مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۲، دوره ۶۸، شماره ۱، ۷۸ - ۶۹

تأثیر مکمل مخمری بر رشد و سیستم ایمنی در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

امیر توکمه چی[1*] مژگان بندبنی[2]

۱) گروه پاتوبیولوژی و کنترل کیفی، پژوهشکده آرتمیا و آبزیان دانشگاه ارومیه، ارومیه - ایران.
۲) گروه شیلات، گرایش تکثیر و پرورش دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه - ایران.

(دریافت مقاله: ۱۷ مرداد ماه ۱۳۹۱ ، پذیرش نهایی: ۲ آبان ماه ۱۳۹۱)

چکیده

زمینه مطالعه: امروزه استفاده از ترکیبات طبیعی برای تقویت رشد و ایمنی آبزیان به جای ترکیبات شیمیایی و صناعی ترجیح داده می‌شود. **هدف:** در این راستا هدف از بررسی حاضر، ارزیابی تاثیر عصاره و پودر هیدرولیزشده مخمر ساکارومایسس سرویسیه بر پارامترهای رشد و مقاومت ماهی قزل آلای رنگین کمان در برابر استرس‌های دما و کمبود اکسیژن به همراه مواجه تجربی با باکتری بیماریزای یرسینیا روکری بود. **روش کار:** برای این منظور تعداد ۶۰۰ قطعه ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۵g±۵۰ از یکی از مزارع پرورش ماهی خریداری و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از سازگاری با شرایط آزمایشگاهی ماهیان به صورت تصادفی به چهار گروه هرکدام با سه تکرار تقسیم شدند. یک گروه به عنوان شاهد انتخاب و فقط با غذای تجاری تغذیه شد اما سه گروه دیگر به همراه غذای تجاری میزان یک درصد عصاره مخمر، پودر هیدرولیزشده و ترکیبی از عصاره و پودر مخمر را دریافت کردند. پرورش ماهیان در حوضچه‌های پلی اتیلنی ۳۰۰L و به مدت ۶۰ روز صورت گرفت. زیست‌سنجی در روزهای صفر و ۶۰ مطالعه انجام شد، همچنین در روز ۶۰، ماهیان با استرس دما و کمبود اکسیژن روبرو شدند و یک آزمایش تجربی نیز برای مواجه با کتریایی با یرسینیا روکری طراحی گردید. **نتایج:** نتایج نشان داد که استفاده توام عصاره و پودر هیدرولیزشده ساکارومایسس سرویسیه به طور معنی‌دار (p=۰/۰۲۱) سبب بهبود شاخص‌های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان در مقایسه با گروه شاهد می‌گردد. همچنین نتایج ثابت کرد که میزان بقاء ماهیان پس از تغذیه با ترکیب عصاره و پودر مخمر به طور معنی‌داری در مواجه شدن با استرس دما (۴/۵۹ ± ۶۹/۵۵٪)، کمبود اکسیژن (۵/۳۴ ± ۹۶/۵۵٪) و بیماری یرسینیوز (۲/۱۸ ± ۴۹/۱۱٪) نسبت به گروه شاهد افزایش می‌یابد. **نتیجه‌گیری نهایی:** تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان با عصاره و پودر مخمر به صورت ترکیبی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های رشد و افزایش مقاومت در برابر استرس و بیماری گردد.

واژه‌های کلیدی: قزل آلای رنگین کمان، عصاره و پودر هیدرولیزشده ساکارومایسس سرویسیه، رشد، استرس.

مقدمه

ماهی قزل آلای رنگین‌کمان یکی از گونه‌های با ارزش تجاری محسوب می‌شود و پرورش انبوه آن همراه با شیوع بیماریهای عفونی و غیر عفونی زیادی است. یکی از بیماریهای عفونی شایع در پرورش این ماهی بیماری یرسینیوزیس بوده که توسط یرسینیا روکری ایجاد می‌شود. ماهی مبتلا به این بیماری علائم خونریزی در بافت‌ها و اندام‌های مختلف به ویژه اطراف دهان، آبشش‌ها، عضلات، شکم، چربی بدن، احشا و روده باریک را نشان می‌دهد (۵). بیماری باعث مرگ ماهی و ایجاد خسارات اقتصادی زیادی می‌گردد. لذا پرورش دهندگان یا دامپزشکان به محض شناسایی این بیماری جهت درمان اقدام به استفاده از داروهای ضد میکروبی می‌نمایند. استفاده طولانی مدت و مداوم آنتی بیوتیک‌ها دارای اثرات نامطلوبی از قبیل پیدایش سویه‌های مقاوم به دارو، اثرات زیست محیطی، مشکلات بهداشت عمومی و غیره است. مطالعات انجام گرفته ثابت می‌کنند که یرسینیا روکری نسبت به ونکومایسین، اریترومایسین، آمپی سیلین، استرپتومایسین و تتراسیکلین مقاوم شده است (۲). بنابراین به منظور کنترل و پیشگیری بیماریها و نیز پرهیز از مصرف آنتی بیوتیک‌ها استفاده از ترکیبات طبیعی به منظور افزایش قوای ایمنی آبزیان توجه محققین را به خود جلب کرده است. در این راستا استفاده از پروبیوتیک‌ها جایگزین مناسبی برای آنتی بیوتیک‌ها محسوب می‌شوند (۴۹).

پروبیوتیک‌ها عبارتند از مکمل‌های غذایی میکروبی زنده که از طریق تولید ترکیبات ممانعت کننده، رقابت برای مواد شیمیایی و مکان‌های اتصال، تنظیم و تحریک سیستم ایمنی و بهبود تعادل میکروبی روده اثرات سودمندی دارند (۲۰). در صنعت آبزی پروری استفاده از پروبیوتیک‌ها برای کنترل بیماریها، افزایش پاسخ‌های ایمنی، به عنوان مکمل‌های غذایی یا حتی در برخی موارد جایگزینی ترکیبات ضد میکروبی، تأمین کننده مواد مغذی، نقش‌های آنزیمی و بهبود کیفیت آب حوضچه‌های پرورشی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده‌اند (۴). محدوده وسیعی از جلبک‌های ریز (*Tetraselmis*)، مخمرها (*Debaryomyces*، *Phafa* و *Saccharomyces*)، باکتری‌های گرم مثبت (*Bacillus*، *Carnobacterium*، *Enterococcus*، *Lactobacillus*، *Lactococcus*، *Micrococcus*، *Streptococcus* و *Weissella*) و گرم منفی (*Aeromonas*، *Alteromonas*، *Photorbodobacterium*، *Pseudomonas* و *Vibrio*) به عنوان پروبیوتیک برای بهبود رشد، بقا، سلامت و جلوگیری از بیماری در

