

تاثیر سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و عملکرد

تولیدمثلی ماهی زبرا (*Danio rerio*)

فریده ربکی^۱، محمد سوداگر^۲، حامد پاک نژاد^۳، سیامک یوسفی سیاهکلرودی^۴

۱- دانشجوی دکتری گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲- دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. sudagar.2015@gmail.com

۳- دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۴- دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، ورامین، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: به کارگیری جیره‌های مناسب از مهم‌ترین بخش‌های زیستی جهت رشد و سلامت ماهی بوده و باروری، تخم‌ریزی و کیفیت تخم را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق تاثیر سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره بر رشد و تولیدمثلی ماهی زبرا (*Danio rerio*) مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار: ۹ جیره غذایی با سه سطح پروتئین (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درصد) و سه سطح چربی (۴، ۸ و ۱۲ درصد)، به منظور تعیین میزان پروتئین و لیپید برای بهینه رشد و تولید مثل ماهی زبرا تهیه شد. ۱۳۵ عدد بچه ماهی به صورت گروه‌های ۵ تایی با میانگین بیوماس (±) انحراف معیار) ۱/۲۳±۰/۰۲ گرم و نسبت جنسی ۲ به ۳ (ماده/نر) به‌طور تصادفی در ۲۷ آکواریم ۲۰ لیتری توزیع و ۳ بار در روز به مدت ۴ ماه تغذیه شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، اثر متقابل پروتئین و چربی باعث افزایش معنی‌داری وزن نهایی، افزایش وزن بدن، کارایی تغذیه، نرخ رشد ویژه ماهیان و زنده‌مانی لاروها و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید ($P < 0/05$). با افزایش پروتئین نیز، به‌طور معنی‌داری کارایی غذایی، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، وزن و زنده‌مانی لاروها افزایش و ضریب تبدیل غذایی و غذای خورده شده روزانه کاهش یافتند ($P < 0/05$). با افزایش چربی جیره شاخص‌های رشد و تولیدمثلی بهبود یافت، به طوری که در سطح ۱۲ درصد نسبت به سطوح پایین‌تر، درصد افزایش وزن بدن، کارایی غذایی، نرخ رشد، وزن و زنده‌مانی لاروها افزایش و ضریب تبدیل غذایی کاهش یافت ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: جیره‌ی حاوی ۳۵ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی، جیره مطلوب‌تری جهت دستیابی به شاخص‌های رشد و تولیدمثلی مطلوب در ماهی زبرا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ماهی زبرا، شاخص‌های رشد، عملکرد تولیدمثلی، پروتئین، چربی.

مقدمه

خانواده کپور ماهیان و از نوع ماهیان تخم‌گذار آب‌های شیرین مناطق گرمسیری در محدوده دمایی بین ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و pH بین ۶/۸ تا ۷/۵ زندگی می‌کند؛ از یک سو به علت رنگ‌بندی و خطوط زیبای روی بدن، شکل بدن و ارزش اقتصادی (۲۸) و از سوی دیگر به عنوان مدلی جهت آنالیز سریع عملکرد ژن‌ها و فعالیت‌های بیولوژیکی مولکول‌های آلی در تحقیقات علمی (۶۷)، دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. تلاش‌ها در

پرورش ماهیان زینتی را می‌توان یکی از پرسودترین صنایع در دهه‌های اخیر نام برد. ماهیان زینتی به علت داشتن رنگ‌های درخشان، شکل و رفتارشان مانند جواهرات زنده می‌باشند؛ آن‌ها معمولاً آرام، کوچک و دارای رنگ‌های جذاب بوده و در گونه‌های مختلف دسته‌بندی شده‌اند (۴۲). تجارت ماهیان زینتی در آسیا و در سراسر جهان در حال رشد و توسعه می‌باشد (۶۱). در این بین ماهی زبرا با نام علمی *Danio rerio* متعلق به

