تاثیر سطوح مختلف مخمر *Saccharomyces cerevisiae* بر شاخص‌های رشد و پاره‌ای از شاخص‌های خونی و ایمنی تاسماهی سیبری

میرحامد سیدحسنی[1*]، محمدعلی یزدانی ساداتی[2]، هوشنگ یگانه[3]، محبعلی پورغلام[4]، علی حسین‌پور[5]

۱- کارشناس، موسسه بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: mirhamedhassani@yahoo.com
۲- دانشیار پژوهشی، موسسه تحقیقات علوم کشاورزی، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: myazdanisadat@yahoo.com
۳- کارشناس، موسسه بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: hooshang.yagene@yahoo.com
۴- کارشناس، موسسه بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: a.pourgholam@yahoo.com
۵- استادیار، موسسه تحقیقات علوم کشاورزی، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: ahpour.z@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۳ * نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۹

چکیده

تاثیر سطوح مخمر *Saccharomyces cerevisiae* بر شاخص‌های رشد و پاره‌ای از شاخص‌های هماتولوژیک، بیوشیمیایی و ایمنی تاسماهی سیبری انگشت قد مورد بررسی قرار گرفت. ۱۵۰ عدد تاسماهی سیبری با وزن متوسط (±SD) ۰/۵۱ ±۳۲/۱۸ گرم، در ۱۵ وان فایبر گلاس توزیع شد. ۵ جیره غذایی (SR_0، $SR_{0.75}$، $SR_{1.5}$، $SR_{2.25}$ و SR_3) حاوی ۴۵٪ پروتئین، ۱۶٪ چربی و ۳/۵ ٪ فیبر که به آنها مخمر در سطوح ۰، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و۳ گرم در کیلوگرم اضافه شده بود تهیه گردید. ماهیان به مدت ۸ هفته در ۳ وعده غذایی به میزان ۳٪ وزن بدن در روز تغذیه شدند. در طول دوره تغذیه در فواصل ۱۵ روزه تمامی ماهیان زیست‌سنجی شدند. در پایان دوره، ۳ عدد ماهی از هر وان به طورتصادفی انتخاب گردیدند و از آنها نمونه خون اخذ و جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال شدند. وزن نهایی و ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های $SR_{1.5}$ و $R_{2.25}$ برتری معنی‌دار آماری با ماهیانی داشت که با جیره فاقد مخمر تغذیه شده بودند ($P<0/05$). بیشترین درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، کارایی غذا، نسبت بازده پروتئین و کمترین ضریب تبدیل غذا متعلق به ماهیان تغذیه شده با جیره $SR_{1.5}$ بود که به طور معنی‌داری بر ماهیان تیمار شاهد برتری داشتند ($P<0/05$). افزودن مخمر به جیره در سطوح ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم در کیلوگرم موجب افزایش معنی‌دار گلبول سفید، نوتروفیل، لایزوزیم و کمپلمان (C4) گردید ($P<0/05$). همچنین مقدار لمفوسیت و مونوسیت ماهیان تغذیه شده از جیره‌های $SR_{1.5}$ و SR_3 به طور معنی‌داری از ماهیان تیمار شاهد بیشتر بود ($P<0/05$). نتایج این تحقیق نشان داد که مخمر *Saccharomyces cerevisiae* تاثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و سیستم ایمنی بدن بچه تاسماهی سیبری در مرحله انگشت قد داشته است.

کلمات کلیدی: مخمر *Saccharomyces cerevisiae*، *تاسماهی سیبری، شاخص‌های رشد، شاخص‌های خونی، شاخص‌های سیستم ایمنی.*

۱. مقدمه

صنعت پرورش ماهیان خاویاری در کشور به سرعت رو به رشد است. در این میان تاسماهی سیبری به‌دلیل سازگار شدن سریع با محیط پرورش (نجفی‌پورمقدم و همکاران، ۱۳۹۴)، تغذیه آسان از جیره‌های غذایی مصنوعی، رشد سریع (مرشدی و همکاران،۱۳۹۰) و دوره رسیدگی جنسی کوتاه جهت استحصال خاویار (Williot et al., 2001)، گونه مهم پرورشی در آبزی‌پروری آب‌های داخلی به شمار می‌آید. طولانی بودن دوره پرورش و همچنین پرورش متراکم آن (یزدانی ساداتی و همکاران،۱۳۹۰)، باعث می‌شود که در معرض بسیاری از تنش-های فیزیولوژیکی، کیفیت بد آب، تراکم و دستکاری (Leonardi et al., 2003) قرار گرفته و سبب سرکوب سیستم ایمنی، کاهش میزان رشد و افزایش احتمال وقوع بیماری شود (Devresse, 2000). بنابراین بهبود شاخص‌های رشد، کاهش تلفات و پایداری در مقابل عوامل بیماری‌زای موجود در محیط‌های پرورش متراکم، چالش مهمی است که پرورش‌دهندگان در پرورش این گونه (یزدانی‌ساداتی و همکاران،۱۳۹۰) و گونه های تجاری دیگر با آن روبرو هستند (Abdel-Tawwab et al., 2008). چندین جانشین جهت مقابله با تنش‌های ذکر شده، پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به استفاده از پروبیوتیک‌ها (عامل کنترل بیماری و رشد) و پری بیوتیک‌ها (تحریک‌کننده‌های سیستم ایمنی) اشاره نمود (Gatesoupe, 1999; Kesarcodi-Watson et al., 2008). تحقیقات انجام شده نشان داده است که میکروارگانیسم‌های متعدد زنده یا غیر زنده نظیر باکتری‌ها و یا قارچ‌ها موجب پایداری در مقابل بیماری در پستانداران و ماهیان می‌شوند (Gatesoupe, (1999; Masihi, 2000. این کار از طریق افزوده‌شدن باکتری‌ها و یا قارچ‌ها به غذا، تثبیت شدن در روده، ایجاد تعادل میکروبی و عمل کردن به عنوان یک سد دفاعی در مقابل عوامل بیماری‌زا و افزایش سطح سلامت ماهی انجام می‌شود (Gatesoupe, 1999; Masihi, 2000; Fuller, 1989). یکی از مهمترین تحریک‌کننده‌های سیستم ایمنی-بتاگلوگان‌ها هستند. زیرا ساختار شیمیایی آنها به خوبی تعریف شده است و تاثیرات مثبتی بر سیستم ایمنی دارند. علاوه بر این دارای ترکیبات غیرسمی با سیگنال‌های هشدار دهنده بوده که موجب فعال شدن سیستم ایمنی یا یک مکانیسم پایه مشابه در ابتدایی‌ترین جانوران تا انسان می‌گردند. بتاگلوگان‌ها نه تنها از طریق تزریق به ماهی موجب فعال شدن سیستم ایمنی می‌شوند، بلکه با اضافه‌شدن به غذا و یا محلول‌پاشی موجب تقویت سیستم ایمنی بدن ماهی می‌گردند (Raa, 2000). تحریک‌کننده دیگر مانان‌اولیگوساکارید است که مانع اتصال و کلونیزه شدن باکتری‌های بیماری‌زا به دستگاه گوارش شده و اثرات معکوس متابولیت‌های میکروفلور روده را کاهش می‌دهد (Savage et al., 1997). در این میان مخمر نانوایی *Saccharomyces cerevisiae* که در صنایع نانوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، حاوی ترکیبات ایمنی فوق نظیر بتاگلوگان‌ها، اسید نوکلئیک و مانان اولیگوساکارید است که موجب تقویت و ارتقای سیستم ایمنی (Siwicki et al., 1994; Anderson et al., 1995; (Ortuño et al., 2002 و رشد مناسب (Oliva-Teles and Gonçalves, 2001; Lara-Flores et al., 2003; Li and Gatlin, (2003, 2004, 2005 در گونه‌های مختلف ماهیان می‌شود. استفاده از مخمر نانوایی در مقایسه با سایر پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به صرفه‌تر است، زیرا می‌توان آنها را به‌سرعت با قیمت ارزان و به‌راحتی تولید نمود و همچنین بسیار پایدار بوده و می‌توانند در صنایع دیگر نیز بازیافت شوند. همین‌طور دارای مواد طبیعی هستند که تاثیر منفی بر جانوران یا محیط زیست ندارند. از سوی دیگر نیازی به جدا کردن دیواره سلولی در مخمر که حاوی پلی‌ساکاریدهایی نظیر بتاگلوگانها، مانوپروتئینها و کیتین است و دارای ترکیبات تحریک کننده سیستم ایمنی هستند، نمی‌باشد (Tewary and Patra, 2011).