*)نویسنده مسؤول: تلفن: ۰۴۴۱-۳۴۴۰۲۹۵ نمابر: ۰۴۴۱-۳۴۴۰۲۹۵ Email: atokmachi@urmia.ac.ir

آبزیان به کار گرفته می‌شوند (۴،۱۴،۱۹،۴۸). *Saccharomyces cerevisiae* به عنوان یک پروبیوتیک مخمری حاوی ترکیبات محرک ایمنی مختلفی مثل ـ گلوکان‌ها، اسیدهای نوکلئیک، الیگوساکاریدهای مانان و کیتین می‌باشد. این میکروارگانیزم باعث بهبود رشد، تقویت پاسخ‌های ایمنی و افزایش مقاومت در برابر شرایط نامساعد محیطی گونه‌های مختلف آبزیان از جمله ماهی قزل آلای رنگین کمان (۳۹)، سیم دریایی سرطلایی (۲۹) و باس راه راه هیبرید (۲۳،۲۶،۲۷) می‌شود. دیواره سلولی این مخمر حاوی ترکیبات غیر مغذی خیلی مهمی از جمله پلیمرهای مانوز متصل به پپتیدها (مانوپروتئین)، پلیمرهای گلوکز (گلوکان‌ها)، کیتین به میزان جزئی (۸) و اسیدهای نوکلئیک (۳۶) بوده که برای سلامت آبزیان سودمند می‌باشند. مخمرها، مهمترین و متنوع ترین میکروارگانیزم‌های مورد استفاده در صنایع غذایی از جمله تولید عصاره مخمر (Yeast Extract) هستند (۵۰). مخمر صنعتی معمولاً یا به صورت زنده برای تغذیه غذاهای زنده در آبزی پروری به کار می‌رود یا بعد از عمل آوری به عنوان یک مکمل تغذیه‌ای به کار گرفته می‌شود (۴۱). اما یکی از مشکلات استفاده از مخمرها در جیره‌های غذایی، کم بودن قابلیت هضم دیواره سلولی مخمر و محتوای پروتئینی آن می‌باشد. دیواره سلولی بیش از ۵۰٪ وزن سلولی را تشکیل می‌دهد و می‌توان قابلیت هضم مخمر را از طریق هیدرولیز آنزیمی آن افزایش داد. در این فرایند با استفاده از روش‌های مدرن زیست فناوری، حجم بالای DNA و RNA موجود در مخمر با استفاده از آنزیم‌های هیدرولیز کننده حذف می‌گردند. همچنین در طی این فرایند، برخی از ساختارهای دیواره سلولی شکسته می‌شوند و به طور موثرتری در روده جانور هضم می‌شوند. در پودر هیدرولیز شده، پروتئین‌های دیواره سلولی به صورت غیر قابل حل وجود دارند که محتوای RNA و DNA کمی دارد.

عصاره مخمر با برداشتن کامل دیواره سلولی مخمر، به دست می‌آید که در آن پروتئین به میزان زیادی، قابل هضم بوده و همان طور که دیواره سلولی برداشته می‌شود، محتوای پروتئین محلول بیشتری نسبت به مخمر کامل یا هیدرولیز شده به دست می‌آید. عصاره مخمر به عنوان یک منبع مناسب از پپتیدها، آمینواسیدها، مواد معدنی و ویتامین‌های گروه B، به میزان وسیعی برای بهبود طعم غذا، برطرف کردن نیازهای مصرف کننده و افزایش ارزش غذایی استفاده می‌شود (۳۰).

در حال حاضر بررسی‌های فراوانی در خصوص تاثیر مخمر آبجو در باس راه راه هیبرید (۲۷)، مخمر آبجو و نوکلئوتیدها در ماهی drum قرمز جوان (۲۴)، مخمر نانوایی زنده در بچه ماهی تیلاپیای نیل (۱)، محصول تخمیری ساکارومایسس سرویسیه *(DVAqua)* در تیلاپیای هیبرید (۱۷)، پروبیوتیک ساکارومایسس سرویسیه *P13* در گروپر (۹)، گلوکان و مخمر سلولی کامل در کپور معمولی (۱۶) و مخمر تیمار شده با بتا مرکاپتو اتانول در قزل آلای رنگین کمان (۴۷) بر رشد، مقاومت در برابر بیماری و ایمنی انجام شده است. نتایج این بررسی‌ها نشان دهنده ارزش تغذیه‌ای بالای این مخمر است. با توجه به این که تاکنون مطالعه‌ای پیرامون عصاره مخمر و پودر هیدرولیز شده آن در آبزیان وجود ندارد هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی تاثیر عصاره و پودر هیدرولیز شده ساکارومایسس سرویسیه بر رشد و مقاومت ماهی قزل آلای رنگین کمان بود.

مواد و روش کار

تهیه ماهی و طراحی آزمایش: این مطالعه از آذر ماه ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ماه ۱۳۹۱ انجام گرفت، برای این منظور ابتدا تعداد ۶۰۰ قطعه ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۵g±۵۰ از یکی از مزارع پرورش ماهی در ارومیه تهیه شد. ابتدا ماهیان به کمک تانکر مجهز به کپسول اکسیژن به سالن تکثیر و پرورش آبزیان پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی، دانشگاه ارومیه منتقل شدند. پس از انتقال ماهیان با آب نمک (۱۰g/L) ضد عفونی شده و به مدت یک هفته جهت سازگاری با شرایط آزمایشگاهی و هر گونه آلودگی انگلی خارجی در حوضچه‌های ۱۰۰۰L نگهداری شده و پس از اتمام دوره سازش به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. هر گروه دارای سه تکرار بوده و پرورش در حوضچه‌های ۳۰۰L از جنس پلی اتیلن و با تراکم ۵۰ قطعه در هر حوضچه صورت گرفت. در ضمن برای تغذیه ماهیان در دوره سازش و آزمایش از غذای تجاری پلت (جدول ۱؛ GFT1 و GFT2، شرکت فرآدانه، شهرکرد، ایران) استفاده شد. میزان غذادهی بر اساس جداول غذادهی، بر حسب وزن بدن ماهیان و درجه حرارت آب پرورشی انجام گرفت. در طول دوره آزمایش، دما، اکسیژن، pH، آمونیوم و نیتریت آب حوضچه‌ها به طور روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد.