جهت ساخت بافت قرار می‌گیرد (۲)، اما سطح نامناسب پروتئین و چربی و نسبت این دو ممکن است باعث کاهش عملکرد رشد، افزایش هزینه تولید و کاهش کیفیت آب شود (۲۵)؛ علاوه بر این ثابت شده است که تغذیه می‌تواند تأثیر مهمی بر رشد گنادی، باروری، تخم‌ریزی و کیفیت تخم و زنده‌مانی تخم و لارو نیز داشته باشد (۴۳). از آن‌جا که تخم‌ها حاوی همه‌ی مواد مغذی مورد نیاز برای تامین رشد و تکامل جنینی (۳۵) و پروتئین‌ها و چربی‌ها نیز مهم‌ترین ترکیبات ذخیره شده در زرده تخم می‌باشند، انتظار می‌رود که آن‌ها نقش مهمی در تولیدمثل داشته باشند (۴۰). پروتئین‌ها در تخم به عنوان ماده تشکیل دهنده لیپوگلیکوفسفوپروتئین که در کبد تحت تأثیر استرادیول ساخته می‌شود (۴۶)، می‌تواند به عنوان منبع غذایی جنین باشد (۳۸). چربی‌ها نیز با تامین اسیدهای چرب ضروری موجب حفظ ساختمان و عملکرد غشاهای تخم (۵۵) و نیز ساخت آندروژن و افزایش کیفیت اسپرم می‌گردند (۵)، به طوری که افزایش چربی جیره باعث تسریع رسیدگی جنسی در ماهی چینوک (*Oncorhynchus tshawytschal*) گردید (۵۷). با توجه به اهمیت ماهی زبرا و وابستگی کارایی تکثیر و رشد به میزان و نسبت پروتئین به چربی جیره، تحقیق حاضر به منظور تعیین سطوح مناسب پروتئین و چربی جهت رشد و تکثیر این ماهی مدل طرح‌ریزی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از اوسط آبان تا اواسط اسفند ماه ۱۳۹۶، در آزمایشگاه آبی‌پروری شهید فضل‌ی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. جهت انجام آزمایش، تعداد ۱۳۵ قطعه بچه ماهی دو ماهه زبرا خریداری و پس از انتقال به آزمایشگاه به مدت ۲ هفته در آکواریوم‌هایی نگاه‌داری و با غذای تجاری بیومار تغذیه، سپس تفکیک جنسیت شده و با نسبت

زمینه آبی‌پروری به سمت افزایش رشد و افزایش ایمنی می‌باشد (۴۸، ۵۲) و استفاده از جیره‌های مناسب و متعادل از مهم‌ترین بخش‌های زیستی جهت رشد مناسب و سلامت ماهی بوده و بیش‌ترین هزینه‌های مربوط به آبی‌پروری را به خود اختصاص می‌دهد (۳۶). امروزه به خوبی مشخص شده است که عملکرد رشد در ماهی می‌تواند با تغییر جیره غذایی تحت تأثیر قرار گیرد (۵۷). نیازهای پروتئینی ماهیان زینتی بسته به گونه ماهی، کیفیت پروتئین و اندازه ماهی بین ۳۰ تا ۵۵ درصد متغیر بوده (۱۹)؛ و افزایش میزان پروتئین جیره غذایی می‌تواند منجر به افزایش تولید و رشد ماهی به خصوص در ماهیان گوشتخوار شود (۱۳). Bredan و همکاران (۱۹۸۸) با افزایش پروتئین جیره تاسماهی سفید از ۴۰ به ۴۲ درصد، نیز افزایش میزان رشد را مشاهده کردند؛ هم‌چنین در تحقیق غفله مرمضی و همکاران (۱۳۹۱) با افزایش سطح پروتئین جیره غذایی از ۴۰ به ۵۰ درصد، میزان کارآیی رشد به طور معنی‌داری افزایش یافت، زیرا کارآیی رشد ماهی با میزان پروتئین جیره غذایی ارتباط مستقیمی دارد و در مسیرهای متابولیکی، پروتئین منبع انرژی به حساب می‌آید (۳۳). نتایج مشابهی مبنی بر موثر بودن پروتئین بر میزان کارآیی رشد در گونه *Cromileptes altivelis* (۶۶) (۶۳)، و *E. malabaricus* (۶۲) نیز مشاهده گردید. چربی‌ها هم به عنوان مهم‌ترین منبع تولید انرژی و هم منبع تأمین‌کننده اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی از اهمیت خاصی برخوردارند، به طوری که نتیجه مطالعه Giri و همکاران (۲۰۰۳) افزایش میزان رشد در هیبرید گربه ماهی (*Clarias Clarias* × *Clarias batrachus*) با افزایش چربی جیره از ۱۰ به ۱۵ درصد و پروتئین از ۳۰ به ۳۵ درصد را نشان داد. زیرا با افزایش سطح چربی، انرژی متابولیسمی مورد نیاز به شکل مطلوب‌تری از طریق چربی جیره تأمین شده و پروتئین در مسیر اصلی خود به منظور تأمین آمینو اسیدهای ضروری

