عملکرد رشد، ترکیبات شیمیایی بدن و آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*)

پریا اکبری*[1]

*paria.akbary@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

چکیده

پروبیوتیک‌ها، به عنوان مکمل غذایی میکروبی زنده هستند که با ایجاد تعادلدر جمعیت میکروبی روده نقش موثری در رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی میزبان دارند. مطالعه حاضر به منظور ارزیابی اثر سطوح مختلف مخمر *Saccharomyces cerevisiae* بر عملکرد رشد، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار شامل جیره‌های غذایی حاوی 1×10^{6}، 3×10^{6} و 5×10^{6} (سلول در گرم غذا) و شاهد (جیره پایه بدون مخمر) انجام شد. ماهی‌ها با میانگین وزنی ۰/۶۵± ۵/۵۶ گرم به صورت تصادفی در ۱۲ مخزن فایبرگلاس با تراکم ۲۰ قطعه در هر مخزن توزیع و به مدت ۶۰ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. نتایج نشان داد که جیره غذایی حاوی 5×10^{6} سلول مخمر در گرم غذا، بر میزان افزایش وزن بدن (۱۳/۵۷±۲۴۰/۳۶ درصد)، وزن نهایی (۱/۵۵±۱۹/۲۸گرم)، کارایی پروتئین (۰/۵۶±۱۰/۰۱ درصد) و بقاء (۱/۵±۹۴/۴۰ درصد) اثرات مثبت و معنی‌داری نسبت به گروه شاهد و تیمار$\times10^{6}$ سلول در گرم غذا داشت ($p<0/05$). همچنین بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های پروتئاز (۱۳/۵۲±۳۶۲/۵۰ واحد بر میلی گرم پروتئین) و آمیلاز (۱۷/۷۰±۱۹۹/۵۰ واحد بر میلی گرم پروتئین) در جیره غذایی حاوی 5×10^{6} سلول درگرم غذا مشاهده شد ($p<0/05$). این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* (3×10^{6} و 5×10^{6} سلول در گرم غذا) می‌تواند دارای اثرات مثبتی بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه، ترکیب شیمیایی بدن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری باشد.

واژگان کلیدی: کفال خاکستری، *Saccharomyces cerevisiae* ، عملکرد رشد، آنزیم گوارشی، ترکیب شیمیایی بدن

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

مقدمه

پرهزینه‌ترین بخش پرورش، مربوط به تغذیه آبزیان می‌باشد. لذا، یافتن مواد غذایی جایگزین و ارزان قیمت می‌تواند به توسعه آبزی‌پروری کمک نماید (Sudagar *et al*., 2004). از پروبیوتیک‌ها در پرورش آبزیان به منظور بهترنمودن محیط زیست آبزی و معرفی میکروفلور مفید در دستگاه گوارش استفاده می‌گردد. پروبیوتیک‌ها با تجزیه ذرات غیر قابل هضم، ویتامین‌ها و تولید ترکیبات مسمومیت‌زدا منجر به تحریک اشتها و بهبود تغذیه در آبزیان می‌گردند (حسینی‌فر و همکاران،۱۳۸۹، Ghosh *et al*.,2008). مخمر نانوایی (*Saccharomyces cerevisiae*) به دلیل دارا بودن آنزیم‌ها، نوکلئوتیدهای آزاد، ویتامین‌های گروه ب و آمینواسیدها می‌تواند به عنوان مکمل غذایی برای آبزیان مورد استفاده قرار گیرد (Li and Gatlin, 2003). پلی آمین‌های مترشحه از مخمرها، بتا گلوکان و مانان‌های موجود در دیواره سلولی مخمر می‌توانند به عنوان کاهنده استرس و محرک رشد عمل نموده و مقاومت بالایی را در برابر عوامل بیماری‌زا ایجاد نماید و در نتیجه کاهش مرگ و میر را در ماهیان باعث گردد (Musavi, 2008).

تحقیقات متعددی در زمینه اثر مخمر *S. cerevisiae* بر بهبود عملکرد رشد و تغذیه در ماهی از جمله تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) (Lara-Flores *et al*., 2003)، سوروم (*Heros severus*) (پورداوود و همکاران، ۱۳۸۹)، قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Tovar- Ramírez *et al*., 2010)، هامور (*Epinephelus coioides*) (Chang and Liu, 2002) و هیبرید ماهی بأس راه راه (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*) (Li and Gatlin, 2003)، بر کیفیت لاشه در فیل ماهی (حسینی فر و همکاران، ۱۳۸۹، حسن پور فتاحی و همکاران، ۱۳۹۳) و تیلاپیای نیل (Asadi Rad *et al*., 2012) و بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی در فیل ماهی (حسن پور فتاحی و همکاران، ۱۳۹۳) صورت گرفته است.

ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) به دلیل دارا بودن شرایط مناسب جهت پرورش، ضریب رشد خوب، ضریب تبدیل غذایی مناسب، بازار پسندی عالی، امکان پرورش با سایر گونه‌ها یکی از بهترین گونه‌های ماهیان دریایی پرورشی در سراسر جهان بشمار می‌آید (میرهاشمی رستمی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین با توجه به منابع فراوان آب لب شور و شور نواحلی سواحل جنوب و شمال و نیز استان‌های مرکزی کشور و نبود زمین‌های نامرغوب و کم بازده از نظر کشاورزی محققین علوم شیلاتی کشور را بر آن داشت که این ماهی را به عنوان گونه پرورشی در آب‌های شور داخلی معرفی نمایند. از آن جایی که تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر مخمر *S. cerevisiae* بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه، ترکیب شیمیایی بدن و آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری انجام نشده است و با توجه به توجیه اقتصادی مصرف پروبیوتیک‌ها در جیره غذایی ماهیان، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه، ترکیب شیمیایی بدن و آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

در آذر ماه ۱۳۹۴، ۴۰۰ قطعه ماهی توسط صیاد از سواحل چابهار صید و به دو مخزن فایبر گلاس ۳۰۰ لیتری سالن مرکز تحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار انتقال یافت. پس از سازگاری اولیه (۲ هفته)، در قالب طرح کاملاً تصادفی ۲۴۰ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۰/۶۵± ۵/۵۶ گرم و طولی ۰/۴۹± ۳/۴۰ سانتی متر در ۴ تیمار و سه تکرار در مخازن ۶۰ لیتری توزیع و به مدت ۶۰ روز پرورش یافتند. مخمر ساکارمایسیس سروزیا سویه الیپسوئیدوس (*Saccaromyces cerevisiae* var ellipsoidous) با نام تجاری Amax (تپاکس ایران) از شرکت داکسال ایتالیا وارداتی شرکت داروسازان ایران تهیه شد. سپس جهت تهیه سوسپانسیون سلولی با تراکم‌های ۱×۱۰^{۶}، ۳×۱۰^{۶} و ۵×۱۰^{۶} (سلول در هر میلی‌لیتر)، ابتدا *S. cerevisiae* در محیط کشت سابورو دکستروز آگار (Sabouraud Dextrose Agar, SDA) حاوی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

کلرامفنیکل به‌مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس ۵۰۰ میکرولیتر بافر فسفات (Phosphate Buffered saline, PBS) با اسیدیته ۷/۲ در داخل میکروتیوب یک میلی‌لیتری ریخته شد سپس با آنس استریل شده مقدار کمی از کلنی‌های رشد یافته از مخمر به PBS اضافه و پس از مخلوط شدن در بافر با استفاده از لام نئوبار تعداد سلول‌ها با میکروسکوپ نوری شمارش شد (حسن پور فتاحی و همکاران، ۱۳۹۳). سپس از طریق روغن ماهی کاد (۳۲ میلی‌لیتر به ازاء هر کیلوگرم غذا) پوشش‌دار و سوسپانسیون حاوی مخمر و روغن ماهی کاد به غذا اسپری شد (Li and Gatlin, 2003). جیره تجاری اکسترود ساخت شرکت هورراش تولید غذای میگوی بوشهر با سایز ۱/۲ میلی‌متر (۳۹ درصد پروتئین، ۷ درصد چربی، ۸ درصد خاکستر و ۵ درصد رطوبت) بود (Sudagar *et al*., 2004). در طول دوره آزمایش شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم شد و همچنین ماهیان در دوره پرورش به میزان ۵ درصد وزن بدن با جیره‌های آماده شده طی دو مرحله (ساعت ۹ و ۱۷) تغذیه شدند. طی دوره آزمایش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب به صورت روزانه اندازه‌گیری شدند. طول مدت روشنایی ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی ، درجه حرارت آب ۰/۷۸±۲۸/۴۵ درجه سانتی‌گراد، میزان اکسیژن محلول آب ۸ میلی‌گرم بر لیتر و pH آب ۷/۹-۷/۵ بود. تعویض آب به صورت روزانه (۳۰ درصد) و هوادهی از یک پمپ مرکزی با استفاده از سنگ هوادهی انجام شد.

زیست سنجی کفال ماهیان هر دو هفته یک بار صورت گرفت. در هر بار نمونه برداری ۱۵ قطعه از هر تیمار به صورت تصادفی صید و با عصاره گل میخک (۲ گرم بر لیتر) بیهوش شدند اندازه‌گیری وزن ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و اندازه‌گیری طول با توسط خط کش مدرج انجام شد. سایر پارامترهای رشد از جمله میزان رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، شاخص کبدی (Wahli *et al*., 2003)، ضریب تبدیل غذایی، شاخص وضعیت، شاخص کبدی، راندمان کارایی پروتئین و بقاء (Bai *et al*., 2001) تعیین شد.