گروه اول به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و با غذای تجاری بدون افزودن هرگونه عصاره یا پودر مخمر تغذیه شدند. سایر گروه‌ها به ترتیب با غذای تجاری حاوی عصاره مخمر (گروه ۲)، پودر هیدرولیز شده مخمر (گروه ۳) و ترکیبی از آن دو (گروه ۴) مورد تغذیه قرار گرفتند. در بررسی حاضر، عصاره مخمر (۴۶/۳٪ پروتئین، صفر درصد چربی، ۱۲/۳٪ کربوهیدرات، ۳/۵٪ فیبر، صفر درصد خاکستر، ۷-۵٪ رطوبت، ۶/۱۶٪ مواد معدنی، ۰/۵٪ ویتامین و ۲۳/۷۱٪ اسید آمینه) و پودر هیدرولیز شده از شرکت سورن تک طوس (مشهد، ایران) تهیه و طبق دستور به مقدار یک درصد جیره مورد استفاده قرار گرفتند. جهت افزودن عصاره مخمر و پودر هیدرولیز شده به غذای تجاری، ابتدا مقدار غذای روزانه هر گروه محاسبه و سپس مقدار مورد نیاز از عصاره یا پودر در سرم فیزیولوژی استریل سوسپانسیون شده و بر روی تمام قسمت‌های غذا به همراه ۰/۵٪ ژلاتین اسپری شده و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق و در محل تمیز، خشک گردید. همچنین لازم به ذکر است که تهیه غذا به صورت روزانه انجام شد. طول دوره آزمایش ۶۰ روز بود و سپس ۱۵ روز دیگر مطالعه ادامه یافت و در این مدت، ماهیان فقط با غذای گروه شاهد بدون افزودن عصاره مخمر یا پودر هیدرولیز شده تغذیه شدند.

زیست سنجی ماهیان: زیست سنجی ماهیان در روزهای صفر و ۶۰

مطالعه انجام شد. برای اینکار از هر تکرار، ۱۰ قطعه ماهی انتخاب و فاکتورهای رشد نظیر وزن نهایی (Final Weight؛ بر حسب گرم)، وزن بدست آمده (Weight Gain)، نرخ رشد ویژه (Special Growth Rate) و فاکتور وضعیت (Condition Factor) بر اساس روابط زیر مورد محاسبه قرار گرفت (۱۸،۵۱).

۱۰۰× [میانگین وزن اولیه به گرم ÷(میانگین وزن اولیه به گرم- میانگین وزن نهایی به گرم)] =وزن بدست آمده (درصد)

۱۰۰× [طول دوره پرورش ÷(لگاریتم میانگین وزن اولیه به گرم- لگاریتم میانگین وزن نهایی به گرم)] =ضریب رشد ویژه (درصد)

۱۰۰× [^{3} (میانگین طول نهایی به سانتی متر) ÷میانگین وزن نهایی به گرم] =شاخص وضعیت (درصد)

ارزیابی مقاومت ماهیان در برابر استرس: در پایان دوره پرورش یعنی در روز ۶۰ مطالعه از دو استرس کمبود اکسیژن و حرارت برای ارزیابی میزان مقاومت ماهیان تغذیه شده با پودر و عصاره مخمر استفاده گردید. برای اینکار از ۲۴ ساعت قبل غذادهی به ماهیان قطع و برای ایجاد استرس ها از روش Matthews و Berg در سال ۱۹۹۷ استفاده گردید که در ادامه به طور خلاصه به آنها اشاره می گردد.

استرس دما: برای اینکار تعداد ۱۵ قطعه ماهی از هر تیمار (۵ ماهی از هر تکرار) به طور تصادفی انتخاب و به حوضچه هایی منتقل شدند که در آن دمای آب توسط بخاری آکواریوم در مدت زمان حدود ۳۰ تا ۴۵ دقیقه به ۲۴^{o}C افزایش یافت، سپس استرس ادامه پیدا کرد تا زمانیکه ۵۰٪ ماهیان تلف شدند.

استرس اکسیژن: برای استرس کمبود اکسیژن نیز مانند استرس حرارتی تعداد ۱۵ ماهی از هر تیمار (۵ ماهی از هر تکرار) انتخاب و میزان اکسیژن حوضچه ها توسط گاز ازت به ppm ۳ رسانده شده و ماهیان در این شرایط نگهداری و تا زمانیکه ۵۰٪ ماهیان تلف شدند استرس ادامه یافت.

اندازه گیری گلوکز و کورتیزول سرم: میزان کورتیزول سرم و گلوکز پلاسما پس از یک ساعت مجاور شدن با استرس ها اندازه گیری شدند (۴۶). برای اینکار نمونه خون ۵ قطعه ماهی به ازاء هر تیمار به صورت تصادفی از ورید ساقه دمی اخذ شد. برای سنجش گلوکز از کیت پارس آزمون (ایران) و برای سنجش کورتیزول از کیت Monobind (آمریکا) استفاده گردید.

آزمایش مواجه با کتریایی: در این بررسی پس از ۶۰ روز تغذیه با عصاره و پودر هیدرولیز شده ساکارومایسس سرویسیه، آلودگی تجربی با سویه حاد یرسینیا روکری (BCCM/LMG 3279؛ Belgium Co-ordinated Collection of Microorganisms) ایجاد شد. برای این منظور ماهیان هر تیمار به طور تصادفی به دو گروه تقسیم و در هر گروه ۱۰ قطعه ماهی قرار داده شد. برای ایجاد آلودگی تجربی از روش Rahmati Andani و همکاران در سال ۱۳۹۰ استفاده گردید. بطور خلاصه، مقدار ۰/۱ mL از سوسپانسیون باکتری با تراکم $۱/۱\times۷^{۱۰}$ CFU/mL به صورت داخل صفاقی به همه ماهیان تزریق شد. لازم به ذکر است که در این مرحله از مطالعه شش گروه به شرح زیر در نظر گرفته شدند. گروه اول (شاهد مثبت)، گروه دوم (تغذیه شده با عصاره مخمر)، گروه سوم (تغذیه شده با پودر مخمر)، گروه چهارم (تغذیه شده با عصاره و پودر مخمر)، گروه شاهد منفی (تزریق با سرم فیزیولوژی استریل) و گروه دارو (تجویز اکسی تتراسایکلین ۱۰۰mg/kg غذا). پرورش ماهیان تا دو هفته در حوضچه های ۹۰L انجام شد و روزانه دو بار از نظر تلفات و علائم بیماری شامل بی حالی، کاهش اشتها، بیرون زدگی چشم، تیرگی پوست و غیره مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین تلفات روزانه ماهیان ثبت و نمونه های تلف شده به منظور تائید عفونت مورد آزمایش باکتریایی و آگلوتیناسیون قرار گرفتند. برای انجام آگلوتیناسیون از روش Roberson در سال ۱۹۹۰ استفاده شد. به طور خلاصه، ابتدا تعداد یک یا چند کلنی باکتری به ۱mL سرم فیزیولوژی استریل افزوده شده و جهت غیر فعال کردن باکتری ها از فنل نیم درصد استفاده گردید. سپس یک قطره از سوسپانسیون فوق بر روی سطح یک لام تمیز ریخته شده و یک قطره نیز از سرم رقیق شده (۱ به ۱۰) ماهیان بی حال یا در حال مرگ به آن افزوده شد. لازم به ذکر است که بافر PBS استریل و سرم ماهیان سالم به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت. سپس لام در دمای اتاق به آرامی تکان داده شد و ظرف مدت ۵ دقیقه تشکیل آگلوتیناسیون به صورت ماکروسکوپی مورد بررسی قرار گرفت (۳۴).

