شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، ضریب کارایی پروتئین، میزان پروتئین، چربی و خاکستر لاشه بچه‌ماهیان صبیتی نداشت. در همین راستا Geraylou و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Hosseinifar و همکاران در سال ۲۰۱۱ با تحقیق بر روی تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) و فیل ماهی (*Huso huso*) نتایج مشابه گزارش کردند. Mahiuos و همکاران در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ نشان داند که استفاده از پربیوتیک‌های اینولین، اُلیگوفروکتوز و لاکتوسوکروز در سطح ۲ درصد در لارو ماهی کفشک (*Psetta maxima*) باعث افزایش میانگین وزن نهایی و ضریب رشد ویژه در تیمار تغذیه شده با الیگوفروکتوز نسبت به سایر تیمارها بود. تناقض در نتایج بدست آمده با

مطالعات دیگر ممکن است به علت اختلاف نوع و میزان پربیوتیک مصرفی، درجه خلوص پربیوتیک، نوع جیره غذایی، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، گونه ماهی و سن آن باشد (Geraylou *et al*., 2012; Soleimani *et al*., 2012).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پربیوتیک جیره تاثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت لایزوزیم و ایمنوگلوبولین پلاسما ندارد. مشابه با نتایج تحقیق حاضر Grisdale-Helland و همکاران در سال ۲۰۰۸ و Geraylou و همکاران در سال ۲۰۱۲ با تحقیق بر روی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) و تاس‌ماهی سیبری گزارش دادند. در مقابل، میزان فعالیت لایزوزیم سرم در کفشک ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) و در ماهی کلمه پس از تغذیه با سطوح متفاوت پربیوتیک اختلاف معنی‌دار نشان داد (Ye *et al*., 2011; Soleimani *et al*., 2012). در مطالعه حاضر میزان فعالیت کمپلمان در تیمار ۱ درصد پایین تر از گروه شاهد و تیمار ۰/۵ درصد بود، اما میزان آن در تیمارهای ۰/۵ درصد بالاتر از گروه شاهد بود. خاصیت تحریک ایمنی در پربیوتیک‌ها می‌تواند به تحریک رشد باکترهای مفید روده مانند باکتری‌های اسید لاکتیک و جنس باسیلوس نسبت داده شود، چراکه اجزاء دیواره سلولی این باکتری‌ها مانند لیپوپلی ساکاریدها فعالیت تحریک ایمنی را به واسطه تحریک تکثیر سلول های B، افزایش قدرت بیگانه خواری ماکروفاژها و افزایش مهاجرت ماکروفاژها دارا هستند؛ از این رو مقاومت میزبان در برابر عوامل بیماری‌زا را موجب می‌شود (Ringø *et al*., 2010; Zhang *et al*., 2012; علیشاهی، ۱۳۸۹).

طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق در پارامترهای خون‌شناسی و فعالیت آنزیم های گوارشی در بین تیمارهای تغذیه شده با پربیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده نشد. هرچند مکانیسم دقیق اثر فوق‌الذکر نامشخص بوده و مطالعات تکمیلی بیشتری را می‌طلبد اما براساس یافته‌های محققین شاخص‌های خونی در ماهیان می‌تواند متاثر از فاکتورهایی مانند عوامل محیطی (دوره نوری، تراکم و درجه حرارت) و عوامل فیزیولوژیکی (گونه، سن، جنس و شرایط تغذیه‌ای) باشد (Brunt and Austin, 2005). هم‌چنین نوع و میزان پربیوتیک مصرفی، درجه خلوص پربیوتیک و زمان نمونه‌گیری نیز می‌تواند باعث اختلاف در نتایج به‌دست آمده شود (Geraylou *et al*., 2012; Soleimani *et al*., 2012). در مطالعه حاضر تعداد گلبول-های سفید اختلاف معنی‌دار را بین هیچ یک از تیمارها نشان نداد. این نتیجه در راستای تایید نتایج پاسخ ایمنی می‌باشد؛ چرا که سطوح مختلف زایلواولیگوساکارید جیره تاثیری بر روی شاخص‌های ایمنی نداشت و گلبول های سفید به عنوان یکی از پارامترهای مهم پاسخ ایمنی غیر اختصاصی ماهیان به حساب می آید. این مسئله بیانگر این است که پربیوتیک زایلواولیگوساکارید یا سطوح انتخابی آن نمی‌توانند در ماهی صبیتی سیستم ایمنی را تحریک کند.