با جیره‌های آزمایشی مورد تغذیه قرار گرفتند. با بروز اولین نشانه‌های تولیدمثلی مانند: تعقیب ماهی ماده توسط نر، ضربه زدن به پهلو ماهی ماده با پوزه و تلاش برای هدایت آن به مکان تخم ریزی و شنا پیرامون یا جلوی آن در محیط دایره‌ای با باله‌های باز و حالت متورم محوطه شکمی ماهی ماده، ابتدا ماهی ماده و روز بعد ۲ یا ۳ نر فعال به آکواریوم‌های تکثیر (آکواریوم‌های ۱۰ لیتری با توری پلاستیکی در کف به منظور جلوگیری از خورده شدن تخم و لارو توسط والدین) منتقل و ۴۸ ساعت پس از تخم ریزی، تخم‌ها به آکواریوم‌های ۲-۱ لیتری انتقال داده شدند. تغذیه لاروها پس از جذب ۷۵ درصد کیسه زرده ابتدا با عصاره زرده تخم مرغ (عنایت غلامپور و همکاران، ۱۳۹۵) و پس از آن با جیره‌های آزمایشی که به صورت پودری در آمده بودند، صورت گرفت. اندازه گیری وزن لاروها (بیست روز پس از هچ) با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام و در پایان آزمایش میزان زنده‌مانی، شاخص‌های رشد، تغذیه و بقا با استفاده از رابطه‌های زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۱۷).

(تعداد ماهیان در ابتدای دوره / تعداد ماهیان انتهایی دوره) × ۱۰۰ = درصد زنده‌مانی

میانگین وزن ابتدای دوره (گرم) - میانگین وزن انتهایی دوره (گرم) = افزایش وزن بدن

(مقدار غذای خورده شده (گرم)) / (افزایش وزن بدن (گرم)) × ۱۰۰ = کارایی غذا

[میانگین وزن ابتدای دوره (گرم) / (میانگین وزن ابتدای دوره به گرم - میانگین وزن انتهایی دوره به گرم)] × ۱۰۰ = درصد افزایش وزن بدن

[زمان / (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه (گرم) - لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به (گرم))] × ۱۰۰ = نرخ رشد ویژه

جنسی ۲ به ۳ (ماده / نر) به صورت گروه‌های ۵ تایی با میانگین بیوماس (± انحراف معیار) ۱/۲۳ ± ۰/۰۲ گرم در ۲۷ عدد آکواریوم که هر آکواریوم با ۲۰ لیتر از آب تمیز با pH در حد خنثی و دمای ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد آب‌گیری شده بودند، نگهداری شدند. در این پژوهش با استفاده از اجزای غذایی (جدول ۱) که میزان پروتئین، چربی و انرژی آن‌ها با استفاده از جداول استاندارد تعیین گردید، ۹ جیره هم انرژی (۳۰۰۰ Kcal/Kg) با سطوح مختلف پروتئین خام (۳۰، ۳۵ و ۴۰ درصد) و چربی خام (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) (جدول ۱) تنظیم شد و بچه ماهیان در سه تکرار مورد تغذیه قرار گرفتند، جهت ساخت جیره‌های غذایی آزمایشی ابتدا مواد اولیه آسیاب شده، سپس توسط الک ۱۰۰ میکرونی الک شدند تا نمونه به صورت پودری و همگن شود. مواد غذایی به جز روغن به مدت ۱۵ دقیقه با یکدیگر ترکیب، سپس روغن به مخلوط، اضافه شده و به مدت ۱۵ دقیقه دیگر با یکدیگر ترکیب و سپس مقداری آب (۵۰۰ سی سی به ازای هر کیلوگرم)، به مخلوط حاصل اضافه گردید، تا به صورت خمیر نرم و شکل پذیر تبدیل گردد (۱)، و پس عبور از چرخ گوشت چشمه ریز، به صورت رشته‌ای در آمده، رشته‌های خارج شده روی سینی گسترده و در دمای اتاق خشک شدند. غذاهای ساخته شده تا زمان مصرف در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و در زمان استفاده به اندازه‌ی دهان ماهی خرد و به بچه ماهیان داده شدند. برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد ماهیان، در طول دوره تحقیق هر ۱۵ روز یک بار ۱۰۰ درصد بیوماس ماهیان با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین، طول با خط کش با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و با توجه به نتایج حاصل از زیست-سنجی هر یک از آکواریوم‌ها، غذای مورد نیاز هر آکواریوم محاسبه و برای دو هفته بعد تنظیم و ماهیان روزانه به میزان ۱۰ درصد وزن بدن، طی ۳ وعده غذایی