در حال حاضر تاسماهی سیبری گزینه دوم پرورش ماهیان خاویاری در کشور است. از آن جایی‌که در حال حاضر به‌دلیل پرورش متراکم لارو و بچه ماهی، میزان تلفات در این مراحل بالا است، در مطالعه حاضر تاثیر پروبیوتیک مخمر نانوایی بر پاره‌ای از شاخص‌های خونی و ایمنی تاسماهی سیبری در دوره انگشت قد مورد بررسی قرارگرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱ تهیه پروبیوتیک

مخمر هیدرولیز شده (همراه با دیواره سلولی مخمر) از شرکت سورن توس(مشهد، ایران) تهیه گردید. بر اساس بروشور دریافت شده از شرکت فوق، این محصول دارای ۳۵٪ پروتئین، ۳/۵٪ رطوبت و۰/۷۶ ٪ چربی بود و میزان مانان اولیگوساکارید و

خاکستر نامحلول در اسید به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۲ ٪ ذکر شد (جدول ۱).

جدول ۱: آنالیز مخمر هیدرولیز شده با دیواره سلولی مخمر

ردیف	نوع آزمون	نتیجه آزمون	حد قابل قبول	روش آزمایش
۱	پروتئین (بر اساس نیتروژن)	٪۳۵	حداقل ٪۲۵	استاندارد ۲۸۶
۲	مانان اولیگوساکارید	٪۱۸	حداقل ٪۱۲	SOP داخلی
۳	رطوبت	٪۳/۵	حداکثر ٪۶	استاندارد ۱۱۱۳۹
۴	چربی	٪۰/۶	حداکثر ٪۱	استاندارد ۱۵۳۱
۵	خاکستر نامحلول در اسید	٪۰/۲	-	استاندارد ۱۱۱۳۹

۲-۲ *تهیه غذا و نحوه اضافه کردن پروبیوتیک به آن*

از جیره GFS1 مخصوص مرحله رشد ماهیان خاویاری حاوی ۴۵٪ پروتئین،۱۶٪ چربی و ۳/۵ ٪ فیبر ساخته شده توسط شرکت (فرادانه، ایران،تهران) استفاده شد و به ازای هر کیلوگرم غذا مقادیر ۰، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم پروبیوتیک اضافه شد. جیره در آسیاب مدل .Damicar Co به مدت۱۰ دقیقه آسیاب شد تا کاملا به شکل پودر شود. به منظور اطمینان از پخش یکنواخت پروبیوتیک در جیره غذایی، سعی گردید که مخلوط شدن پروبیوتیک درحجم‌های کم جیره آسیاب شده، صورت گیرد. بدین منظور پروبیوتیک پودرشده به نسبت معین در۵۰ سی‌سی آب مقطر در یک همزن برقی اتوماتیک به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد (صفابخش وهمکاران، ۱۳۹۲؛ Tewary and Patra, 2011) و سپس ۰/۵ کیلوگرم غذای پودرشده؛ به همراه محلول پروبیوتیک با استفاده از یک همزن برقی به مدت ۱۵دقیقه مخلوط شد. این مراحل درحجم‌های دیگر تکرار شد. سپس خمیرهای حاصله با هم مخلوط و خمیر نهایی از یک چرخ گوشت بزرگ عبور داده شد تا غذا به شکل رشته‌های ماکارونی درآید و سپس در دستگاه خشک‌کن به مدت ۳۶ ساعت در دمای۴۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). در نهایت غذا از خشک کن خارج گردید و در بسته‌های پلاستیکی ذخیره شد و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

۲-۳ *ماهیان، نحوه پرورش، زیست‌سنجی و خون‌گیری*

بچه ماهیان مورد استفاده از دو مولد تاسماهی سیبری پرورشی در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر تهیه شدند. لاروها به مدت یک‌ماه در ترافهایی به طول ۱/۵ متر، عرض ۰/۵ متر و عمق ۰/۳ متر با استفاده از غذای زنده (شیرونومید و دافنی) تغذیه شدند. سپس با مخلوط غذای کنسانتره خمیری و غذای زنده غذادهی شدند و پس از آن با غذای خشک (بیومار۱/۲ میلی‌متری) پرورش یافتند.۳۰۰ عدد بچه ماهی با وزن متوسط ۱۵ گرم با رعایت ملاحظات بهداشتی به وان‌های فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری انتقال داده شدند و همین-طور به منظور سازگاری، به مدت ۲۰ روز با جیره GFS1 تغذیه شدند. سپس۱۵۰ عدد تاسماهی سیبری با وزن متوسط ((SD±) ۰/۵۱± ۳۲/۱۸ گرم) به ۱۲وان فایبرگلاس با ابعاد (۵۳×۱۰۲×۱۰۵سانتیمتر) انتقال یافتند. دوره تاریکی و روشنایی بر اساس دوره‌های روشنایی و تاریکی در فصل تابستان (۱۴ساعت روشنایی و۱۰ساعت تاریکی) تنظیم گردید. مخلوطی از آب چاه و رودخانه با دبی۳ لیتر در دقیقه به منظور متعادل نگه داشتن دما (۲ ± ۲۳ درجه سانتیگراد) جهت تغذیه مطلوب ماهیان مورد استفاده قرار گرفت (Shi et al., 2008). ماهیان در ۳ وعده غذایی با ۵ جیره غذایی نامگذاری شدند (SRO, SR0.75, SR1.5, SR3) و به میزان ۳٪ وزن بدن تا حد اشباع تغذیه شدند.