بطور کلی مطالعه حاضر نشان داد که پربیوتیک جیره تاثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد، تغذیه، فاکتورهای خونی، پاسخ ایمنی غیر اختصاصی و فعالیت آنزیم های گوارشی بچه‌ماهی صبیتی در طول دوره مورد مطالعه ندارد. از این مطالعه می توان نتیجه گرفت که پربیوتیک زایلواولیگوساکارید نمی‌تواند در ماهی صبیتی مکمل مناسبی در تحریک رشد و سیستم ایمنی باشد.

## منابع:

**اکرمی، ر.، قلیچی، ا.، کریمپور بهشت آباد، ا. و رزاقی منصور، م.، ۱۳۹۱.** تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک مانان‌الیگوساکارید بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و برخی پارامترهای هماتولوژی در بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله محیط زیست جانوری، سال چهارم، شماره ۲، صفحات ۶۷-۵۷.

**اکرمی، ر.، قلیچی، ا. و احمدی، ا.، ۱۳۹۰.** تأثیر پربیوتیک اینولین جیره‌ی غذایی بر پارامترهای هماتولوژیک و بیوشیمیایی سرم خون فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۶، شماره ۲، صفحات ۱۳۶-۱۳۱.

**حسینی‌فر، ح.، میرواقفی، ع.، مجازی امیری، ب.، خوشباور رستمی، ح. و درویش بسطامی، ک.، ۱۳۹۰.** بررسی تأثیر پربیوتیک الیگوفروکتوز بر پاره‌ای از شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بچه فیل ماهی (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران، سال بیستم، شماره ۲، صفحات ۳۶-۲۷.

**خسروی، م.، شمسایی مهرجان، م. و اکرمی، ر.، ۱۳۸۹.** تأثیر سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین جیره‌ی غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه در بچه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال اول، شماره دوم.

**رزاقی منصور، م.، اکرمی، ر.، قبادی، ش.، امانی دنجی، ک. و شعاعی، ر.، ۱۳۹۱.** تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک مانان-الیگوساکارید بر برخی پارامترهای هماتولوژیک و بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله دامپزشکی ایران، دوره هشتم، شماره ۲، صفحات ۲۱-۱۲.

**سلیمانی‌فر، ن.، حسینی‌فر، ح.، براتی، م. و حسن آبادی، ز.، ۱۳۹۱.** بررسی اثرات پربیوتیک الیگوفروکتوز بر برخی شاخص‌های رشد، بازماندگی، کیفیت لاشه و مقاومت در برابر تنش شوری در بچه‌ماهی نورس کلمه (*Rutilus rutilus*). مجله شیلات، دوره ۲۱، شماره ۱، صفحات ۱۲۲-۱۱۳.

**شریف روحانی، م.، ۱۳۷۴.** تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها و مسمومیت‌های ماهی ، معاونت تکثیروپروش آبزیان- اداره کل آموزش و ترویج، چاپ اول، ص ۷۶.

**شیخ الاسلامی امیری، م.، یوسفیان، م.، یاوری، و.، صفری، ر. و قیاسی، م.، ۱۳۸۹.** بررسی تأثیر پربیوتیک اینولین بر فاکتورهای سیستم ایمنی و مقاومت ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در برابر باکتری استرپتوکوک. مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۴، شماره ۲، صفحات ۳۱۲-۳۰۳.