و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید ($P < 0/05$). اثر متقابل پروتئین و چربی، تأثیر معنی‌داری بر هم‌آوری و وزن لاروها نداشت ($p > 0/05$)، اما زنده‌مانی لاروها را به طور معنی‌داری افزایش داد ($P < 0/05$). هم‌چنین درصد زنده‌مانی لاروها در سطح ۳۵ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی افزایش معنی‌داری یافت ($P < 0/05$). با افزایش درصد پروتئین جیره وزن لاروها افزایش یافت و این افزایش در سطوح ۳۰ و ۳۵ درصد پروتئین نسبت به سطح ۲۵ درصد معنی‌دار بود ($P < 0/05$)؛ هم‌چنین با افزایش درصد پروتئین درصد زنده‌مانی و وزن لاروها به صورت معناداری افزایش یافت ($P < 0/05$) (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

تعیین سطح بهینه چربی از نظر اقتصادی، تغذیه‌ای و زیست‌محیطی دارای اهمیت بالایی می‌باشد، به طوری- که در مطالعه حاضر افزایش چربی جیره در سطح ۱۲ درصد، بهترین عملکرد رشد را در بچه‌ماهیان زبرا تا مرحله‌ی رسیدگی جنسی به همراه داشت. Martino و همکاران (۲۰۰۲) نیز، با تحقیق روی یک ماهی گوشتخوار آب شیرین (*Pseudoplaxystoma coruscans*) بیان کردند که افزایش چربی جیره از ۶ به ۱۸ درصد باعث افزایش رشد گردید. در پژوهشی که توسط Pei و همکاران (۲۰۰۴) روی ماهی حوض نقره-ای (*Carassius auratus gibelio*) و گربه ماهی پوزه بلند چینی (*Leiocassis longirostris*) انجام شد، افزایش چربی از ۳ به ۱۸ درصد باعث بهبود در نرخ رشد ویژه شد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی داشت. با توجه به نتایج مطالعه‌ی حاضر و تحقیقات هم‌راستا با آن، وجود چربی در جیره باعث می‌گردد تا از پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده نشود، در نتیجه پروتئین در مسیر و نقش اصلی خود قرار گیرد و بیش‌تر به مصرف رشد ماهی برسد (۳۹، ۲۱، ۸).

[زمان / ۵/۰ (میانگین وزن اولیه (گرم) × میانگین وزن نهایی (گرم)] / غذای خورده شده به ازای یک ماهی $\times 100 =$ غذای خورده شده روزانه
(تعداد ماهیان باقیمانده در ابتدای دوره / تعداد ماهیان انتهای دوره) $\times 100 =$ درصد زنده‌مانی
افزایش وزن بدن (گرم) / مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی
آنالیز آماری با ورود داده‌های به دست آمده به صفحات گسترده اکسل انجام و در نرم افزار اکسل میانگین داده‌ها محاسبه شد. داده‌ها در نتایج به صورت میانگین \pm خطای استاندارد (S.E \pm Mean) بیان شده است. ابتدا پراکنش نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov- Smirnov بررسی و سپس جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از نقطه نظر شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه (Two way-ANOVA) و آزمون دانکن استفاده گردید. آزمون‌ها در محیط نرم افزار SPSS 23 و در سطح خطای ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

تأثیر پروتئین و چربی بر عملکرد رشد ماهی زبرا در جدول ۲ نشان داده شده است. با افزایش پروتئین کارایی غذایی، نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن افزایش و ضریب تبدیل غذایی و غذای خورده شده روزانه کاهش یافت ($P < 0/05$). در سطح ۱۲ درصد چربی نسبت به سطوح پایین‌تر آن به طور معنی‌داری درصد افزایش وزن بدن، کارایی غذایی و نرخ رشد ویژه افزایش و ضریب تبدیل غذایی کاهش یافت ($P < 0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری در میزان غذای خورده شده روزانه و زنده‌مانی در تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($P > 0/05$). اثر متقابل پروتئین و چربی به صورت معنی‌داری باعث افزایش وزن نهایی، افزایش وزن بدن، کارایی غذایی و نرخ رشد ویژه