درجه حرارت (برحسب درجه‌سانتی‌گراد) و اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر) به صورت روزانه اندازه‌گیری شدند و pH به صورت هفتگی اندازه‌گیری گردید (جدول۲). به منظور کاهش تنش وارده به ماهیان، غذادهی ۲۴ ساعت قبل از زیست‌سنجی قطع گردید (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). پیش از انجام زیست-سنجی، سطح آب تانک‌ها ۱۰ سانتیمتر پایین آورده شد. سپس ماهیان موجود در هر تانک را خارج کرده و توسط محلول پودر گل میخک با غلظت ۳۰۰ ppm بیهوش شدند (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷) و پس از آن با استفاده از ترازوی دیجیتال (محک، ایران) با دقت ۱ گرم وزن گردیدند. از ۳۰ درصد جمعیت ماهیان در هر تیمار (۳ ماهی از هر وان) نمونه خون تهیه شد و ۰/۵ سی‌سی نمونه خون به داخل تیوب‌های آغشته به ماده ضد انعقاد خون (هپارین) ریخته شد و ۱/۵ سی‌سی باقیمانده به داخل تیوپ‌های غیرهپارینه انتقال یافتند. نمونه‌های هپارینه در بخش فیزیولوژی موسسه تاسماهیان دریای خزر توسط سانتریفیوژ در۴۶۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه (رخشان و همکاران، ۱۳۷۹) قرار گرفتند و از آنها سرم خون استحصال شد و سپس به آزمایشگاه ویرومد جهت آنالیز شاخص‌های خونی و ایمنی منتقل شدند.

۲-۴ *آنالیز شاخص‌های رشد، شاخص‌های خونی، سیستم ایمنی و آنالیز آماری*

با انجام زیست‌سنجی‌های یک ماهه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از بیومتری ماهیان، شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند (Ronyai et al., 1990; Xue et al., 2006; Hung et al., 1989).

شاخص وضعیت (رابطه ۱)، درصد افزایش وزن بدن (رابطه ۲)، ضریب تبدیل غذا (رابطه ۳)، ضریب رشد ویژه (رابطه ۴)، نسبت بازده پروتئین (رابطه ۵) و کارایی غذا (رابطه ۶) از رابطه‌های زیر به دست آمد.

رابطه ۱ $\%K = (BW_F/ TL_3) \times 100$

در رابطه ۱، *BWF* وزن متوسط نهایی (گرم) و TL طول کل (سانتیمتر) است.

رابطه ۲ $\%BWI = 100 \times (BWf - BWi)/BWi$

در رابطه ۲، *BWI* متوسط وزن اولیه (گرم) و *BWF* وزن متوسط نهایی (گرم) است.

رابطه ۳ $F.C.R = F/(Wt-W0)$

در رابطه ۳، F مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی، W0 میانگین بیوماس اولیه (گرم) و Wt میانگین وزن زی‌توده نهایی (گرم) است.

رابطه ۴ $S.G.R = (lnWt - lnW_0)/t \times 100$

در رابطه ۴، Wt میانگین بیوماس نهایی(گرم)، W0 میانگین بیوماس اولیه(گرم) و t دوره زمانی(روز) است.

رابطه ۵ $PER=(Bwf-Bwi)/protein\ intake$ نسبت بازده پروتئین

در رابطه ۵، *BWF* متوسط وزن نهایی، *BWI* متوسط وزن اولیه (گرم) و *Protein intake* کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم) است.

رابطه ۶ $FE = (Bwf-Bwi) \times 100/TF$ کارایی غذا

در رابطه ۶، *BWF* متوسط وزن نهایی، *BWI* متوسط وزن اولیه (گرم) و TF کل غذای مصرفی هر ماهی است.

از قسمت هپارینه شده جهت شمارش گلبول‌های قرمز و سفید استفاده گردید. نمونه‌ها پس از همگن‌سازی با پیپت ملانژور و محلول رقیق‌کننده رنگی ریس، رقیق شدند و سپس روی لام هموسیتومتر نئوبار دوحجره‌ای، تعداد یاخته‌های قرمز و سفید در میلی‌متر مکعب خون محاسبه شدند (Gao et al., 2007). جهت شمارش افتراقی یاخته‌های سفید خون، به روش دولامی با زاویه ۴۵ درجه، گسترش خونی تهیه شد و پس از آنکه اسمیر با الکل متانول در هوای آزاد خشک و تثبیت گردید، به کمک محلول رقیق شده گیمسا با غلظت ۱۰٪ رنگ‌آمیزی شد. برای هر نمونه خون ۳ گسترش خونی تهیه گردید و جهت شمارش افتراقی گلبول‌های سفید و محاسبه درصد فراوانی یاخته‌های نوتروفیل، ائوزینوفیل، لنفوسیت و مونوسیت از روش زیگزاگ استفاده شد (Gao et al., 2007). مقادیر پروتئین کل، لیپید کل و آلبومین با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون به روش کالری‌متریک توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS-6505 Model, Jenway Company, Made in England) با طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شدند. لایزوزیم پلاسما با استفاده از دستگاه (Auto Analyzer Technicon R.A.100, Tecnicon Company, Made in USA) و کیت‌های پارس آزمون نوع ISC و ILT مورد سنجش قرارگرفتند وC4 (کمپلمان) با آنتی بادی ضد آن سنجش شد و برای کالیبره کردن از کالیبراتورهای تجاری استفاده گردید.

به منظور مقایسه آماری داده‌های حاصل از شاخص‌های رشد، شاخص‌های خونی و سیستم ایمنی تیمارهای مورد نظر، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن استفاده شد. به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در تیمارها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارSPSS، نسخه ۲۰ انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳-۱ *پارامترهای فیزیکو شیمیایی محیط پرورش*

میانگین اکسیژن محلول، درجه حرارت و pH اندازه‌گیری شده در جدول۲ ارایه شده است. بر این اساس مقدار اکسیژن، درجه حرارت و pH در کل دوره پرورش به‌ترتیب برابر با (±SD) ۶/۴۷±۰/۴، ۲۱/۷۵±۰/۴۷۵ و۶/۶۲±۰/۳ به دست آمد.

جدول ۲: میانگین درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH در طی دوره پرورش

ردیف	اکسیژن محلول (±SD) (PPM)	درجه حرارت (سانتیگراد) (±SD)	pH (±SD)
۱۵ روزاول	۶/۵±۰/۵	۲۱/۸±۰/۶	۶/۶۲±۰/۲
۱۵ روزدوم	۶/۸±۰/۳	۲۲/۵±۰/۳	۶/۷±۰/۳
۱۵ روزسوم	۶/۳±۰/۳	۲۱/۵±۰/۵	۶/۶±۰/۳
۱۵ روزچهارم	۶/۳±۰/۵	۲۳/۵±۰/۵	۶/۵±۰/۴

۳-۲ *شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای تاسماهی سیبری*

تاثیر الحاق سطوح مختلف پروبیوتیک مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به عنوان مکمل غذایی بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای تاسماهی سیبری در یک دوره ۸ هفته‌ای در جدول ۳ نشان داده شده است.