تجزیه و تحلیل داده ها: جهت تجزیه و تحلیل داده ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA)، نرم افزار SPSS (نسخه ۱۹) و آزمون توکی (آزمون اختلاف حقیقی که به طور مخفف HSD نامیده می شود) استفاده شد. در تمام بررسی ها سطح معنی دار بودن آزمون ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. همچنین ترسیم نمودارها در فضای نرم افزار Excel (نسخه ۲۰۱۰) انجام گرفت.

نتایج

ثبت شاخص های فیزیکوشیمیایی آب حوضچه های پرورشی شامل: دما ($۱۴/۷\pm۰/۵^{o}$C)، اکسیژن (۹/۳۶±۰/۹ppm)، pH (۷/۵۶±۰/۲)، آمونیوم (۰/۵۷۲±۰/۰۱ppm) و نیتریت (۰/۰۲±۰/۰۱ppm) نشان داد که این شاخص ها در محدوده نرمال برای ماهی قزل آلای رنگین کمان قرار دارند. همچنین نتایج مربوط به آنالیز شاخص های رشد در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس این یافته ها ماهیان تغذیه شده با ترکیب عصاره و پودر ساکارومایسس سرویسیه به طور معنی داری ($p<۰/۰۵$) دارای شاخص های رشد بیشتری نسبت به سایر گروه ها بودند. در حالیکه کمترین مقادیر وزن نهایی، وزن بدست آمده، فاکتور وضعیت و نرخ رشد ویژه مربوط به گروه شاهد بود ولی اختلاف آماری معنی داری را با ماهیان گروه دوم (تغذیه شده با عصاره) و گروه سوم (تغذیه شده با پودر مخمر) نشان ندادند.

نتایج مربوط به آزمون استرس هایپوکسی نیز نشان داد که در ماهیان

جدول ۱. آنالیز تقریبی غذای تجاری پلت (درصد) مورد استفاده در این تحقیق.

جزء	GFT 2	GFT 1
پروتئین خام	۳۸	۳۶
چربی خام	۱۴	۱۴
خاکستر	۱۰	۱۰
فیبر	۴	۴
فسفر	۱/۱	۱
رطوبت	۱۱	۱۱

جدول ۲. شاخص‌های رشد ماهیان تغذیه شده با عصاره و پودر ساکارومایسس سرویسیه به مدت ۶۰ روز. * اعداد به صورت X ± S.D. بیان شده‌اند (n=۳۰). * اعداد با حروف غیر یکسان در هر ردیف دارای اختلاف آماری معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ می‌باشند.

شاخص	شاهد	عصاره مخمر	پودر مخمر	عصاره و پودر
وزن نهایی (g)	۸۹/۱۰±۳/۴ [a]	۸۹/۹۳±۴/۰۴ [a]	۸۹/۲۳±۳/۱ [a]	۹۴/۷۵±۳/۸ [b]
وزن بدست آمده (٪)	۲۱۶/۱۳±۱۸/۱ [a]	۲۱۸/۴۵±۲۰/۸ [a]	۲۱۶/۷۶±۱۹/۷ [a]	۲۳۰/۷۷±۲۱/۵ [b]
فاکتور وضعیت	۱/۲۱۴±۰/۸ [a]	۱/۲۱۹±۰/۵ [a]	۱/۲۱۳±۰/۹ [a]	۱/۲۴±۰/۴ [b]
نرخ رشد ویژه (٪)	۳/۲۴±۱/۰۱ [a]	۳/۲۴±۱/۱ [a]	۳/۲۴±۱/۳ [a]	۳/۲۸±۱/۲۳ [b]

جدول ۳. مقادیر کورتیزول سرم و گلوکز پلاسما ماهیان مجاور شده با استرس‌های اکسیژن و حرارت در روز ۶۰. * اعداد به صورت X ± S.D. بیان شده‌اند (n=۵). * اعداد با حروف غیر یکسان در هر ستون دارای اختلاف آماری معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ می‌باشند.

تیمار	استرس حرارت		استرس اکسیژن	
	گلوکز (mg/dl)	کورتیزول (µg/dl)	گلوکز (mg/dl)	کورتیزول (µg/dl)
شاهد	۱۷۹/۸۹±۱۸/۷۳ [a]	۱۶۵/۴۵±۲۱/۲۲ [a]	۱۷۶/۶۴±۲۴/۲۹ [a]	۱۵۹/۰۹±۱۷/۱۵ [a]
عصاره مخمر	۱۴۹/۸۷±۱۸/۲۳ [a]	۱۵۳/۰۴±۱۷/۷۶ [a]	۱۴۸/۳۵±۱۹/۴۵ [a]	۱۴۶/۹۶±۱۵/۳۴ [a]
پودر مخمر	۱۲۲/۲۲±۲۰/۷۵ [b]	۱۲۳/۶±۱۸/۵۵ [b]	۱۲۰/۱۴±۲۱/۹۸ [b]	۱۱۹/۳۴±۱۸/۶۷ [b]
عصاره و پودر	۹۴/۸۹±۲۱/۱۹ [c]	۱۰۲/۱۳±۱۶/۳۲ [c]	۹۲/۳۷±۱۷/۳۵ [c]	۹۹/۸۲±۱۴/۴۵ [c]

شاهد و ماهیان تغذیه شده با عصاره مخمر یک ساعت پس از شروع تلفات شروع شد که به ترتیب برابر با ۲/۶ ± ۲۶/۶۶٪ و ۰/۲ ± ۶/۶۶٪ بود. در ماهیان تغذیه شده با پودر مخمر و ماهیان گروه چهارم به ترتیب تلفات پس از گذشت زمان ۱/۵ و ۲ ساعت مشاهده گردید. کمترین میزان تلفات در ماهیان گروه چهارم دیده شد که پس از دو ساعت برابر بود با ۱/۳ ± ۶/۶۶٪ که اختلاف آماری معنی‌داری را در سطح p<۰/۰۵ با سایر گروه‌ها نشان داد (نمودار ۱). همچنین یافته‌های حاصل از استرس حرارت ثابت کرد که ماهیان تغذیه شده با ترکیب عصاره و پودر مخمر نسبت به سایر گروه‌ها دارای مقاومت بیشتری نسبت به حرارت هستند طوریکه میزان تلفات آنها پس از گذشت زمان دو ساعت به ۷/۸ ± ۵۳/۳۱ ٪ رسید. در حالیکه میزان تلفات در شاهد پس از گذشت یک ساعت و در گروه دوم و سوم پس از ۱/۵ ساعت به بیش از ۵۰٪ رسید (نمودار ۲).