جدول ۱- ارقام غذایی (بر اساس درصد جیره) و جیره‌های آزمایشی مورد استفاده

جیره‌ها ارقام غذایی	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳	جیره ۴	جیره ۵	جیره ۶	جیره ۷	جیره ۸	جیره ۹
آرد گندم	۸/۱۴	۴۳/۸۹۲	۱۵/۹۰۷	۷/۵۸۸	۱۷/۷۸۸	۱۸/۹۳	۰/۰۵۵	۹/۱۴۴	۱۸/۲۴۳
آرد سویا	۲۵/۰۶۸	۱/۵۰۶	۶/۳۰۶	۳/۳۹۱	۹/۲۲	۸/۹۷	۰/۲۴	۲۳/۴۹۱	۱/۰۹۶
آرد ذرت	۱/۳۳۴	۴/۸۷۷	۰/۶۶۳	۱/۱۳	۱۱/۸۵۸	۴/۷۸۵	۰/۰۳۲	۶/۰۹۶	۰/۳۷۱
آرد جو	۱۸/۰۲۶	۲۳/۰۳	۲۴/۰۰۶	۶/۳۲۳	۱۳/۸۸۷	۶/۰۱۲	۰/۰۴۶	۱۳/۷۳۶	۱۷/۵۶۶
بذر کتان	۱۰/۵۱	۱/۹۰۳	۳۴/۰۶۷	۱۴/۵۶۹	۴/۸۵۵	۳۵/۹	۳۰/۵۱۶	۵/۳۷۹	۱۰/۷۴۴
پودر ماهی	۹/۹۱۵	۲۵/۲۶۲	۵/۳۹۱	۳۱/۹۵۴	۲۹/۱۶۳	۱۱/۹۳۲	۳۴/۴۱۲	۲۸/۸۵۴	۳۹/۷۵۲
روغن آفتابگردان	۰/۰۳۵	۰/۹۸۶	۰/۱۲۶	۰/۰۱۹	۱/۱۳۸	۰/۷۹۳	۰/۰۰۰۴	۱/۱۲۶	۱/۱۲۹
روغن ذرت	۰/۰۱۷	۲/۳۵۴	۸/۱۵۷	۰/۰۰۸	۱/۴۳۲	۶/۲۷۷	۰/۰۰۰۲	۰/۷۳۶	۲/۱۰۸
روغن کانولا	۰/۱۰۸	۰/۰۲	۰/۱۲۶	۰/۰۱۹	۰/۱۲۳	۰/۷۹۳	۰/۰۰۰۴	۰/۳۱۴	۰/۰۱۵
روغن ماهی	۰/۱۳۳	۰/۲۶۷	۰/۲۴۹	۰/۰۷۹	۰/۶۸۱	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۰/۷۵۴	۳/۹۷۶
نشاسته	۲۱/۷۱۴	۱/۹۰۳	۰/۰۰۲	۲۹/۹۲	۴/۸۵۵	۰/۵۸۸	۲۹/۶۹۴	۵/۳۷۹	۰
لسیتین	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مکمل معدنی ^۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مکمل ویتامینی ^۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
منوکلسیم فسفات	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
درصد پروتئین خام	۲۵	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۵	۳۵	۳۵
درصد چربی خام	۴	۸	۱۲	۴	۸	۱۲	۴	۸	۱۲
درصد کربوهیدرات خام	۵۶	۵۸	۵۰	۵۰	۴۳	۳۶	۳۶	۴۴	۲۹

۱- هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی: ۱۶۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ IU ویتامین D3، ۳۰ گرم ویتامین E، ۱۰۰ گرم تیامین، ۸ گرم ربیوفلاوین، ۸ گرم پیریدوکسین، ۳ گرم اسید فولیک، ۰/۰۱ گرم سیانو کوبالمین، ۱۰۰ گرم ویتامین C، ۱۰ گرم ویتامین K3، ۱۰ گرم بیوتین، ۲۰ گرم BHT و ۱۰۰ ویتامین اینوزیتول می‌باشد.