میزان رشد روزانه (DGR)

$$DGR = \frac{[(WG \times 100)/(Wi + Wf)/2)]}{t}$$

Wf =وزن نهایی (g)

Wi = وزن اولیه (g)

WG = افزایش وزن بدست آمده (g)

ضریب تبدیل غذایی (FCR)

$$FCR = \frac{F}{Wf - Wi}$$

F = مقدار غذای مصرف شده (گرم)

Wf = وزن نهایی (g)

Wi = وزن اولیه (g)

راندمان کارایی پروتئین (PER)

$$PER = \frac{BWf - BWi}{AP}$$

BWf =وزن نهایی (g)

BWi = وزن اولیه (g)

بقاء (SR)

$$SR = \frac{N2}{N1} \times 100$$

N1= تعداد ماهیان در شروع

N2 تعداد ماهیان در انتهای آزمایش

نرخ رشد ویژه (SGR)

$$SGR = \frac{Ln\,(Wf) - Ln(Wi)}{\Delta t} \times 100$$

LnWf= لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)

Ln Wi= لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)

t= دوره پرورش (روز)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

شاخص وضعیت (GF)

$$CF = \frac{W}{L\hat{}3} \times 100$$

wet weight = وزن مرطوب (گرم)
length = طول (سانتی‌متر)

شاخص کبدی (HIS)

$$HSI = \frac{Wliver}{W} \times 100$$

W_{liver}= وزن کبد (گرم)
W_f= وزن نهایی (گرم)

۳ قطعه ماهی از هر تکرار در انتهای دوره آزمایش به صورت تصادفی انتخاب و برای تعیین ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان با روش‌های استاندارد آنالیز شدند (AOAC, 1989). پروتئین کل لاشه با استفاده از دستگاه کجلدال، چربی با استفاده از روش سوکسله و حلال اتر، رطوبت از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۴ ساعت اندازه‌گیری شدند (AOAC, 1989).

۳ قطعه ماهی از هر تکرار در انتهای دوره آزمایش، بعد از ۲۴ ساعت قطع غذا، به طور تصادفی انتخاب و پس از بیهوش نمودن با پودر گل میخک (۲ گرم در لیتر)، جهت سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، سریعاً در مجاورت یخ، کالبدشکافی آن‌ها صورت گرفت و روده آنها با دقت جدا و در محور طولی با دقت بریده شد و محتویات داخل آن تخلیه و سپس با آب مقطر بخوبی شسته شد (Chang and Liu, 2002) و بلافاصله در شرایط انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

به منظور تعیین میزان آنزیم‌های گوارشی، نمونه‌های روده از شرایط انجماد خارج و وزن گردیدند. سپس روده‌ها با نسبت وزنی به حجمی (w/v) ۱ به ۵ با کلرید سدیم ۰/۲ مولار درون یک لوله فالکون که قبلاً استریل شده بودند قرار داده شدند و با نسبت (۱:۱۰ حجم / وزن) به آنها بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار EDTA، ۰/۱۵ مولار KCL، ۰/۱ میلی مولار فلوراید سولفونیل متیل فنیل (PMSF) و ۱ میلی‌مولار دی تیوتریتول (DTT) با PH ۷/۴ اضافه شد. سپس توسط یک دستگاه یکنواخت کننده (هموژنایزر) (مدل UP200S، شرکت Hielscher آلمان) بخوبی یکنواخت شدند (Santacroce *et al*., 2012). سپس جهت جداسازی عصاره حاوی آنزیم مخلوط‌های یکنواخت شده روده در سانتریفیوژ با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در هر دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند (Gawlicka *et al*., 2000). سپس محلول رویی در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی لیتری (با سه تکرار برای هر تیمار) به منظور سنجش آنزیمی جمع‌آوری شد. از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون تهران و دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR600، ساخت HACH آمریکا) برای سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی استفاده شد. میزان فعالیت آنزیم آمیلاز بر اساس روش Natalia و همکاران (۲۰۰۴) در طول موج ۵۴۰ نانومتر، میزان فعالیت آنزیم پروتئاز به روش King(۱۹۷۲) طول موج ۴۶۰ نانومتر و میزان فعالیت آنزیم لیپاز به‌روش Furne و همکاران (۲۰۰۵) در طول موج ۴۸۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفتند. فعالیت آنزیم‌ها بر اساس واحد بر میلی‌گرم پروتئین با سه تکرار برای هر نمونه محاسبه شدند.

تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌روش آنالیز واریانس یک طرفه (one way analysis of variance ANOVA) انجام گرفت. نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون شاپیروویلک با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۹ و جهت مقایسه میانگین بین تیمارها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد. جهت محاسبات آماری از نرم افزار Excel ویرایش ۲۰۱۰ استفاده شد. مدل آماری طرح به‌قرار ذیل است:

$$Yij = \mu + Tij + £ij$$

Yij= مقدار صفت اندازه‌گیری شده، μ = میانگین صفت در جامعه مورد نظر، Tij = اثر سطوح مختلف عصاره سالیکورنیا و £ij = اثر خطای آزمایش

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

نتایج

شاخص‌های رشد

در شروع آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین وزن و طول اولیه تیمارها و گروه کنترل مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بالاترین میزان بقاء در تیمار ۴ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۵). میزان ضریب تبدیل غذایی، میزان رشد روزانه و ضریب رشد ویژه در تیمارهای حاوی سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند (P>۰/۰۵) در حالی‌که از این نظر اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵). بیشترین میزان افزایش وزن بدن، وزن نهایی و کارایی پروتئین در تیمار ۴ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۲ و شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). طول نهایی، ضریب وضعیت و شاخص کبدی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسه میانگین (میانگین± خطای معیار) شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف در پایان دوره ازمایش (روز ۶۰)
Table 1: Mean composition of (Mean±S.E) growth performance and feed in different treatments at the end of experiment (day 60).