با الحاق پروبیوتیک مخمر نانوایی، شاخص‌های افزایش وزن نهایی، ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین ماهیان افزایش یافت. بیشترین وزن نهایی (±SD) (۱۳/۲۴±۱۹۶/۸۵ گرم)، ضریب چاقی (۰/۰۹۷±۰/۳۵۳)، درصد افزایش وزن بدن (۴۳/۸±۵۰۷/۱۲ درصد)، ضریب رشد ویژه (۰/۱۱±۲/۸۶ درصد در روز)، کارایی غذا (۴/۲۶±۷۷/۴۷) و نسبت بازده پروتئین (۰/۰۹۶±۱/۷۲) متعلق به ماهیانی بود که با جیره SR_1 تغذیه شده بودند و با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند (P<۰/۰۵). هرچند شاخص‌های ذکر شده در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های $SR_{0.75}$، $SR_{2.25}$ و SR_3 بالاتر از تیمارشاهد بود، اما اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). ماهیان تغذیه شده از جیره SR1.5 دارای کمترین ضریب تبدیل غذایی بودند و نسبت به ماهیانی که از جیره فاقد پروبیوتیک مخمر نانوایی تغذیه شده بودند، برتری معنی‌دار آماری داشتند (P<۰/۰۵). میزان ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های $SR_{0.75}$، $SR_{2.25}$ و SR_3 در مقایسه با تیمار شاهد کمتر بود، اما فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بودند (P>۰/۰۵).

۳-۳ *شاخص‌های هماتولوژیک، بیوشیمیایی و سیستم ایمنی تاسماهی سیبری*

تاثیر الحاق سطوح مختلف پروبیوتیک مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به عنوان یک مکمل غذایی بر شاخص‌های خونی و سیستم ایمنی تاسماهی سیبری در یک دوره ۸ هفته‌ای در جدول ۳ نشان داده شده است.

بر اساس اطلاعات موجود در جدول ۳ با افزایش مخمر در جیره در سطوح ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم به ازای هر کیلوگرم، میزان گلبول‌های سفید تاسماهی سیبری در مقایسه با ماهیان تغذیه شده از جیره‌های SR_0 و $SR_{0.075}$ به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین مقدار آن (۵۶۵/۶۸±۱۶۹۰۰/۰۰ میلی‌متر مکعب) به ماهیان تیمار SR1.5 تعلق داشت (P<۰/۰۵). میانگین گلبول قرمز ماهیان از تیمارهای آزمایشی تاثیر نپذیرفت (P>۰/۰۵).

مقدار نوتروفیل در ماهیان تغذیه شده از جیره‌های $SR_{1.5}$، $SR_{2.25}$ و SR_3 به طور معنی‌داری بالاتر از نوتروفیل ماهیانی بود که از جیره فاقد مخمر تغذیه شده بودند (P<۰/۰۵). همچنین مقادیر لمفوسیت و مونوسیت ماهیان تغذیه شده از جیره‌های ذکر شده، به طور معنی‌داری بر مقادیر لمفوسیت و مونوسیت ماهیان تیمار $SR_{0.75}$ و شاهد برتری داشتند (P<۰/۰۵). افزودن پروبیوتیک مخمر نانوایی موجب شد تا میزان پروتئین کل به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یابد. بیشترین میزان پروتئین کل پلاسما در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های $SR_{1.5}$ و SR_3 (حاوی ۱/۵ و۳ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلوگرم غذا) با مقادیر ۰/۲±۳/۴ و ۰/۸۴±۳/۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر ثبت گردید (P<۰/۰۵). لایزوزیم و کمپلمان نیز در ماهیان با الحاق مخمر دستخوش تغییر گردیدند. سطوح لایزوزیم در ماهیان تغذیه شده از جیره‌های $SR_{1.5}$، $SR_{2.25}$ و SR_3 (حاوی ۱/۵ و ۳ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلوگرم غذا) به طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره $SR_{0.75}$ و جیره فاقد مخمر بود (P<۰/۰۵). میزان کمپلمان نیز در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های $SR_{1.5}$، $SR_{2.25}$ و SR_3 در مقایسه با جیره $SR_{0.75}$ و جیره فاقد مخمر به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵).

مخمر نانوایی *S. cerevisiae* به عنوان ماده‌ای شناخته شده است که پتانسیل جایگزینی به جای غذای زنده (Nayar et al., 1998) و یا جایگزینی به جای پودر ماهی را دارد (Oliva-Teles and Gonçalves, 2001). در مطالعه حاضر ماهیان در تمامی تیمارها به خوبی جیره‌های غذایی را مصرف نمودند و تلفاتی مشاهده نشد.

جدول ۳: تاثیر الحاق سطوح مختلف پروبیوتیک مخمر *Saccharomyces cerevisiae* بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای تاسماهی سیبری

شاخص‌ها	سطوح افزوده شده مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به جیره غذایی تاسماهی سیبری				
	جیره SR_0 : ۰ (±SD)	جیره $SR_{0.75}$: (۰/۷۵ گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)	جیره $SR_{1.5}$: (۱/۵گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)	جیره $SR_{2.25}$: (۲/۲۵ گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)	جیره SR_3: (۳/۰۰ گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)
وزن اولیه (W_1) (گرم)	۳۱/۸۲±۰/ ۸۴ [a]	۳۳/۳۸±۰/۳۱ [a]	۳۲/۰۴±۰/۴[a]	۳۲/۱۶±۰/۵ [a]	۳۲/۵۶±۰/۳۵ [a]
وزن نهایی(W_2) (گرم)	۱۶۹/۵۵±۲/۶۳[c]	۱۷۸/۴۵±۹/۲۴[bc]	۱۹۶/۸۵±۱۳/۲۴[a]	۱۸۸/۰۳±۹/۶۹[ab]	۱۸۲/۰۶±۸/۱[abc]
طول اولیه (TL_1) (سانتیمتر)	۱۶/۶±۴/۴۳[a]	۲۵/۱۸±۰/۳۷[a]	۲۴/۹۸±۰/۲۰[a]	۲۴/۸۰±۰/۲۰[a]	a۲۴/۹±۰/۴۵[a]
طول نهایی (TL_2) (سانتیمتر)	۳۷/۹۴±۰/۴[a]	۳۷/۸۴±۰/۳۵[a]	۳۸/۰۳±۱/۳۳[a]	۳۸/۲۴±۰/۵۶[a]	۳۸/۲۲±۰/۸۶[a]
(K) ضریب چاقی	۰/۳۱±۰/۰۰۸[c]	۰/۳۲±۰/۰۱۴[bc]	۰/۳۵±۰/۰۹۷[ab]	۰/۳۳±۰/۰۰۴[b]	۰/۳۲±۰/۰۰۷[bc]
(WG) درصد افزایش وزن	۴۳۲/۹۸±۱۲/۹[b]	۴۵۱/۰۱±۲۴/۳۲[b]	۵۰۷/۱۲±۴۳/۸[a]	۴۸۵/۳۳±۲۳/۷۵[ab]	۴۵۹/۲۴±۲۹/۲۳[ab]
ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)	۲/۶۵±۰/ ۰۲۲۸[b]	۲/۷±۰/۷[ab]	۲/۸۶±۰/۱۱[a]	۲/۸±۰/۰۶[ab]	۲/۷۳±۰/۰۸[ab]
ضریب تبدیل غذا (FCR)	۱/۵۲±۰/۰۶۹[a]	۱/۴۲±۰/۰۳۸[ab]	۱/۲۹±۰/۰۷۱[c]	۱/۳۵±۰/۰۵۵[bc]	۱/۴۴±۰/۷[ab]
کارایی غذا (FE)	۶۲/۷۲±۳/۰۰[c]	۷۰/۰۵±۱/۸۴[bc]	۷۷/۴۷±۴/۲۶[a]	۷۳/۷۵±۳/۰۷[ab]	۷۱/۴۴±۰/۷[bc]
نسبت بازده پروتئین (PER)	۱/۴۶±۰/۰۶۶[c]	۱/۵۵±۰/۰۴۹[bc]	۱/۷۲±۰/۰۹۶[a]	۱/۶۳±۰/۰۶۸[ab]	۱/۵۴±۰/۰۷۶[bc]

اعداد با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند (P<۰/۰۵).