۲- هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینی حاوی: ۲۰ گرم آهن، ۶۰ گرم روی، ۴۰۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۲۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۲ گرم مس، ۴۰ گرم منگنز و ۴۰۰ میلی‌گرم ید می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) شاخص‌های رشد بچه ماهی زبرا (*Danio rerio*) نسبت به سطوح متفاوت پروتئین و چربی پس از ۴ ماه پرورش.

پروتئین/ چربی	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	افزایش وزن بدن (گرم)	کارایی غذایی (%)	درصد افزایش وزن (%)	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	ضریب تبدیل غذایی	غذای خورده شده روزانه (%)	زنده- مانی (%)
۴/۲۵	۱/۱۳±۰/۰۷	۲/۰۰±۰/۱ ^e	۰/۸۵±۰/۰۳ ^e	۰/۰۳±۰/۰۰ ^e	۷۵/۳۲±۳/۰۶ ^c	۱/۷۰±۰/۰۶ ^e	۲/۲۰±۰/۰۸ ^a	۱/۰۷±۰/۱۸	۱۰۰
۸/۲۵	۱/۳۱±۰/۱۱	۲/۲۸±۰/۰۹ ^d	۰/۹۶±۰/۰۴ ^e	۰/۰۳±۰/۰۰ ^e	۷۳/۸۶±۸/۸۰ ^c	۱/۹۲±۰/۰۷ ^c	۱/۹۵±۰/۰۸ ^b	۱/۰۸±۰/۰۵	۱۰۰
۱۲/۲۵	۱/۲۹±۰/۰۷۸	۲/۲۸±۰/۲۴ ^d	۱/۰۰±۰/۰۲ ^e	۰/۰۴±۰/۰۰ ^e	۷۷/۶۴±۵/۰۰ ^c	۲/۰۰±۰/۰۵ ^e	۱/۸۸±۰/۰۵ ^b	۱/۰۶±۰/۰۳	۱۰۰
۴/۳۰	۱/۳۹±۰/۰۳۲	۲/۸۱±۰/۲۴ ^c	۱/۴۲±۰/۰۸ ^d	۰/۰۶±۰/۰۱ ^d	۱۰۷/۰۴±۲۸/۴۵ ^c	۲/۸۴±۰/۱۷ ^d	۱/۳۲±۰/۰۸ ^c	۰/۹۱±۰/۱۳	۱۰۰
۸/۳۰	۱/۰۸±۰/۰۰۶	۲/۷۱±۰/۰۱ ^c	۱/۶۳±۰/۰۵ ^c	۰/۰۹±۰/۰۱ ^c	۱۵۱/۷۸±۱۴/۱ ^b	۳/۲۷±۰/۱۱ ^c	۱/۱۵±۰/۰۴ ^d	۰/۷۵±۰/۰۴	۱۰۰
۱۲/۳۰	۱/۲۸±۰/۰۲۸	۳/۱۱±۰/۲۰ ^b	۱/۸۳±۰/۰۹ ^b	۰/۱±۰/۰۲ ^{bc}	۱۴۸/۳۲±۳۶/۷ ^b	۳/۶۷±۰/۱۸ ^b	۱/۰۳±۰/۰۵ ^e	۰/۸۷±۰/۱۱	۱۰۰
۴/۳۵	۱/۱۸±۰/۰۱۰	۳/۰۹±۰/۰۷ ^b	۱/۹۰±۰/۰۳ ^b	۰/۱۱±۰/۰۱ ^{bc}	۱۶۲/۵۰±۱۶/۴ ^b	۳/۸۱±۰/۰۶ ^b	۰/۹۸±۰/۰۱ ^e	۰/۷۲±۰/۰۴	۱۰۰
۸/۳۵	۱/۱۶±۰/۰۰۹	۳/۱۴±۰/۱۰ ^b	۱/۹۸±۰/۰۱ ^b	۰/۱۱±۰/۰۰ ^b	۱۷۰/۵۶±۱۲/۱ ^b	۳/۹۵±۰/۰۲ ^b	۰/۹۵±۰/۰۰ ^e	۰/۷۰±۰/۰۳	۱۰۰
۱۲/۳۵	۱/۲۵±۰/۰۰۵	۳/۸۱±۰/۲۲ ^a	۲/۵۵±۰/۲۳ ^a	۰/۱۷±۰/۰۳ ^a	۲۰۴/۰۹±۲۲/۲۷ ^a	۵/۱۱±۰/۰۴ ^a	۰/۷۴±۰/۰۷ ^f	۰/۶۲±۰/۰۴۷	۱۰۰

جدول 3- مقایسه میانگین (\pm انحراف معیار) شاخص‌های تولیدمثلی ماهی زبرا (*Danio rerio*) در سطوح مختلف پروتئین و چربی پس از ۴ ماه پرورش.