شاخص‌های رشد و تغذیه	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
وزن اولیه (گرم)	۵/۶۲±۰/۱۵	۵/۳۳±۰/۹۷	۵/۶۳±۰/۱۰	۵/۶۷±۰/۱۳
طول اولیه (سانتی متر)	۳/۴۱±۰/۱۲	۳/۴۶±۰/۱۶	۳/۳۹±۰/۲۵	۳/۳۳±۰/۲۷
وزن نهایی (گرم)	۱۲/۶۳±۱/۹۴^{c}	۱۵/۲۲±۲/۰۵^{bc}	۱۷/۶۴±۲/۶۴^{ab}	۱۹/۲۸±۱/۵۵^{a}
طول نهایی (سانتی متر)	۱۲/۳۵±۱/۰۶	۱۲/۱۳±۱/۰۷	۱۲/۲۸±۱/۱۳	۱۲±۱/۲۳
افزایش وزن (درصد)	۱۲۵/۰۳±۱۴/۹۰^{c}	۱۸۵/۷۹±۱۸/۳۵^{b}	۲۱۳/۲۹±۲۱/۰۱^{ab}	۲۴۰/۳۶±۱۳/۵۷^{a}
رشد روزانه (درصد)	۰/۲۲±۰/۰۱^{b}	۰/۲۹±۰/۰۲^{a}	۰/۳۰±۰/۰۱^{a}	۰/۳۲±۰/۰۱^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۸۶±۰/۱۹^{a}	۱/۵۷±۰/۱۸^{b}	۱/۴۶±۰/۱۹^{b}	۱/۳۶±۰/۱۹^{b}
راندمان کارایی پروتئین	۵/۲۰±۰/۶۲^{c}	۷/۷۴±۰/۷۶^{b}	۸/۸۸±۰/۸۷^{ab}	۱۰/۰۱±۰/۵۶^{a}
بقاء	۸۹/۶۷±۰/۲۴^{c}	۹۱/۰۷±۱/۴۵^{bc}	۹۲/۸۰±۱/۸۰^{b}	۹۴/۴۰±۱/۵۰^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۳۳±۰/۱۲^{b}	۱/۷۳±۰/۱۱^{a}	۱/۸۸±۰/۱۲^{a}	۲/۰۳±۰/۶۶^{a}
شاخص وضعیت (درصد)	۰/۷۰±۰/۱۲	۰/۷۶±۰/۰۸	۰/۷۷±۰/۱۱	۰/۷۶±۰/۱۴
شاخص کبدی (درصد)	۸/۱۸±۱/۲۵	۶/۲۸±۰/۷۸	۶/۴۹±۱/۲۷	۹/۹۱±۲/۳۲

وجود حروف غیر همسان در هرردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵) تیمار ۱ الی ۴ بترتیب حاوی^{۶}۱۰×۰،۱، ^{۶}۱۰×۳ و ^{۶}۱۰×۵ (سلول در گرم غذا) مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذاست.

کیفیت لاشه ماهی

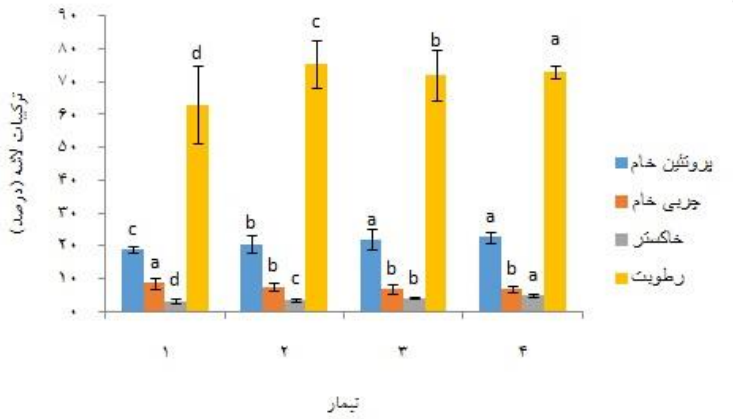
بیشترین میزان پروتئین خام در تیمار ۳ و ۴ مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین میزان چربی و کمترین میزان رطوبت در تیمار شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵). تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* اختلاف معنی‌داری را از نظر میزان خاکستر خام، پروتئین خام، چربی خام و رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵). کمترین میزان چربی خام در تیمارهای حاوی سطوح مختلف مخمر مشاهده شد (P<۰/۰۵) (شکل ۱).

فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی

افزودن مخمر ساکارمایسیس سروزیا به جیره غذایی با غلظت‌های مختلف منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم پروتئاز و آمیلاز در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز در روده ماهی کفال خاکستری تغذیه شده با ^{۶}۱۰×۵ سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد (P<۰/۰۵)؛ درحالی‌که میزان فعالیت آنزیم لیپاز در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]



شکل ۱: میانگین و خطای معیار میزان ترکیب شیمیایی بدن ماهی کفال خاکستری تیمار ۱ الی ۴ بترتیب حاوی۰، $10^6\times1$، $10^6\times3$ و $10^6\times5$ (سلول در گرم غذا) مخمر *S. cerevisiae* ا در جیره غذا در پایان دوره آزمایش حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهاست ($p<0/05$).