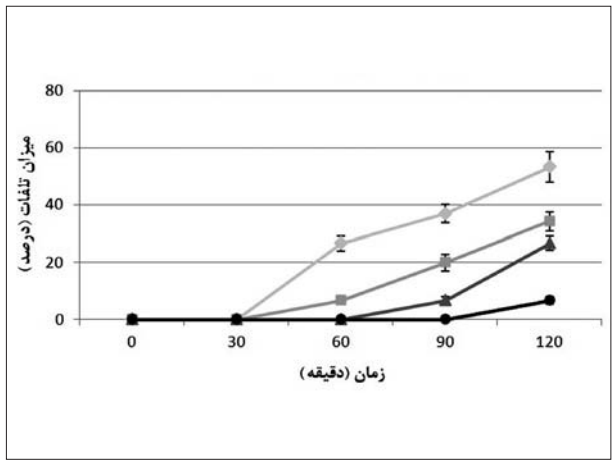
همچنین در بررسی حاصل میزان گلوکز پلاسما و کورتیزول سرم ماهیان پس از نیم ساعت از شروع استرس‌ها اندازه‌گیری و نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. در هر دو مورد ماهیان تغذیه شده با عصاره و پودر ساکارومایسس سرویسیه به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) دارای مقادیر کمتری از گلوکز و کورتیزول نسبت به سایر گروه‌ها بودند.

ماهیان تغذیه شده با عصاره و پودر مخمر بیشترین مقاومت را در برابر یرسینیا روکری نشان دادند طوریکه میزان مرگ و میر تجمعی آنها برابر با ۵۰/۸۹٪ در پایان روز نهم پس از مواجه شدن با باکتری بود. بیشترین میزان مرگ و میر در ماهیان گروه شاهد دیده شد که در روز پنجم پس از تزریق باکتری برابر با ۵۶/۴۵٪ ثبت گردید (نمودار ۳).

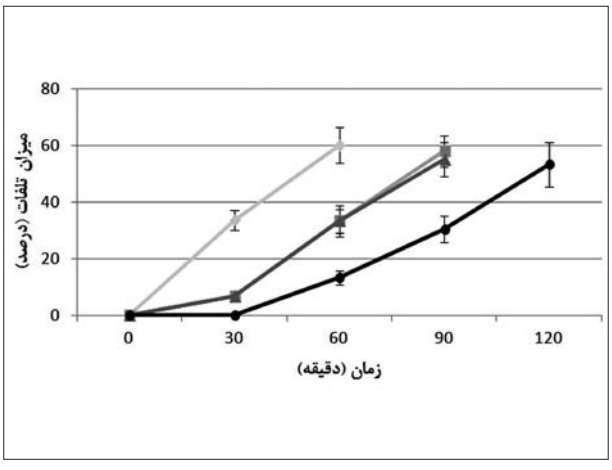
بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن عصاره مخمر و پودر هیدرولیز شده آن به صورت ترکیبی به میزان ۱٪ به جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان قادر است شاخص‌های رشد و میزان مقاومت آن را افزایش دهد. خاصیت پروبیوتیکی ساکارومایسس سرویسیه به صورت سلول کامل، مخمر غنی شده و مخمر تیمارشده با بتا مرکاپتو اتانول (2ME) در ماهیان و سخت پوستان به اثبات رسیده است (۱،۳،۳۸،۴۰). افزایش رشد ناشی از مصرف این مخمر به علت بهبود قابلیت هضم مواد مغذی می‌باشد (۴۷). در بررسی حاصل نیز بیشترین مقادیر شاخص‌های رشد مربوط به ماهیانی است که عصاره مخمر و پودر هیدرولیز شده آن را به صورت ترکیب دریافت کرده‌اند.

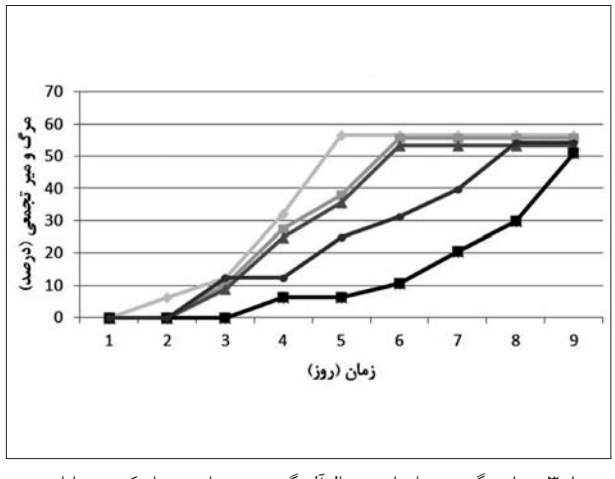
مثال‌های متعدد دیگری وجود دارند که همگی نشان دهنده خاصیت پروبیوتیکی این مخمر در آبزیان هستند. Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۱ نشان دادند جیره حاوی مخمر آبجوی خشک شده (*Saccharomyces cerevisiae*)، باعث رشد بهتر ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) می‌شود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند مخمر زنده به دلیل غنی بودن از پروتئین‌ها (Silva De در سال ۱۹۸۹) و محتوای نیتروژنی بالا (۴۲،۴۳) عامل بهبود عملکرد رشد است. همچنین مخمر زنده به عنوان منبعی از آنزیم‌هایی مثل آمیلاز، پروتئاز و لیپاز عمل می‌کند که ممکن است هضم غذا و به دنبال آن، جذب را افزایش دهند. همچنین منبع خوبی از ویتامین (B6 mg/kg ۳۹/۸ ماده خشک) محسوب می‌شود (۲۸)، که این ویتامین ممکن است به عنوان کوآنزیم آنزیم دوپا دکربوکسیلاز و دوپامین سبب تحریک هورمون رشد شود. Gatesoupe در سال ۲۰۰۷ نیز در مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از فرآورده تجاری Bioboost Forte® حاصل از ترکیب دو پروبیوتیک *Saccharomyces cerevisiae* و *Lactobacillus coagulans* زنده به دلیل اثرات سینرژیستی افزایش رشد بچه ماهیان کپور هندی می‌شود. Tovar و همکاران در سال ۲۰۰۲ نیز نشان دادند مخمر آبجو با بهبود قابلیت هضم پروتئین‌های جیره، بهبود تغذیه از طریق چسبیدن به موکوس روده و تولید پلی آمین‌ها بر عملکرد



نمودار ۱. میزان تلفات ماهیان پس از مجاور شدن با استرس اکسیژن در پایان دوره.
عصاره و پودر — پودر — عصاره — شاهد



نمودار ۲. میزان تلفات ماهیان پس از مجاور شدن با استرس حرارت در پایان دوره.
عصاره و پودر — پودر — عصاره — شاهد



نمودار ۳. میزان مرگ و میر ماهیان به دنبال آلودگی تجربی با یرسینیا روکری در پایان دوره.
تتراسایکلین — عصاره و پودر — پودر — عصاره — شاهد

رشد و کارآیی غذایی باس راه راه هیبرید سبب افزایش رشد می‌شود.