جدول ۴: تاثیرالحاق سطوح مختلف پروبیوتیک مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به عنوان مکمل غذایی بر شاخص‌های خونی و سیستم ایمنی تاسماهی سیبری در یک دوره ۸ هفته‌ای

شاخص‌ها	سطوح افزوده شده مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به جیره غذایی تاسماهی سیبری				
	جیره SR_0: ۰ (±SD)	جیره $SR_{0.75}$: (۰/۷۵ گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)	جیره $SR_{1.5}$: (۱/۵گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)	جیره $SR_{2.25}$: (۲/۲۵ گرم به ۱ کیلوگرم جیره) (±SD)	جیره SR_3: (۳/۰۰ گرم به ۱ کیلو گرم جیره) (±SD)
گلبول سفید (mm_3)	۱۰۳۰/۰۰±۷۰۰/۰۰ [b]	۱۱۵۰۰/۰۰±۷۰۷/۱۰ [b]	۱۶۹۰۰/۰۰±۵۶۵/۶۸[a]	۱۵۲۵۰/۰۰±۱۴۸۴/۹۲ [a]	۱۶۷۵۰/۰۰±۲۴۷۴/۸ [a]
گلبول قرمز (mm_3) (گرم)	۷۵۰۰۰۰/۰۰±۲۰۰۰[a]	۷۸۷۵۰۰/۰۰±۴۵۹۶۱/۹۳[a]	۷۰۵۰۰۰۰/۰۰±۷۰۷۱/۰۶[a]	۷۹۲۵۰۰/۰۰±۷۴۲۴۶/۲۱[a]	۷۷۰۰۰۰/۰۰±۱۴۱۴۲/۳۷[a]
نوتروفیل (٪)	۲۹/۰۰±۱/۰ [b]	۳۰/۵±۰/۵[ab]	۳۳/۰۰±۰/۰۰[a]	۳۴/۰±۱/۰۰[a]	۳۳/۵±۲/۱[a]
لمفوسیت (٪)	۶۱/۵±۰/۵[c]	۶۴/۰۰±۱/۰۰[c]	۶۷/۵±۰/۵[a]	۶۲/۵±۰/۵[bc]	۶۸/۵±۰/۷۰[a]
مونوسیت (٪)	۳/۰۰±۰/۰۰[b]	۳/۵±۰/۵[b]	۵/۲۵±۰/۳۵[a]	۴/۵±۰/۷[ab]	۵/۵±۰/۷[a]
توتال پروتئین (g/dl)	۱/۸۵±۰/۵[b]	۲/۹±۱/۰۰[a]	۳/۴±۰/۲[a]	۲/۹۵±۰/۵[a]	۳/۴±۰/۸۴[a]
توتال لیپید (mg/dl)	۱۰۷۳/۰۰±۱۰/۰۰[a]	۱۲۲۲/۵±۲۷/۵[a]	۹۴۶/۰۰±۲۱/۶[a]	۱۰۹۰/۴۲±۴۲/۵[a]	۱۲۶۵/۰±۵۶/۰۰[a]
لایزوزیم (u/ml/min)	۲۴/۵±۶/۳۶[c]	۲۲/۵±۳/ ۵۳[c]	۳۹/۵±۲/۱۲[b]	۲۹/۰۰±۱/۴۱[ab]	۵۴/۰±۷/۰۷[a]
کمپلمان (C4) (mg/dl)	۲۹/۵±۱/۵[b]	۳۰/۵±۳/۵[b]	۴۲/۰۰±۱/۰[a]	۳۹/۵±۲/۱۲[a]	۴۲/۰±۲/۱۲ [a]

اعداد با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند (P<۰/۰۵).

علاوه بر آن سطوح مخمر به کار رفته در جیره، تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای تاسماهی سیبری داشت (P<۰/۰۵). نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با نتایج به دست آمده از مطالعات انجام شده در ماهی کاتلا (Catla catla) (Mohanty et al., 1996)، ماهی مریگال (Cirrhinus mrigala) (Swain et al., 1996)، هیبرید باس راه راه (*Morone chrysps* × *Morone saxatilis*) (Li and Gatlin, 2003; 2004; 2005) و کفشک ماهی ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) (Taoka et al., 2006) مطابقت دارد. نتایج مشابهی از مخمر نانوایی (*S. cerevisiae*) که به جیره کپور اسرائیلی (Noh et al., 1994) و تیلاپیای نیل (*Orechromis niluticus*) (Lara Flores et al., 2003) اضافه شده، به‌دست آمده است. به نظر می‌رسد که شاخص‌های رشد و کارایی غذای بهبود یافته در این مطالعه به دلیل بهبود قابلیت هضم جیره باشد. Tovar و همکاران (۲۰۰۲)، Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) و Waché و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که اضافه‌کردن مخمر زنده به گونه‌های سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*)، تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) و قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) موجب بهبود قابلیت هضم جیره و پروتئین شده که آن را می‌توان از نشانه‌های بهبود رشد و کارایی غذای ماهیان تغذیه شده با این ماده نسبت داد. همچنین De Schrijver و Ollevier (۲۰۰۰) از تاثیر مثبت مخمر بر قابلیت هضم ظاهری پروتئین جیره، همراه با مکمل باکتری *Vibrio proteolyticus* خبر دادند. Tewary و Patra (۲۰۰۸) دریافتند که مخمر نانوایی موجب تحریک هضم جیره غذایی از طریق تحریک آنزیم‌های گوارشی در گونه کپور هندی (*Labeo rohita*) می‌گردد. تحریک کننده‌های سیستم ایمنی به خصوص *Saccharomyces cerevisiae* تحریک کننده آنزیم‌هایی هستند که توسط میزبان تولید نمی‌شوند. مشاهدات مشابه‌ای

توسط Swain و همکاران (۱۹۹۶) در گونه مریگال (*Cirrhinus mrigala*) ارایه شده است که این ماهی قادر است کمپلکسی از پلی‌ساکاریدهای در برگیرنده سلولز را در حضور میکروب‌های مختلف غذایی نظیر *Aspergillus oryzae* و مخمر *Saccharomyces cerevisiae* بهتر مصرف نماید. علاوه بر آن گزارش شده است که مخمر جیره می‌تواند موجب بهبود کارایی غذا و فسفرآلی (اسید فیتیک) شده و هضم فیبر را آسان سازد (Swain et al., 1996). از سوی دیگر به نظر می‌رسد مخمر *Saccharomyces cerevisiae* دارای الیگوساکاریدهایی نظیر مانان اولیگوساکارید است که منبع تغذیه‌ای مناسب جهت رشد و فعالیت باکتری‌های دستگاه گوارش نظیر باکتری‌های اسید لاکتیک، لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتر است (Ringo et al., 1998). افزودن ۱/۵٪ پروبیوتیک دیواره سلولی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* موجب افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها در روده فیلماهی گردید که به علت تامین اسیدنوکلئیک آزاد، ویتامین‌های گروه B و اسید آمینه مورد نیاز بود (صفابخش و همکاران،۱۳۹۲) و منجر به افزایش قابلیت هضم، افزایش کارایی غذا و در نتیجه شاخص‌های رشد گردید (حسینی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹).