Figure 1: Mean± S.E of body chemical compositions of *M. cephalus*. Treatment 1- 4 contain 1×10^6, $3\times10^6$and 5×10^6 (cell/g food) *S. cerevisiae* yeast in diet at the end of experiment. Different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

جدول ۲: تغییرات میانگین فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)

Table 2: Mean changs of digestive enzymes activitites of *M. cephalus* in different treatments at the end of experiment (day 60)

فعالیت آنزیم‌ها	تیمار			
(واحد بر میلی گرم پروتئین)	۱	۲	۳	۴
لیپاز	۷/۹۷±۱/۱۰	۸/۷۰±۱/۲۶	۸/۶۳±۱/۴۷	۸/۵۰±۱/۷۰
پروتئاز	۲۵۸/۶۶±۱۴/۱۲^{c}	۳۱۰±۱۰^{b}	۳۳۳/۳۳±۱۵/۲۷^{b}	۳۶۲/۵۰±۱۳/۵۲^{a}
آمیلاز	۱۲۵/۰۳±۱۰/۱۳^{d}	۱۵۷/۶۶±۱۲/۰۹^{c}	۱۸۳/۶۶±۱۶/۰۸^{b}	۱۹۹/۵۰±۱۷/۷۰^{a}

وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$) تیمار ۱ الی ۴ بترتیب حاوی۰، $10^6\times1$، $10^6\times3$ و $10^6\times5$ (سلول در گرم غذا) مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذاست.

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص گردید که استفاده از سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* منجر به افزایش معنی‌دار درصد افزایش وزن بدن، میزان رشد روزانه و ضریب رشد ویژه در مقایسه با تیمار شاهد شد. بیشترین وزن نهایی و درصد افزایش وزن بدن در تیمار حاوی $10^6\times3$ و $10^6\times5$ سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر ضریب وضعیت و شاخص کبدی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. پورداوود و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی ماهی سوروم منجر به بهبود پارامترهای رشد و بقاء گردید. همچنین Waché و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* (10^6 واحد تشکیل دهنده کلونی بر گرم غذا) در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان منجر به بهبود وزن نهایی بدن شد که با نتایج این تحقیق همخوانی داشتند. نتایج بدست آمده در ماهی هامور (Chiu *et al.*, 2010) و هیبرید ماهی باس راه راه (Li and Gatlin, 2003) ماهی تیلاپیای نیل (Lara-Floree *et al.*, 2003) نتایج این تحقیق تایید می‌کنند. می‌توان گفت که مخمر *S. cerevisiae* به عنوان پروبیوتیک با تولید

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

ویتامین‌ها، تجزیه ذرات غیر قابل هضم و ترکیبات مسمومیت زدا می‌تواند منجر به تحریک اشتها و بهبود تغذیه در ماهی گردد (Waché *et al*., 2006). نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین بقاء در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد و تیمار حاوی ۳×۱۰^{۶} و ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان دادند. Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* به میزان ۰/۱ درصد در جیره غذایی ماهی تیلاپیای نیل منجر به افزایش بقاء در مقابل استرس تراکم می‌شود که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت. همچنین پلی آمین‌های مترشحه از مخمر می‌تواند منجر به افزایش مقاومت ماهی در برابر استرس‌های محیطی گردد و به بهبود رشد و وضعیت سلامتی ماهیان کمک می‌کند (Tovar-Ramírez *et al*., 2010).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* به جیره غذایی کفال ماهیان تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های تغذیه‌ای (ضریب تبدیل غذایی و کارایی پروتئین) داشت. در تیمارهای حاوی مخمر *S. cerevisiae* ضریب تبدیل غذایی، کاهش معنی‌داری را در در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد. حسینی فر و همکاران (۱۳۸۹) و حسن پور فتاحی و همکاران (۱۳۹۳) مشاهده نمودند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی فیل ماهی (۶×۱۰^{۶} سلول در هر گرم غذا) و Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۸) در تیلاپیای نیل (۵-۱ گرم مخمر بر کیلوگرم غذا) سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارند. بهبود ضریب تبدیل غذایی، منجر به کاهش غذادهی شده و از آلودگی ثانویه آب محیط پرورشی و به تبع آن از کاهش پارامترهای کیفی آب جلوگیری می‌نماید (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۸۲). استفاده از مخمر *S. cerevisiae* به عنوان پروبیوتیک، نقش مهمی در کاهش هزینه‌های غذا در طول دوره پرورش ماهی دارد (حسن پور فتاحی و همکاران، ۱۳۹۳، Lara-Flores *et al*., 2003). مخمر *S. cerevisiae* در سطوح مختلف در این آزمایش، کارایی پروتئین در کفال ماهیان را در مقایسه با تیمار شاهد ارتقاء داده است. Lara-Flores و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که کارایی پروتئین در ماهیان تیلاپیای نیل تغذیه شده با ترکیبی مخمر *S. cerevisiae* و لاکتوباسیلوس‌ها در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. همچنین نتایج مشابهی در این زمینه توسط حسن پور فتاحی و همکاران (۱۳۹۳) در فیل ماهی گزارش شد که این موضوع نشان داد که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در این تحقیق، با افزایش کارایی تغذیه کفال ماهیان می‌توانند بهره برداری مناسبی از منابع پروتئین جیره غذایی نمایند (Ramachandran and Ray, 2007).