در مطالعه حاضر به جای سلول کامل از عصاره و پودر مخمر استفاده شد، توجیه این مسئله به دلیل پائین بودن قابلیت هضم دیواره مخمر در دستگاه گوارش ماهی به خاطر ساختار شیمیایی خاص می‌باشد (۳۹). با توجه به سرشار بودن عصاره و پودر هیدرولیز شده مخمر از پروتئین‌های با قابلیت هضم بالا، نوکلئوتیدهای تغذیه‌ای مانند 5GMP، ویتامین‌ها، املاح و غیره لذا دست یابی به رشد و مقاومت بیشتر در ماهی قزل آلای رنگین کمان دور از انتظار نیست. یافته‌های مطالعه ما این ادعا را اثبات کرد و با نتایج Rumsey و همکاران در سال ۱۹۹۲ همخوانی دارند. این محققان نشان دادند که تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با مقادیر رو به افزایش (۴/۱-۰/۶٪) عصاره مخمر حاوی RNA سبب افزایش رشد و کارایی غذایی می‌گردد.

Fietto و همکاران در سال ۲۰۰۴ نیز افزایش مقاومت آبزیان در برابر استرس‌های دمایی و اسیدی را به پروبیوتیک‌ها نسبت دادند.

دلیل این امر تاثیر غیر مستقیم پروبیوتیک‌ها مثل مخمر *Saccharomyces cerevisiae* از طریق بهبود تغذیه، چسبیدن به موکوس روده و تولید پلی آمین‌ها است (۴۴،۴۵). اصولاً پلی آمین‌های مترشحه از مخمرها نقش مهمی در تکثیر و تمایز سلولی (۳۲) داشته که به دنبال آن مقاومت میزبان در مقابله با استرس‌های محیطی افزایش می‌یابد (۴۵). برای مثال Pooramini و همکاران در سال ۱۳۸۷ با استفاده از مقادیر مختلف مخمر (۱، ۵ و ۱۰٪ جیره)، مقاومت بچه ماهیان نورس قزل آلای رنگین کمان را در برابر تنش شوری (۱۰g/L و ۱۵)، افزایش داده و ثابت کردند که میزان بازماندگی (۱۰۰٪) بچه ماهیان نورس قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با مخمر نسبت به ماهیانی که از مخمر تغذیه نکردند دارای اختلاف آماری معنی‌داری است. در این راستا مثال‌های متعددی وجود دارد که همه بر تاثیر پروبیوتیک‌ها بر افزایش مقاومت ماهیان در برابر استرس‌های محیطی دلالت دارند (۱۴،۴۸).

در مطالعه ما نیز میزان مقاومت ماهی قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با عصاره و پودر هیدرولیز شده مخمر نسبت به ماهیان شاهد به طور معنی‌داری ($p<0/05$) در برابر استرس‌های حرارتی و هایپوکسی بیشتر بود. این یافته‌ها با نتایج Kitao و Yoshida در سال ۱۹۸۶ همخوانی دارند. این پژوهشگران نشان دادند که محرک‌های ایمنی از جمله ـ گلوکان، پپتیدوگلیکان، کیتین و کیتوزان بدست آمده از مخمر از طریق ارتقای پاسخ‌های ایمنی ماهیان باعث افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی نظیر کمبود اکسیژن، دما و شوری می‌شوند. همچنین Booniaratpalin و همکاران در سال ۱۹۹۵ گزارش کردند که میگوی ببری سیاه تغذیه شده با غذای حاوی پپتیدوگلیکان دارای مقاومت بالایی در برابر کمبود اکسیژن محلول، شوری و تنش‌های دیگر نسبت به گروه شاهد است.

به طور معمول میزان بقاء موجودات پس از مواجه شدن با عوامل بیماریزای به عنوان معیار مقاومت بیماری در نظر گرفته می‌شود (۲۷). بر این

اساس یک آزمایش تجربی جهت ایجاد آلودگی تجربی با یرسینیاروکری طراحی و نتایج نشان داد که در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی عصاره مخمر و پودر هیدرولیز شده آن (ماهیان گروه چهارم) در مقایسه با گروه شاهد، درای کمترین میزان مرگ و میر تجمعی (۵۰/۸۹) بودند. این یافته با نتایج سایر محققان در یک راستا است، برای مثال Li و Gatlin در سال ۲۰۰۳ مشاهده کردند که مخمر آبجوی اتولیز شده به صورت ناقص، پاسخ ایمنی و مقاومت باس دریایی هیبرید را در برابر آلودگی با *Streptococcus iniae* افزایش می دهد. همچنین این محققان میزان تلفات کمتری را در باس راه راه تغذیه شده با مخمر آبجو در مواجه با *S. iniae*، گزارش کردند (۲۵،۲۶). Burgents و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش کردند که استفاده خوراکی از *S. cerevisiae* تخمیر شده (XP Yeast Culture®) به میزان یک درصد به مدت ۴ هفته، باعث افزایش مقاومت *L. vannamei* علیه Vibrio sp. می شود. Chiu و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که در ماهی گروپر *Epinephelus coioides* تغذیه شده با جیره حاوی ساکارومایسس سرویسیه (10^7 CFU/kg)، مقاومت در برابر *Streptococcus sp.* افزایش می یابد. El-Boshy و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند که در تیلا پیای نیل (*O. niloticus*) تغذیه شده با جیره حاوی *S. cerevisiae* به مدت ۲۱ روز، نرخ بقا در مواجه با *A. hydrophila* افزایش می یابد. Gopalakannan و Arul نیز در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که در ماهیان تغذیه شده با جیره حاویِ - گلوکان و مخمر آبجو، بقای کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در برابر *A. hydrophila* افزایش می یابد. Sajeevan و همکاران در سال ۲۰۱۰ و Tukmechi و همکاران در سال ۲۰۱۱، به ترتیب افزایش مقاومت میگوی سفید هندی در برابر ویروس لکه سفید و بقای قزل آلای رنگین کمان در برابر *Y. ruckeri* را در صورت تغذیه با جیره حاوی مخمر تیمار شده با 2ME (بتا- مرکاپتواتانول) گزارش کردند.