پروتئین / چربی	هماوری	زنده‌مانی (درصد)	وزن لارو (گرم)
۴ / ۲۵	۱۴۸/۵۰±۱۸/۳۸	۱۲/۴۸±۰/۰۳ ^a	۰/۰۳±۰/۰۳ ^a
۸ / ۲۵	۱۳۹/۰۰±۱۳/۳۵	۲۸/۱۵±۸/۰۵ ^a	۰/۰۴±۰/۰۰ ^a
۱۲ / ۲۵	۲۸/۰۰±۵/۳۵	۳۵/۵۳±۳/۱۱ ^a	۰/۰۴±۰/۰۲ ^a
۴ / ۳۰	۹۹/۰۰±۲۶/۸۷	۲۵/۲۱±۰/۳۰ ^b	۰/۰۴±۰/۰۰ ^b
۸ / ۳۰	۳۵/۰۰±۲۱/۲۱	۶۷/۵۰±۳/۵۴ ^b	۰/۰۷±۰/۰۰ ^b
۱۲ / ۳۰	۲۹/۵۰±۶/۱۶	۶۷/۶۱±۷/۲۳ ^b	۰/۰۹±۰/۰۰ ^b
۴ / ۳۵	۲۲/۵۰±۷/۷۸	۶۸/۶۰±۵/۱۴ ^c	۰/۰۶±۰/۰۰ ^b
۸ / ۳۵	۱۲۴/۰۰±۴۲/۴۳	۴۷/۰۸±۷/۶۷ ^c	۰/۰۶±۰/۰۱ ^b
۱۲ / ۳۵	۶۳/۰۰±۷/۶۲	۹۱/۱۱±۳/۵۴ ^c	۰/۰۹±۰/۰۱ ^b

FCR کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. زیرا پروتئین جیره اسیدآمین‌های ضروری و غیرضروری جهت سنتز بافت‌ها و انرژی مورد نیاز فعالیت‌های آبی را تأمین می‌کند (۱۹). اما برخلاف نتایج این پژوهش Dabrowski (۱۹۷۷) با مطالعه روی کپور علفخوار، Singh و Bhanot (۱۹۸۸) روی ماهی کاتلا (*Catla catla*) و Reyes و Santiago (۱۹۹۱) روی کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) کاهش وزن در ماهیان تغذیه شده با میزان بالای پروتئین را گزارش کردند. دلایل این امر را می‌توان این‌گونه بیان نمود که سطح بسیار بالای پروتئین باعث شده آمینو اسیدهای آزاد در مایعات بدن تجمع (۳۲) و در نتیجه تولید سم نماید یا این که هزینه‌ای که بابت دفع نیتروژن مصرف می‌شود، ممکن است باعث کاهش رشد گردد (۶۴). باروری و توسعه گنادی در گونه‌های مختلف ماهیان نیز به میزان زیادی تحت تأثیر تغذیه بوده (۱۰)، که تأثیر قابل توجه‌ای بر هماوری، درصد لقاح، تکامل جنین و کیفیت لارو دارد (۱۱)، زیرا تغذیه مناسب باعث افزایش رشد ماهی شده و به مولد اجازه می‌دهد سریع‌تر به اندازه‌های بزرگ‌تر برسد، ماهیان بزرگ‌تر نیز تخم‌های درشت‌تری تولید می‌کنند (۳۴) و تخم‌های بزرگ‌تر منجر به هیچ لاروهای بزرگ‌تر می‌شوند که شانس بیش‌تری برای