سیستم ایمنی ماهیان در برگیرنده سیستم ایمنی غیراختصاصی و سیستم ایمنی اختصاصی است که از فاکتورهای سلولی و همورال تشکیل شده است (Ellis, 1990). تحریک‌کننده‌های سیستم ایمنی موجب تحریک گلبول‌های سفید (لوکوسیتها) شده و باعث پایداری بیشتر ماهیان در مقابل بیماری‌های عفونی می‌شوند. همین‌طور موجب کاهش ریسک بیماری و نقص سیستم ایمنی در نتیجه دستکاری، تغییرات درجه حرارت، محیط و یا عادت دادن لارو ماهی به غذای مصنوعی می‌شوند (Raa, 2000). مکانیسم تحریک‌کننده‌های سیستم ایمنی غیراختصاصی به‌گونه‌ای است که موادی نظیر لیپوپلی‌ساکاریدها و بتا۱-۳ گلوکان‌ها و پپتیدوگلایکان‌ها، سیستم ایمنی غیراختصاصی را به‌تنهایی و یا با مکانیسم‌های مخصوص تحریک می‌کنند (Jin et al., 2003). در مطالعه حاضر ماهیانی که از مخمر ۱/۵ و۳ گرم به ازای هر کیلوگرم جیره تغذیه نموده بودند، شاخص‌های بهتری از گلبول سفید، لمفوسیت، نوتروفیل، مونوسیت و پروتئین کل را دارا بودند. گلبول‌های سفید خون (لوکوسیت‌ها) به عنوان اولین فاکتور دفاعی بدن شناخته شده‌اند و وقتی عفونت در نقطه‌ای از بدن رخ می‌دهد تعدادشان افزایش می‌یابد (Iranloye, 2002). در این آزمایش بیشترین تعداد گلبول سفید در ماهیانی مشاهده شد که از جیره $SR_{1.5}$ (حاوی ۱/۵ گرم پروبیوتیک به ازای یک کیلوگرم غذا) تغذیه شده بودند که می‌تواند دلالت بر خاصیت تحریک کنندگی سیستم ایمنی این گونه توسط این پروبیوتیک باشد.

بر اساس مطالعه انجام شده توسط Iranloye (2002)، افزایش تعداد گلبول‌های سفید و سایر سلول‌های خونی نظیر نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها، به دلیل الحاق سیر در جیره غذایی، دلالت بر خاصیت ضد عفونی‌کننده و تحریک سیستم ایمنی توسط این ماده غذایی می‌کند. امروزه ثابت شده است که گلوکان موجود در مخمر *Saccharomyces cerevisiae* از طریق اتصال به گیرنده‌های خاصی روی سلول‌های مونوسیت، ماکروفاژ و نوتروفیل بر ایمنی ذاتی تاثیرگذار است (Muller et al., 2000). در مطالعه حاضر بیشترین مقدار نوتروفیل، لمفوسیت و مونوسیت به‌ترتیب در ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ($SR_{2.25}$) ($SR_{1.5}$ و SR_3) و ($SR_{1.5}$و SR_3) ثبت گردید که به طور معنی‌داری بر تیمار شاهد برتری داشت ($P<۰/۰۵$).

این نتایج بیانگر بهبود سیستم دفاعی ماهی در هنگام اضافه شدن مخمر به جیره غذایی است. علاوه بر آن افزودن مخمر *Saccharomyces cerevisiae* در جیره غذایی موجب شد که غلظت پروتئین کل پلاسما به طور معنی‌داری افزایش یابد. غلظت پروتئین کل پلاسما شاخصی اساسی در چگونگی متابولیسم غذا است و به منزله تغییراتی است که موجب افزایش سنتز و یا شکسته شدن پروتئین شده و اثرات بازدارنده و یا تحریک کننده در برخی از آنزیم‌های معین به جا می‌گذارد (Canli, 1996). بنابراین غلظت پروتئین کل پلاسما به عنوان یک شاخص جهت بررسی سلامت وضعیت تغذیه ماهی (Martinez, 1976) و به عنوان نشانگر جهت عملکرد صحیح کبد به‌کار گرفته می‌شود (Abdel-Tawwab et al., 2008). نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با نتایج به دست آمده در مطالعه Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. در این مطالعه با افزودن مخمر زنده پروبیوتیک *Saccharomyces cerevisiae* افزایش پروتئین کل را در گونه تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) گزارش نمودند و آن را به عنوان ارتقای سلامت ماهی هنگام اضافه شدن مخمر به‌جیره عنوان نمودند. در مطالعه حاضر سطوح لایزوزیم و کمپلمان در ماهیان تغذیه شده از جیره‌های $SR_{1.5}$، $SR_{2.25}$ و SR_3 (حاوی ۱/۵ و۲/۲۵ و۳ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلوگرم غذا) به طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تغذیه شده با جیره $R_{0.75}$ و جیره فاقد مخمر بود ($P<۰/۰۵$).

لایزوزیم یک آنزیم باکتری‌کش است که در بسیاری از جانوران به طور گسترده در بدن و قسمتی از مکانیسم سیستم دفاعی غیر اختصاصی یافت می‌شود که می‌توان آن‌را در سرم خون، ترشحات، لایه موکوس و بافتهای غنی از لوکوسیت‌ها عمدتا در کلیه و دستگاه گوارش ردیابی نمود (Grinde et al., 1988). وظیفه لایزوزیم در درجه اول دفاع در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی است. همین‌طور به سیستم کمپلمان در نابود کردن باکتری‌ها و فاگوسیتوز کمک می کند (Magnadottir, 2006). سیستم کمپلمان در ماهیان استخوانی همانند مهره‌داران، از طریق چسبیدن به آنتی‌بادی‌ها در دیواره سلولی ایفای نقش می‌کند (Holland and Lambris, 2002). مطالعات نشان داده است که کمپلمان اهمیت زیادی در پاسخ‌های سیستم ایمنی ذاتی در ماهیان استخوانی دارد (Yano, 1996). نقش کمپلمان در سیستم ایمنی ماهیان استخوانی در گونه‌های متعددی نظیر کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (Matsuyama et al., 1992)، گربه ماهی (*Ictalurus punctatus*) (Jenkins and Ourth, 1993) و آزاد ماهیان (*Salmo salar*) (Lammens et al., 2000) ثابت شده است.

نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر منطبق با نتایج Taoka و همکاران (۲۰۰۶) در خصوص تاثیر پروبیوتیک‌های مرده و زنده بر سیستم ایمنی‌غیراختصاصی تیلاپیای نیل مطابقت دارد. این محققین دریافتند که تیمار با پروبیوتیک می‌تواند موجب افزایش پارامترهای ایمنی غیراختصاصی نظیر فعالیت لایزوزیم، مهاجرت نوتروفیل‌ها و فعالیت باکتریسیدال‌های پلاسما گردد که باعث بهبود و پایداری این گونه به انگل *Edwardsiella tarda* می‌شود. مخمر *S. cerevisiae* منبعی غنی از اسید نوکلئیک و۱,۳ بتاگلوگان بوده که به عنوان افزایش‌دهنده کارایی سیستم ایمنی در گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) (Yoshida et al., 1995)، ماهی آزاد اقیانوسی (*Salmo salar*) (Engstad et al., 1992)، قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Jørgensen et al., 1993; Siwicki et al., 1994) و میگوی هندی (*Penaeus indicus*) (Thanardkit et al., 2002) شناخته شده است. همچنین بر اساس مطالعه Sakai و همکاران (۲۰۰۱)، RNA مخمر قادر به افزایش فاگوسیتوز و فعالیت‌های اکسیداتیو در سلول‌های فاگوسیتوزکننده کلیه و لایزوزیم در کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) و به دنبال آن پایداری در مقابل آئروموناس هیدروفیلا است.