نتایج حاصل از ترکیب شیمیایی لاشه در تحقیق حاضر استفاده از سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی کفال ماهی منجر به افزایش معنی‌دار سطوح پروتئین لاشه، خاکستر و رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد شد و بیشترین میزان پروتئین لاشه در تیمار حاوی ۳×۱۰^{۶} و ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد که با نتایج بدست آمده در فیل ماهی (حسینی فر و همکاران، ۱۳۸۹، حسن پور فتاحی و همکاران، ۱۳۹۳) و تیلاپیای نیل (Asadi Rad *et al*., 2012) همخوانی داشت. حسینی‌فر و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که افزودن سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* به جیره غذایی فیل ماهیان جوان، منجر به افزایش معنی‌دار میزان پروتئین لاشه در مقایسه با تیمار شاهد شد. استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی می‌تواند منجر به افزایش بازده پروتئین و تثبیت پروتئین گردد (حسن پور فتاحی و همکاران،۱۳۹۳). همچنین استفاده از مخمر *S. cerevisiae* به عنوان پروبیوتیک با ترشح آنزیم‌های مختلف از جمله پروتئاز موجب افزایش قابلیت هضم ترکیبات پروتئین غذای مصرفی در ماهی شده در نتیجه ترکیبات پروتئین در روده بخوبی جذب می‌شود و درصد پروتئین لاشه افزایش می‌یابد (Chong *et al*., 2002). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سطوح چربی خام در لاشه ماهیان

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* کاهش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند در حالیکه بین تیمارهای حاوی سطوح مختلف مخمر این اختلاف معنی‌دار نبود. Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی ماهیان تیلاپیای هیبرید (*Oreochromis niloticus*×*O. aureus*) منجر به کاهش معنی‌دار میزان چربی خام لاشه در مقایسه با تیمار شاهد کرد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. مخمر *S. cerevisiae* به عنوان پروبیوتیک می‌تواند قابلیت هضم و جذب چربی را ارتقاء دهد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که فعالیت آنزیم آمیلاز و پروتئاز با افزودن سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* به جیره غذایی ماهی افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد و بیشترین میزان فعالیت این آنزیم ها در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد در حالیکه بر میزان فعالیت آنزیم لیپاز تاثیر معنی‌داری نداشت. حسن پور فتاحی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی فیل ماهیان، منجر به افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم آمیلاز و لیپاز در مقایسه با تیمار شاهد شد که با نتایج حاصل از این تحقیق از نظر فعالیت آنزیم آمیلاز همخوانی دارد. لذا، *S. cerevisiae* به عنوان پروبیوتیک می‌تواند با بهبود کارایی تغذیه ماهیان، منجر به تعادل میکرو فلور روده، قابلیت هضم و جذب مواد غذایی و افزایش فعالیت آنزیم گوارشی گردد (Lara-Flores *et al*., 2003). آنزیم‌های گوارشی یکی از عوامل تاثیر گذار در بهره‌وری خوراک در آبزیان است و مشخصه اصلی این آنزیم‌ها، هیدرولیز نمودن ترکیبات انرژی‌زا مواد مغذی از جمله پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها می‌باشد (Ziaei-Nejad *et al*., 2006). پروبیوتیک‌ها و آنزیم‌های آن‌ها نقش مهمی در روند هضم از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی دارند بطوریکه با تبدیل درشت مولکول‌ها به اجزای سازنده آنها و تسهیل هضم و جذب آنها توسط میزبان نقش بسزایی در هضم و جذب غذا ایفاء می‌نمایند (Furne *et al*., 2005). Renuka و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که استفاده از پروبیوتیک لاکتوباسیلوس (۲×۱۰^{۷} واحد سلول در هر گرم غذا) در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز، لیپاز و پروتئاز شد که این موضوع نشان می‌دهد که پروبیوتیک می‌تواند با افزایش ترشح آنزیم‌های بیرونی یا افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی قابلیت هضم و جذب پروتئین، چربی و کربوهیدرات را افزایش دهد.

به طور کلی، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیشترین وزن نهایی و درصد افزایش وزن بدن در تیمار حاوی ۳×۱۰^{۶} و ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد. بین تیمارهای مورد بررسی از نظر ضریب وضعیت و شاخص کبدی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین بقاء در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد و تیمار حاوی ۳×۱۰^{۶} و ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند. بیشترین میزان پروتئین لاشه در تیمار حاوی ۳×۱۰^{۶} و ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا مشاهده شد. سطوح چربی خام در لاشه ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* کاهش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند در حالیکه بین تیمارهای حاوی سطوح مختلف مخمر این اختلاف معنی‌دار نبود. فعالیت آنزیم آمیلاز و پروتئاز با افزودن سطوح مختلف مخمر *S. cerevisiae* به جیره غذایی ماهی افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد و بیشترین میزان فعالیت این آنزیم ها در تیمار حاوی ۵×۱۰^{۶} سلول مخمر *S. cerevisiae* در گرم غذا در جیره غذایی مشاهده شد در حالیکه بر میزان فعالیت آنزیم لیپاز تاثیر معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌گردد که برای افزایش رشد، کارایی تغذیه، بقاء، بهبود کیفیت لاشه و آنزیم‌های گوارشی، مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی کفال ماهیان به عنوان پروبیوتیک مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهمیت پروبیوتیک‌ها در حفظ شرایط محیط زیست ماهی و کاهش هزینه‌های پرورشی انجام مطالعات متعدد در زمینه