**طاعتی، ر.، تاتینا، م. و بهمنی، م.، ۱۳۹۲.** تأثیر محرک‌های ایمنی ایمنواستر و ایمنووال بر شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی و ایمنی فیل ماهیان جوان پرورشی (*Huso huso*). مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۸، شماره ۲، ۱۸۲-۱۷۵.

**علیشاهی، م.، ۱۳۸۹.** مقدمه ای بر ایمنی شناسی آبزیان (ترجمه)، انتشارات دانشگاه شهید چمران، چاپ اول، ص ۵۱۴.

**فاطمی، س. ا. و میرزرگر، س. س.، ۱۳۸۶.** فارماکولوژی کاربردی ماهیان (ترجمه)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۱۲۳.

**Abdelghany, A. E. and Ahmad, M. H., 2002.** Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33: 415– 423.

**Affonso, E. G., Polez, V. L. P., Correa, C. F., Mazoa, A. F., Araujo, M. R. R. and Moraes, G., 2002.** Blood parameters and metabolites in teleost fish colossoma macropomum exposed to sulfide or hypoxia. Comparative Biochemistry and Physiology C, 33: 375-382.

**Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A. and Ziaei, R., 2012.** Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance and immune response of gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Veterinary Advances, 2(10): 507-513.

**Akrami, R., Iri, Y., Khoshbavar Rostami, H., Razeghi Mansour, M., 2013.** Effect of dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) on growth performance, survival, *lactobacillus* bacterial population and hemato-immunological parameters of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) juvenile. Fish and Shellfish Immunology, 35: 1235-1239.

**Andrews, S. R., Sahu, N. P., Pal, A. K. and Kumar, S., 2009.** Hematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannanoligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. Aquaculture Research, 41: 61-69.

**Aranishi, F. and Nakane, M., 1997.** Epidermal protease of the Japanese eel. Fish Physiology and Biochemistry, 16: 471-478.

Bailey, J., Blankenship, L. and Cox, N., 1991. Effect of fructooligosaccharide on Salmonella colonization of chiken intestine. Poultry Science, 70: 2433-2438.

**Barata, O., 1993.** Veterinary clinical immunology laboratory. Bar- Lab Inc, Vol2, Section 3: 24-25.

**Blaxhall, P. C. and Daisley, K. W., 1983.** Routine hematological methods for use with fish blood. Journal of Fish Biology, 5: 771-781.

**Brunt, J. and Austin, B., 2005.** Use of a probiotic to control lactococcosis and streptococosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Disease, 28: 693-701.

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

**Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014.** Fisheries and Aquaculture Department. FAO Global Aquaculture Production (1995–2011).

**Fooks, L. J., Fuller, R. and Gibson G.R., 1999.** Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. International Dairy Journal, 9: 53-61.

**Geraylou, Z., Souffreau, C., Rurangwa, E., D'Hondt, S., Callewaert, L., Courtin C.M., Delcour, J.A., Buyse, J. and Ollevier, F., 2012.** Effects of arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) on juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) performance, immune responses and gastrointestinal microbial community. Fish and Shellfish Immunology, 33: 718-724.

**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.

**Grisdle-Helland, B.G., Helland, S.J., Gatlin, D.M., 2008.** The effect of dietary supplementation with mannanoligosacchare, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 283: 163-167.

**Hoseinifar, S.H., Mirvaghefi, A., Mojazi Amiri, B., Khoshbavar Rostami, H. and Merrifield, D.L., 2011.** The effects of oligofructose on growth performance, survival and autochthonous intestinal microbiota of beluga (*Huso huso*) juveniles. Aquaculture Nutrition, 17: 498–504.

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

**Kim, D. and Austin, B., 2006.** Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics. Fish and Shellfish Immunology, 21: 513-524.

**Magnadottir, B., 1998.** Comparison of immunogolobulin (IgM) from four fish species. BUVISINDI Icelandddc Agricultural Sciences, 12: 47-59.