۴. نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر، مخمر زنده نانوایی تاثیر مثبتی بر ارتقای شاخص‌های رشد و کارایی غذا در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) داشته و بنابراین افزودن ۲/۲۵ گرم در کیلوگرم مخمر به جیره جهت افزایش سرعت رشد و بهبود کارایی سیستم ایمنی این گونه در محیط‌های پرورشی متراکم توصیه می‌گردد.

۵. سپاسگزاری

نگارندگان کمال تشکر و قدردانی را از حمایت‌های آقایان علی هوشیار و آرش شهبازی در پرورش و تغذیه ماهیان ابراز می‌دارند.

منابع

بهمنی، م.؛ کاظمی، ر.، ۱۳۷۷. مطالعه بافت شناسی‌غدد جنسی در تاسماهیان جوان پرورشی. مجله علمی شیلات ایران، سال هفتم، شماره۱. صفحات ۱۵-۱.

حسینی‌فر، س،ح.؛ میروافقی، ع.؛ مجازی‌امیری، ب.؛ خوش‌باور، ح.؛ پورامینی، م.؛ درویشی.، ۱۳۸۹. بررسی پروبیوتیکی مخمر *Sacharamyces cerevisiae* Var. *ellipsaideus* غیرفعال بر برخی شاخص‌های رشد، مصرف جیره، بازماندگی و میکروبیوتای روده بچه فیلماهی (*Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره ۴، صفحات ۶۶-۵۵.

رخشان، م.؛ احمدی، ک.؛ مجتهدزاده، ر.آ.، ۱۳۷۹. خون‌شناسی، انعقاد و طب انتقال خون - تشخیص و پیگیری بالینی بیماری‌ها به کمک روش‌های آزمایشگاهی هنری (دیویدسن). انتشارات تیمورزاده، صفحات ۳۳-۱۵.

محسنی، م.؛ پورکاظمی، م.؛ بهمنی، م.؛ پورعلی، ح.؛ کاظمی، ر.؛ آق‌تومان، و.، ۱۳۸۴. تشکیل و پرورش گله‌های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی، فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی در آب شیرین. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۳۶ صفحه.

مرشدی، و.؛ کوچنین، ب.؛ بهمنی، م.؛ یزدانی، م.؛ پورعلی، ح.ر.؛ عشوری، ق.، ۱۳۹۰. تغییرات برخی فاکتورهای خونی در طی

دوره‌های گرسنگی کوتاه مدت در بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*). نشریه اقیانوس‌شناسی، دوره ۲، شماره ۵ صفحات ۶۶-۵۹.

صفابخش، م.؛ متین‌فر، ع.؛ زمینی، ع.، ۱۳۹۲. تاثیر پربیوتیک دیواره سلولی مخمر بر شاخص میکروفلور طبیعی دستگاه گوارش فیلماهیان انگشت‌قد پرورشی (*Huso huso*)، مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال پنجم، شماره هفدهم، صفحات ۹۶-۸۷

نجفی پور، آ.؛ فلاحتکار، ب.؛ کلباسی، م.ر.، ۱۳۹۴. تغییرات اسیدهای چرب جیره و عضله در بچه تاسماهی سیبری *Acipenser baerii* (Brandt 1869) تغذیه شده با سطوح مختلف لستین، نشریه اقیانوس-شناسی، سال ششم، شماره ۲۱، بهار ۱۳۹۴. صفحات ۱۰۵-۹۷.

یزدانی‌ساداتی، م.ر.؛ پورکاظمی، م.؛ شکوریان، م.؛ پورعلی، ح.م.؛ پیکران مانا، ن.؛ سیدحسنی، م.ح.؛ یگانه، ه.؛ پورصفر، م.، ۱۳۹۰. ترویج و پرورش فیلماهی به منظور تولید گوشت و خاویار. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۹ صفحه.

Abdel-Tawwab, M.; Abdel-Rahman, A.M.; Ismael, E., 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, Saccharomyces cerevisiae as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture, 280: 185-189.

Anderson, D.P.; Siwicki, A.K.; Rumsey, G.L., 1995. Injection or immersion delivery of selected immunostimulants to trout demonstrate enhancement of nonspecific defense mechanisms and protective immunity. In: Shariff, M., Arthur, J.R., Subasinghe, R.P. (Eds.), Diseases in Asian Aquaculture: II. Fish Health Section. Asian Fisheries Society, Manila, 413-426PP.

Canli, M., 1996. Effects of mercury, chromium and nickel on glycogen reserves and protein levels in tissues of *Cyprinus carpio*. Journal of Zoology, 20: 161-168.

De Schrijver, R.; Ollevier, F., 2000. Protein digestion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) and effects of dietary administration of *Vibrio proteolyticus*. Aquaculture, 186: 107-116.

Devresse, B., 2000. Nucleotides - A key nutrient for shrimp immune system. Feed Mix, 8(3): 20-22.

Ellis, A.E., 1990. Lysozyme assay, techniques in fish immunology. 2nd edition. Fair Haven, USA, 100-102PP.

Engstad, R.E.; Robertsen, B.; Frivold, E., 1992.Yeast glucan induces increase in activity of lysozyme and complement-mediated haemolytic activity in Atlantic salmon blood. Fish Shellfish Immunology, 2: 287-297.

Fuller, R., 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Appllied Bacteriology, 66: 365-78.

Gao, H.; McDonnell, A.; Harrison, DA.; Moore, T.; Adam, S.; Daly, K.; Esmonde, L.; Goldhill, DR.; Parry, GJ.; Rashidian, A.; Subbe, C.P.; Harvey, S., 2007. Systematic review and evaluation of physiological track and trigger warning systems for identifying at-risk patients on the ward. Intensive Care Medicine. 33(4): 667-79.

Grinde, B.; Lie, O.; Poppe, T.; Salte, R., 1988. Species and individual variation in lysozyme activity in fish of interest in aquaculture. Aquaculture, 68: 299-304.

Gatesoupe, F.J., 1999. The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture, 180:147-65

Holland, M.C.; Lambris, J.D., 2002. The complement system of teleosts. Fish and Shellfish Immunology. 12: 399-420.

Hung, S.S.O.; Aikins, K.F.; Lutes, P.B.; Xu, R., 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate. Journal of Nutrition, 119: 727-733.

Iranloye, B.O., 2002. Effect of chronic garlic feeding on some haematological parameters. African Journal of Biomedical Research, 5: 81-82.

Jenkins, JA.; Ourth, D.D., 1993. Opsonic effect of the alternative complement pathway on channel catfish peripheral blood phagocytes. Veterinary Immunology Immunopathology, 39: 447-459.