بر اساس یافته های به دست آمده می توان نتیجه گرفت که افزودن عصاره و پودر هیدرولیز شده ساکارومایسس سرویسیه به صورت ترکیبی به جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان سبب بهبود رشد می گردد. همچنین این ترکیب میزان مقاومت ماهی را در برابر استرس های کمبود اکسیژن و حرارت و آلودگی تجربی با یرسینیاروکری را افزایش می دهد. در خاتمه جهت کسب نتایج بهتر و مورد اعتماد لزوم انجام تحقیقات میدانی احساس می گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از حمایت های مالی پژوهشکده آرتمیا و آبزیان و دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه ابراز می دارند.

References

1. Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M., Ismael, N.E.M. (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.
2. Akhlaghi, M., Sharifi Yazdi, H. (2008) Detection and Identification of virulent *Yersinia ruckeri*: the causative agent of enteric red mouth disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cultured in Fars province, Iran. IJVR. 9: 347-352.
3. Aoki, H., Furuya, Y., Kono, M., Furukawa, K., Endo, Y., Fujimoto, K. (2004) The accumulation of docosahexaenoic acid in Rotifers by feeding the DHA-enriched yeast *Pichia methanolica* HA-32. J. Oleo Sci. 53: 461-465.
4. Balcazar, J.L., Blas, I.d., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D., Muzquiz, J.L. (2006) The role of probiotics in aquaculture. Vet. Microbiol. 114: 173-186.
5. Bergh, Q. (2008) Bacterial diseases of fish. In: Fish Diseases. Eiras, J.C., Segner, H., Wahli, T., Kapoor, B.G. (eds). Science publisher. New Hampshire, USA. p. 255.
6. Booniaratpalin, S., Booniaratpalin, M., Supamattaya, K., Toride, Y. (1995) Effect of peptidoglucan (PG) on growth, survival, immune responses and tolerance to stress in black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. In: Diseases in Asian Aquaculture. Shariff M., Subasighe, R.P., Arthur, J.R. (eds.).(1st ed.). Vol. 11. Fish Health Section, Asian Fishery Society. Manila, Philippines. p. 469-477.
7. Burgents, J.E., Burnett, K.G., Burnett, L.E. (2004) Disease resistance of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, following the dietary administration of a yeast culture food supplement. Aquaculture. 231: 1-8.
8. Cabib, E., Roberts, R., Bowers, B. (1982) Synthesis of the yeast cell wall and its regulation. Annu. Rev. Biochem. 51: 763-793.
9. Chiu, C.H., Cheng, C.H., Gua, W.R., Guu, Y.K.,

Cheng, W. (2010) Dietary administration of the probiotic, *Saccharomyces cerevisiae* P13, enhanced the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper, *Epinephelus coioides*. Fish Shellfish Immunol. 29: 1053-1059.

10. Coutteau, P., Cure, K., Sorgeloos, P. (1994) Effect of algal ration on feeding and growth of juvenile Manila clam *Tapes philippinarum*. J. Shellfish Res. 13: 45-51.
11. De Silva, S.S., Gunasekora, R.M., Atapattu, D. (1989) The dietary protein requirement of young tilapia and an evaluation often least cost dietary protein levels. Aquaculture. 80: 271-284.
12. El-Boshy, M.E., El-Ashram, A.M., AbdelHamid, F.M., Gadalla, H.A. (2010) Immunomodulatory effect of dietary *Saccharomyces cerevisiae*, ß-glucan and laminaran in mercuric chloride treated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and experimentally infected with *Aeromonas hydrophila*. Fish Shellfish Immunol. 28: 802-808.
13. Fietto, J.L.R., Araujo, R.S., Valadao, F.N., Fietto, L.G., Brandao, R.L., Neves, M.J., et al. (2004) Molecular and physiological comparisons between *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardii*. Can. J. Microbiol. 50: 615-621.
14. Gatesoupe, F.J. (1999) The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture. 180: 147-165.
15. Gatesoupe, F.J. (2007) Live yeasts in the gut: Natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. Aquaculture. 267: 20-30.
16. Gopalakannan, A., Arul, V. (2010) Enhancement of the innate immune system and better protection against white spot syndrome virus infection in Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. Aquac. Res. 41: 715-718.
17. He, S., Zhou, Z., Liu, Y., Shi, P., Yao, B., Ringø, E., et al. (2009) Effects of dietary *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product (DVAQUA) on growth performance, intestinal autochthonous bacterial community and non-specific immunity of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*) cultured in cages. Aquaculture. 294: 99-107.
18. Huang, S.S., FUC, H.L., Higgs, D.A., Balfry, S.K., Schulte, P.M., Brauner, C.J. (2008) Effect of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ion regulatory development of spring Chinook salmon parr (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture. 274: 109-117.
19. Irianto, A., Austin, B. (2002) Probiotics in aquaculture. J. Fish Dis. 25: 633-642.
20. Kim, D.H., Austin, B. (2006) Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics. Fish Shellfish Immunol. 21: 513-524.
21. Kitao, T., Yoshida, T. (1986) Effect of an immunopotentiator on *Aeromonas salmonicida* infection in rainbow trout (*Salmogairdneri*). Vet. Immunol. Immunopathol. 12: 287-291.
22. 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.
23. Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M.A., Guzmán-Méndez, B.E., Lopez-Madrid, W. (2002) 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.
24. Li, P., Burr, G.S., Goff, J., Whiteman, K.W., Davis, K.B., Vega, R.R., et al. (2005) A preliminary study on the effects of dietary supplementation of brewer's yeast and nucleotides, singularly or in combination, on juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquac. Res. 36: 1120-1127.
25. Li, P., Gatlin III, D.M. (2003) Evaluation of brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*). Aquaculture. 219: 681- 692.
26. Li, P., Gatlin III, D.M. (2004) Dietary brewer's yeast and the prebiotic GroBiotick™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of

hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. Aquaculture. 231: 445-456.