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

یافتن سطح بهینه مخمر *S. cerevisiae* در جیره غذایی ماهیان پرورشی تجاری توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلات چابهار که امکانات این پژوهش را فراهم آوردند و کارشناسان محترم آزمایشگاه تخصصی پاتوبیولوژی صدف چابهار و سازمان دامپزشکی چابهار تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

پورداوود،م.، سجادی،م.م. و بحری، ا.ه. ۱۳۸۹. بررسی اثرات جیره های غذایی حاوی مخمر ساکارومایسیس سرویزیا بر رشد، زنده مانی و مقاومت در برابر استرس-های محیطی ماهی سوروم (*Heros severum*)، مجله علمی آبزیان و شیلات، ۱: ۳۱-۲۳.

حسن پورفتاحی، ا.، جعفریان، ح.ا.، خسروی، ع.ر. و قلی پور کنعانی، ح. ۱۳۹۳. تاثیر مخمر ساکارمایسیس سروزیا و آسپرژیلوس نایجر جداسازی شده از دستگاه گوارش فیل ماهی بالغ بر کارایی تغذیه و آنزیم‌هاس سرم خون فیل ماهیان جوان (*Huso huso*)، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم و فنون شیلات، ۳(۱): ۱۳-۱.

حسینی فر، س.ح. میرواقفی، ع.ر.، مجازی امیری، ب.، خوشباور رستمی، ح.ع.، پورامینی، م. و درویش بسطامی، ک. ۱۳۸۹. بررسی اثرات پربیوتیکی مخمر *Saccharomyces cerevisiae* غیر فعال بر برخی شاخص‌های رشد، مصرف جیره، بازماندگی و میکروبیوتای روده بچه فیل ماهی (*Huso huso*)، مجله علمی شیلات ایران، ۱۹(۱): ۵۶-۶۶. Doi: 10.22092/ISFJ.2017.109960

فلاحتکار، ب.، سلطانی، م.، ابطحی، ب.، کلباسی، م.ر. و پورکاظمی، م.۱۳۸۲. تاثیر ویتامین C بر برخی پارامترهای رشد، نرخ بازماندگی و شاخص کبدی در فیل ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی در اموردام و آبزیان، ۷۲: ۹۸-۱۰۳.

میرهاشمی رستمی، س.ا.، امینی، ک. و جرجانی، م. ۱۳۹۴. تاثیر تراکم و وزن رهاسازی بر روی میزان رشد و تولید ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus* L.). مجله علمی شیلات ایران، ۲۴(۳): ۳۴-۲۳. Doi: 10.22092/ISFJ.2017.110191

Abdel-Tawwab, M., Abdel-Rahman, A.M. and Ismael, N.E.M., 2008. Evaluation of commercial live baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged in with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 280(1): 185-189. Doi.org/10.1016/j.aquaculture

AOAC, 1989. Assosiation of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method Of Analysis Of the Assosiation of Official Analytical Chemists, 15th ed. Assosiation of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.374P.

Asadi Rad, M., Zakeri, M., Yavari, V. and Mousavi, S.M., 2012. Effect of Different Levels of dietary Supplementation of *Saccharomyces cerevisiae* on Growth Performance, Feed Utilization and Body Biochemical Composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. *Journal of the Persian Gulf. (Marine Science)*, 3: 15-24.

Bai, S.C., Koo, J.W., Kim, K.W. and Kim, S.K., 2001. Effects of *Chlorella* powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf). *Aquaculture Research*, 32:92-98. Doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00008.x

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

Chang, C.I.W. and Liu, W.Y., 2002. An evaluation of two bacterial strains, *Enterococcus faecium* SF68 and *Bacillus toyoi*, for reducing *Edward siellosis* in cultured European eel, *Anguilla anguilla* L. *Journal of Fish Disease*, 25: 311-315. Doi: 10.1046/j.1365-2761.2002.00365.x

Chiu, C. H., Cheng, C.H., Gua, W.R., Guu, Y. K. and Cheng, W., 2010. Dietary administration of the probiotic, *Saccharomyces cerevisiae* P13, enhanced the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper, *Epinephelus coiodes*. *Fish and Shellfish immunology*, 21: 1-7. Doi: 10.1016/j.fsi.2010.08.019

Chong, A.S.C., Hashim, R.M., Chow-Tang, L., and Ali, A.B., 2002. Parrtial characterization and activities of protease from the digestiove tract of discus fish (*Symphysodon aequifasciata*). *Aquaculture*, 203 (3-4): 321-331. Doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00630-5.