Streptococcus iniae infection. Aquaculture, 231: 445-456.

Li, P.; 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.

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

Martinez, F., 1976. Aspectos biopatologicos de truchas arcoitis (*Salmo gairneri* Richurdson) alimentadas con diet as hipergrasas. Ph.D. Thesis. University of Madrid. 123PP.

Masihi, KN., 2000. Immunomodulatory agents for prophylaxis and therapy of infections. International Journal of Antimicrobial Agents, 14: 181-91.

Matsuyama, H.; Yano, T.; Yamakawa, T.; Nakao, M., 1992. Opsonic effect of the third complement component (C3) of carp (*Cyprinus carpio*) on phagocytosis by neutrophils. Fish and Shellfish Immunology, 2: 69-78.

Mohanty, S.N.; Swain, S.K.; Tripathi, S.D., 1996. Rearing of catla (*Catla catla* Ham.) spawn on formulated diets. Journal Aquaculture Tropical, 11: 253-258.

Muller, A.; Raptis, J.; Rice, P.J.; Kalbfleisch, J.H.; Stout, R.D.; Ensley, H.E.; Browder, W.; Williams, D.L., 2000. The influence of glucan polymer structure and solution conformation on binding to (1-3)-D-glucan receptors in a human monocyte-like cell line. Glycobiology, 10: 339-346.

Nayar, S.; Hegde, S.; Rao, P.S.; Sudha, P., 1998. Live organisms as feed in aquaculture. Information Fish International, 4: 36-39.

Noh, S.H.; Han, K.; Won, T.H.; Choi, Y.J., 1994. Effect of antibiotics, enzyme, yeast culture and probiotics on the

Jørgensen, J.B.; Lunde, H.; Robertsen, B., 1993. Peritoneal and head kidney cell response to intraperitoneally injected yeast glucan in Atlantic salmon. Journal of Fish Diseases, 16: 313-325.

Jin, Z., 2003. Application of immunostimulants in larviculture: Feasibility and challenges, Shanghai Fisheries University, 8: 4.

Kesarcodi-Watson, A.; Kaspar, H.; Lategan, M.; Gibson, L., 2008. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. Aquaculture, 274: 1-8.

Lammens, M.; Decostere, A.; Haaesebrouck, F., 2000. Effects of Flavobaterium psychrophilium strains and their metabolites on the oxidative activity of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* phagocytes. Diseases of Aquaculture Organism, 41: 173-179.

Lara-Flores, M.; Olvera-Novoa, M.A.; Guzman-Méndez, B.E.; López- Madrid, W., 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 216: 193-201.

Leonardi, M.; Sandino, A.M.; Klempau, A., 2003. Effect of a nucleotide-enrich ed diet on the immune system, plasma cortisol levels and resistance to infectious pancreatic necrosis (IPN) in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Bulletin of European Association of Fish Pathologists, 23: 52-59.

Li, P.; Gatlin III, D.M., 2003. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). Aquaculture, 219: 681-692.

Li, P.; Gatlin III, D.M., 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic GroBiotick™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to

Savage, T.F.; Zakrzewsla, E.I.; Andreasen, J.R., 1997. The effect of feeding mannan oligosaccharide supplemented diets to poult on performance and morphology of the small intestine. Poultry Science, 76: 139-156.

Shi, X.; Zhuang, P.; Zhang, L.; Feng, G.; Chen, L.; Liu, j.; Wang, R., 2008 . Growth inhibition of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) from dietary and waterborne luoride. 2009. Research Report Fluoride 42(2): 137-141

Swain, S.K.; Rangacharyulu, P.V.; Sarkar, S.; Das, K.M., 1996. Effect of a probiotic supplement on growth, nutrient utilization and carcass composition in mrigal fry. Journal of Aquaculture. 4: 29-35 (Cent. Inst. FreshWater Aquacult., Kausalyaganga, Bhubaneshwar, Orissa, India).

Taoka, Y.; Maeda, H.; Jo, J.Y.; Jeon, M.J.; Bai, S.C.; Lee, W.J.; Yuge, K.; Koshio, S., 2006. Growth, stress tolerance and non-specific immune response of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* to probiotics in a closed recirculating system. Fish Science, 72: 310-321.

Tewary, A.; Patra, B.C., 2011. Oral administration of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) acts as a growth promoter and immunomodulator in *Labeo rohita* (Ham.) Journal of Aquaculture Research Development, 2: 1.

Thanardkit, P.; Khunrae, P.; Suphantharika, M.; Verduyn, C., 2002. Glucan from spent brewer's yeast: preparation, analysis and use as a potential immunostimulants in shrimp feed. World of Journal. Microbiology and Biotechnology, 18: 527-539.

Tovar, D.; Zambonino-Infante, J.L.; Cahu, C.; Gatesoupe, F.J.; Vázquez-Juárez, R.; Lésel, R.; 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. Aquaculture, 204: 113-123.

growth performance of Israeli carp. Korean Journal of Animal Science, 36: 480-486.

Oliva-Teles, A.; Gonçalves, P., 2001. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast *Saccaromyces cerevisae* in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. Aquaculture, 202: 269-278.

Ortuño, J.; Cuesta, A.; Rodríguez, A.; Esteban, M.A.; Meseguer, J., 2002. Oral administration of yeast, Saccharomyces cerevisiae, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Veterinary Immunology and Immunopathology, 85: 41-50.

Raa, J., 2000. The use of immune-stimulants in fish and shellfish feeds. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A.Y and Civera-Cerecedo, R., (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, Mexico.

Ringo, E.; bendiksen, H.R.; Gausen, S.J.; Sundsfjord, A.; Olsen, R.E., 1998. The effect of dietary fatty acids on lactic acid bacteria associated with the epithelila mucosa and from feacalia of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Journal of Applied Microbiology, 85: 855-867.

Ronyai, A.; Peteri, A.; Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. Aquaculture. Hungrica (Szarwas), 6: 13-18.

Sakai, M.; Taniguchi, K.; Mamoto, K.; Ogawa, H.; Tabata, M., 2001. Immunostimulant effects of nucleotide isolated from yeast RNA on carp, *Cyprinus carpio* L. Journal of Fish Diseases, 24: 433-438.

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

and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japanicus*). Aquaculture, 206: 206-214.

Yano, T., 1996. The nonspecific immune system: Humoral defence. In: Iwama G, Nakanishi T (eds.): the fish immune system: Organism, pathogen and environment. Academic Press, San Diego, 105-157.

Yoshida, T.; Kruger, R.; Inglis, V., 1995. Augmentation of non-specific protection in African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), by the long-term oral administration of immunostimulants. Journal of Fish Diseases, 18: 95-198.

Waché, Y.; Auffray, F.; Gatesoupe, F.J.; Zambonino, J.; Gayet, V.; Labbé, L.; Quentel, C., 2006. Cross effects of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fry. Aquaculture, 258: 470-478.

Williot, V.E.; Sabiau, L.; Gessner, J.; Arlati, G.; Bronzi, P.; Gulya, T.; Brrni, P., 2001. Sturgeon farming in western europe. Aquaculture Living Resource Purification, 14: 367-37.

Xue, M.; Luo.; Wu, X.; Ren, Z.; Gao, P. Yu.; Pearl, G., 2006. Effects of six alternative lipid sources on growth