**Magnadottir, B., 2006.** Innate immunity of fish (overview). Fish and Shellfish Immunology, 20: 137-151.

**Mahious, A.S., Van Loo, J. and Lieffrig, F., 2007.** Inulin and oligofructose in aquaculture: A review. Aquaculture Europe, October 14-27. P: 326-327. (Istanbul, Turkey).

**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.

**Marcouli, P. A., Alexis, M. N., Andriopoulou A. and Georgudaki J., 2006.** Dietary lysine requirement of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Nutrition, 12: 25-33.

**Merrifield, D.L., Dimitroglou, A. and Foey, A., 2010.** The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Aquaculture, 302: 1-18.

**Najdegerami, E., Ngoc Tran, T., Defoirdt, T., Marzorati, M., Sorgeloos, P., Boon, N. and Bossier, P., 2011.** Effects of poly-b-hydroxybutyrate (PHB) on siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) fingerlings performance and its GI tract microbial community. FEMS Microbiology Ecology, 79: 25–33.

**Pilström, L. and Bengtén, E., 1996.** Immunoglobulin in fish-genes, expression and structure. Fish and Shellfish Immunology, 6: 243–262.

**Rao, Y. V., Das, B. K., Jyotyrmayee, P. and Chakrabarti, R., 2006.** Effect of Achyranthes aspera on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. Fish and Shellfish Immunology, 20: 263-273.

**Regunathan, C. and Kitto, M. R., 2005.** Persian Gulf fish culture in Iran-pointers for success. Aquaculture Asia Magazine, pp. 40-42.

**Ringø, E., Olsen, R. E., Gifstad, T. ø., Dalmo, R. A., Amlund, H., Hemre, G. I. and Bakke, A. M., 2010.** Prebiotics in aquaculture: a review. Aquaculture Nutrition, 16: 117-136.

**Sado, R. Y., Bicudo, A. J. D. A. and Cyrno, J. E. P., 2008.** Feeding dietary mannanoligosaccharid to juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. Journal of World Aquaculture Society, 39: 821-826.

**Siwicki, A. K., Anderson, D. P. and Rumsey, G. L., 1994.** Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. Veterinary lmmunology and lmmunopathology, 41: 125-139.

**Soleimani, N., Hoseinifar, S. H., Merrifield, D. L., Barati, M. and Hassan Abadi, Z., 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.

**Teng, S. K., El-Zahr, C., Al-Abdul-Elah ,Kh. and Almatar, S., 1999.** Pilot-scale spawning and fry production of blue-fin porgy, *Sparidentex hasta*, Valenciennes in Kuwait. Aquaculture, 178: 27–41.

**Webb, M. A. H., Allert, J. A., Kappenman, K. M., Marcos, J., Feist, G. W., Schreck, C. B. and Shackleton, C. H., 2007.** Identification of plasma glucocorticoids in pallid sturgeon in response to stress. General and Comparative Endocrinology, 154: 98-104.

**Welker, T. L., Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Shelby, R. and Klesius, P. H., 2007.** Immune response and resistance to stress and Edwardsiella ictaluri challenge in channel cat fish, *Ictalurus punctatus*, fed diets cantaining commercial whole-cell yeast or yeast subcomponents. Journal of World Aquaculture Society, 38: 24-35.

**Xu, B., Wang, Y., Li, J. and Lin, Q., 2009.** Effect of prebiotic xylooligosaccharides on growth performances and digestive enzyme activities of allogynogenetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). Fish Physiology and Biochemistry, 35: 351–357.

**Yaps, W. G., 2003.** Philippine milkfish production on the rebound. SAEP Newsletter (A popular publication of the Society of Aquaculture Engineers of the Philippines, Inc.). January 2001-June 2002.

**Ye, J.D., Wang, K., Li, F.D., Sun, Y.Z., 2011.** Single or combined effects of fructo- and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquacultur Nutrition, 17: 902-911.

**Zhang, J., Liu, Y., Tian, L., Yang, H., Liang, G.and Xu, D., 2012.** Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, gut morphology and stress tolerance of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology, 33: 1027-1032.