Furne M., Hidalgo M.C., López A., García-Gallego M., Morales A.E., Domenzain A., Domezain J. and Sanz A., 2005. Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study, *Aquaculture*, 250(1-2): 391.398. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.05.017

Gawlicka, A., Parrent, B., Horn, M.H., Ross, N., Opstad, I. and Torrissen, O.J., 2000. Activity of digestive enzyme in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) indication of readiness for first feeding. *Aquaculture*, 184 (1-2):304-314. Doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00322-1.

Ghosh, S., Sinha, A. and Sahu, C., 2008. Dietary probiotic supplementation in growth and health of live-bearing ornamental fishes. *Aquaculture Nutrition*, 14(4): 289-299. Doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00529.x.

King, J., 1972. Practical clinical enzymology, (D' Van Nostrand Company New York), pp. 250.

Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M.A., Guzman-Mendez, B.E. and Lopez-Madrid ,W., 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 216:193-201. Doi: 10.1016/S0044-8486(02)00277-6.

Li, P. and Gatlin, D.M., 2003. Evaluation of brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Moron echrysops*× *M. saxatilis*). *Aquaculture*, 219: 681- 692. Doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00653-1

Musavi, S.H., 2008. The principles of fish feeding. Negar nour with publications sanam. 482 p.

Natalia, Y., Hashim, R., Ali, A. and Chong, A., 2004. Characterization of digestive enzymes in a carnivorous ornamental fish, the Asian bony tongue *Scleropages formosus* (Osteoglossidae). *Aquaculture*,

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

233(1-4): 305–320. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.08.012.

Ramachandran, S. and Ray, A.K., 2007. Nutritional evaluation of fermented black gram (*Phaseolus mungo*) seed meal in compound diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerling. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 74-79. Doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00772.x

Renuka, K.P,. **Venkateshwarlu, M., Ramachandra Naik, A.T. and Prashantha Kumara, S.M., 2013.** Influence of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of common carp (*Cyprinus carpio*). *International Journal of Current Research*, 5(7):1696-1700.

Santacroce, M.P., Merra, E., Centoducati, G., Zacchino, V. and Casalino, E., 2012. Effects of dietary yeast *Saccaromyces cerevisiae* on the antioxidant system in the liver of juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax. Fish Physiology and Biochemistry*, 1:1-10. Doi: 10.1007/s10695-012-9640-2

Sudagar, M., Imanpoor, M.and Hoseinifar, S.H., 2004. Effect of optimun (Ascogen or Vannagen) growth stimulant supplementation on the growth and survival rate of grand beluga juvenile (*Huso huso*). *Iranian Journal of Marine Science*, 3: 33-38.

Tovar-Ramírez**, D., Mazurais, D., Gatesoupe, J.F., Quazuguel, P., Cahu, C.L. and Zambonino-Infante, J.L., 2010.** Dietary probiotic live yeast modulates antioxidant enzyme activities and gene expression of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, 300:142–147. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.12.015

Waché, Y., Auffray, F., Gatesoupe, F.J., Zambonino, J., Gayet, V., Labbé, L. and 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, *Onchorhynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*, 258: 470-478. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.002

Wahli, T., Verlhac, V., Griling, P., Gabaudan, J. and Aebischer, C., 2003. Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*). *Aquaculture*, 225: 371-386. Doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00302-8.

Ziaei-Nejad, S., Rezaei, M.H., Takami, G.A., Lovett, D.L., Mirvaghefi, A.R. and Shakouri, M., 2006. The effect of Bacillus spp. bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival And growth in the Indian white shrimp, *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*, 252:516-524. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.07.021.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]

Growth performance, body chemical compsitions and digestive enzymes in grey mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus 1758, fed with different levels of *Saccharomyces cerevisiae* yeast

Akbary P.[*1]

[*]paria.akbary@gmail.com

1- Associate Proff of Fisheries Group, Marine Sciences Faculty, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Abstract

Probiotics, as a live microbial dietary supplement, play an important role in the growth and activity of the host digestive enzymes by balancing the gut microbial population.The present study was conducted with 4 treatments and 3 replications including diets containing 1×10^6, 3×10^6 and 5×10^6 (cell/ g feed) and control (basal diet without yeast) to evaluate the effect of different levels of dietary supplementation of *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, body biochemical composition and digestive enzymes activities of grey mullet, *Mugil cephalus*. The fish (5.56±0.65 g) were randomly allocated into 12 fiberglass tanks at a density of 20 individuals per tank with three replicates for each treatment and fed with the experimental diets for 60 days. The results indicated that the diet at 5×10^6 yeast cells/ g) significantly improved weight gain (240.36±13.57%), final weight (919.28±1.55), protein efficiency (10.01± 0.56%) and survival (94.40±13.57%) compared to the control and treatment 2 ($p<0.05$). Also, the highest activity of amylase (199.50±17.70 U/mg protein) and protease (362.50±13.52 U/mg protein) were observed in 5×10^6 yeast cells/ g diet ($P<0.05$). This study shows that the use of *S. cerevisiae* 3×10^6 and 5×10^6 yeast cell/ g feed can have positive effects on growth performance, feed utilization, body chemical composition and digestive enzymes activities of *M. cephalus*.

Keywords: Grey mullet, *Saccharomyces cerevisiae*, Growth performance, Digestive enzyme, Body chemical composition

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.15.6]