27. Li, P., Gatlin, D.M. (2006) Nucleotide nutrition in fish: current knowledge and future applications. Aquaculture. 251: 141-152.
28. Mc Dowell, L.R. (1989) Vitamins in Animal Nutrition: Comparative Aspects to Human Nutrition. (1st ed.). Academic Press. London, UK.
29. Ortuno, 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.). Vet. Immunol. Immunopathol. 85: 41-50.
30. Peppler, H.J. (1982) Yeast extracts. In: Economic Microbiology. Rose, A.H. (ed.). (1st ed.) Vol. 7, Academic Press. London, UK. p. 293-312.
31. Peters, G., Faisal, M., Lang, T., Ahmed, I. (1988) Stress caused by social interaction and its effect on susceptibility to *Aeromons hydrophilic* infection in rainbow trout *Salmo gairdneri*. Dis. Aqu. Org. 4: 83-89.
32. Peulen, O., Deloyer, P., Dandrifosse, G. (2002) Maturation of intestinal digestive and immune systems by food polyamines. In: Biology of the Intestine in Growing Animals. Zabielski, R., Gregory, P.C., Westrom, B. (eds.). vol. 1. Elsevier, Amsterdam.The Netherlands. p. 145-167.
33. Pooramini, M., Kamali, A., Hajimoradloo, A., Ghorbani, R., Alizadeh, M., Ghorbani, R. (1387) Effect of feeding by (*Saccharomyces cerevisiae*) as probiotic, in rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*) fry. Int. Aquat. Res. 1: 33-40.
34. Rahmati Andani, H.R., Tukmechi, A., Meshkiniy, S., Ebrahimi, H. (1389) Enhancement of rainbow trout resistant against *Aeromonas hydrophyla* and *Yersinia ruckeri* with isolated Lactobacilli from Common carp intestine. Iran. Vet. J. 7: 26-35.
35. Roberson, B.S. (1990) Bacterial agglutination. In: Techniques in Fish Immunology. Stolen, J.S., Fltcher, T.C., Anderson, D.P., Roberson, B.S., Van Muiswinkel, W.B. (eds.). (1st ed.) SOS Publications. Fair Haven. New Jersey, USA. p. 81-86.
36. Rumsey, G.L., Kinsella, J.E., Shetty, K.J., Hughes, S.G. (1991) Effect of high dietary concentrations of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in raibow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Anim. Feed Sci. Technol. 33: 177-183.
37. Rumsey, G.L., Winfree, R.A., Hughes, S.G. (1992) Nutritional values of dietary nucleic acids and purine bases to rainbow trout. Aquaculture. 108: 97-110.
38. Sajeevan, T.P., Selven, S., Philip, R. (2010) β-Mercapto-ethanol-treated yeast showed disease-resistant activity in *Cyprinus carpio* by oral administration of b-glucan and whole cell yeast. Aquac. Res. 41: 884-892.
39. 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. Vet. Immunol. Immunopathol. 41: 125-139.
40. Soltanian, S., Dhont, J., Sorgeloos, P., Bossier, P., (2008) Anti-infectious potential of beta-mercapto-ethanol treated baker's yeast in gnotobiotic Artemia challenge test. J. Appl. Microbiol. 104: 1137-1146.
41. Stones, C.S., Mills, D.V. (2004) The use of live yeast and yeast culture products in aquaculture. Int. Aquafeed. 7: 28-34.
42. Tacon, A.G.J. (1994) Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fishmeal and other dietary resources. FAO Fish. Circ. 881. 35 pp.
43. Tacon, A.G.J., Jackson, A.J. (1985) Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: Nutrition and Feeding in Fish. Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. (eds.). (2nd ed.). Academic Press. London, UK. p. 119-145.
44. 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.
45. Tovar-Ramírez, D., Zambonino Infante, J., Cahu, C., Gatesoupe, F.J., Vazquez-Juarez, R. (2004)

Influence of dietary live yeast on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development. Aquaculture. 234: 415-427.

46. Trenzado, C.E., Carrick, T.R., Pottinger, T.G. (2003) Divergence of endocrine and metabolic responses to stress in two rainbow trout lines selected for differing cortisole responsiveness to stress. Gen. Comp. Endocrinol. 133: 332-340.
47. Tukmechi, A., Rahmati Andani, H.R., Manaffar, R., Sheikhzadeh, N. (2011) Dietary administration of beta-mercapto-ethanol treated *Saccharomyces cerevisiae* enhanced the growth, innate immune response and disease resistance of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Fish Shellfish Immunol. 30: 923-928.
48. Verschuere, L., Dhont, J., Sorgeloos, P., Verstraete, W. (2000) Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 64: 655-671.
49. Villamil, L., Tafalla, C., Figueras, A., Novoa, B. (2002) Evaluation of immunomodulatory effects of lactic acid bacteria in turbot (*Scophthalmus maximus*). Clin. Diagn. Lab. Immunol. 9:1318-1323.
50. Walker, G.M. (1999) Yeast Physiology and Biotechnology. (1st ed.). John Wiley and Sons Publication. London, UK.
51. Xue, M., Leo, L., Wu, X., Ren, Z., Gao, P., Yu, Y., et al. (2006) Effect of sex alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolobrax japonicus*). Aquaculture. 260: 206-214.

The effect of yeast supplementation on the growth and immune system in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Tukmechi, A.[1*], Bandboni, M.[2]

[1]*Department of Pathobiology and Quality Control, Artemia and Aquatic Research Institute, Urmia University, Urmia- Iran.*

[2]*Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia- Iran.*

(Received 7 August 2012 , Accepted 23 October 2012)

Abstract:

BACKGROUND: Today uses of natural substances are preferred to chemical and synthetic compounds for growth and immune enhancement of aquatic organisms. **OBJECTIVES:** The aim of this research was to evaluate the effect of *Saccharomyces cerevisiae* extract and hydrolyzed powder on growth parameters and resistance of rainbow trout against temperature and hypoxia stresses with a bacterial challenge. **METHODS:** For this purpose six hundred rainbow trout (50 ± 5 g mean weight) were purchased from a local fish farm and transferred to the laboratory. After acclimatization to the laboratory conditions the fish were randomly divided into four groups each with triplicate. The first group was fed with a commercial diet (control) while other groups received yeast extract, hydrolyzed powder and a mixture of them with the commercial diet. Fish were cultured in a 300 l polyethylene tank for 60 days and growth parameters were analyzed at days 0 and 60. Also, at the end of study the fish were challenged with hypoxia and temperature stresses with an experimental bacterial infection. **RESULTS:** Results showed that the extract and hydrolyzed powder of *Saccharomyces cerevisiae* in combination significantly (p=0.021) improved rainbow trout growth parameters compared with the control. The results also proved that fish survival significantly increased following feeding with a mixture of the extract and hydrolyzed powder after thermal (69.55±4.59), hypoxia (96.55±5.34) and yersiniosis (49.11± 2.18) challenge than the control. **CONCLUSIONS:** Dietary administration of yeast extract with mixture of hydrolyzed powder of *Saccharomyces cerevisiae* could improve rainbow trout growth parameters and increase the resistance against stresses and disease.

Key words: rainbow trout, *Saccharomyces cerevisiae* extract and hydrolyzed powder, growth, stress.

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Composition of the basal diet (%) used throughout the experiment.

Table 2. Growth performance of rainbow trout fed diet with yeast extract and hydrolyzed powder for a period of 60 days.

Table 3. The level of serum cortisole and plasma glucose in rainbow trout challenged with hypoxia and thermal stresses.

Figure 1. Rainbow trout mortality rate challenged with hypoxia stress at the end of trial.

Figure 2. Rainbow trout mortality rate challenged with thermal stress at the end of trial.

Figure 3. Rainbow trout mortality rate challenged with experimental infection by *Yersinia ruckeri* at the end of trial.

***Corresponding author's email: atokmachi@urmia.ac.ir, Tel: +98441-3440295, Fax: +98441-3440295**