در این تحقیق از بین سطوح مختلف پروتئین مورد مطالعه، سطح مناسب آن برای رشد بچه ماهیان زبرا تا رسیدن به رسیدگی جنسی ۳۵ درصد تعیین گردید. در راستای تحقیق حاضر، Ghazala و همکاران (۲۰۱۱)، با بررسی تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره (۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درصد) بر رشد بچه‌ماهیان کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) دریافتند که بیش‌ترین میانگین وزن، متوسط رشد روزانه، وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به ماهیان تغذیه شده با ۴۰ درصد پروتئین بود؛ هم‌چنین Gao و همکاران (۲۰۰۹a) با افزایش سطح پروتئین جیره از ۲۵ به ۳۸ درصد در جیره کپور علفخوار، Rahim و همکاران (۲۰۱۶) با افزایش پروتئین در جیره ماهی سیم سیاه باله (*Acanthopagrus berda*) و Keremah و Beregha (۲۰۱۴) با افزایش آن از ۲۵ به ۳۵ درصد در گربه ماهی آفریقایی، افزایش فاکتورهای رشد را مشاهده کردند؛ هم‌چنین در تحقیقات Gutierrez و همکاران (۱۹۹۶) با افزایش سطح پروتئین از ۲۷ به ۳۰ درصد و Feanandes و همکاران (۲۰۰۰) از ۲۲ به ۳۰ درصد در جیره‌ی *Piaractus brachypomus* و Sa و Fracalossi (۲۰۱۱) در *Brycon orbignyanus* از ۲۴ به ۳۰ درصد میزان

زنده‌مانی دارند (۷). ارتباط مثبت بین اندازه تخم و اندازه بدن مولدین در چندین گونه از ماهیان آب شور (۴۵) و شیرین (۵۶) گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز مشخص گردید که در بین ۹ جیره‌ی متفاوت استفاده شده، بیش‌ترین درصد زنده‌مانی و بالاترین وزن در لاروهای به دست آمده از ماهیان تغذیه شده با جیره ۳۵ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی بود، که نشان‌دهنده تاثیر مثبت پروتئین و چربی جیره بر کارایی تولیدمثلی می‌باشد. MacFarlene و همکاران (۱۹۹۳) نیز طی تحقیقی نشان دادند که پایین بودن لیپید جیره باعث کاهش بافت چربی کبد و کاهش اندازه تخمدان شده و کبد کوچک‌تر منجر به تولید تخم‌های کوچک‌تر می‌شود. در پژوهش دیگری Teruel و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که مقادیر بالاتر پروتئین و چربی جیره باعث افزایش عملکرد تولیدمثلی در *Abalone* (Linne *Haliotis asinina*) گردید؛ هم چنین Aby-ayad و همکاران (۱۹۹۷) با بررسی اثر اسیدهای چرب در مولدین Eurasian perch به این نتیجه رسیدند که افزایش سطوح n-3 HUFA باعث افزایش معنی‌داری در وزن لاروها می‌گردد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در مطالعه دیگری Navas و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که میزان زنده‌مانی در ماهیان تغذیه شده با لیپیدهای با کیفیت افزایش یافت. Bruce و همکاران (۱۹۹۹) نیز با بررسی لاروهای باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) ۴۸ ساعت پس از هچ و Duray (۱۹۹۴) با افزایش میزان چربی جیره مولدین خرگوش ماهی (*Siganus guttatus*) از ۱۲ به ۱۸ درصد، به نتایج مشابهی دست یافتند. زیرا

منابع

۲- حق پرست، پ.، فلاحتکار، ب.، خوش خلق، م. ر.، مکتب خواه، ب.، عفت پناه، ا.، نصراله زاده، ا. ۱۳۹۳. توسعه آبزی‌پروری، شماره ۲. صفحات ۲۱-۳۴.

۱- اکرمی، ر. ۱۳۸۷. اثرات اینولین به عنوان پریبیوتیک بر رشد، و میکرو فلور روده بچه فیل ماهی (*Huso huso*). پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران. ۱۲۰ صفحه.

13. Bruce, M., Ogen, F., Gorden, B., Austuriano, J. F., Farnadale, B., Carrillo, M. (1999). Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to productive performance. *Aquaculture*, 177; 85-97.
14. Chong, A. S. C., Hashim, R., Ali, A. B. (2000). Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon* spp). *Journal of Aquaculture Nutrition*, 6; 275-278.
15. Cisse, A. (1988). Effect of varying protein levels on spawning frequency and growth of *Sarotherodon melanotheron*. In: The second international symposium on tilapia in aquaculture, R. S. V. Pullin, T. Bhukasawan, K. Tonguthai and J. L. Maclean (eds). 329-333. ICLARM Conference Proceedings 15. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand and ICLARM, Manila, Philippines.
16. Dabrowski, K. (1977). Protein requirements of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture*, 12; 63-73.
17. Dahlgren, B. T. (1980). The effects of three different protein levels on the fecundity in the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). *Fish Biology*, 15; 83-97.
18. De Almeida Bicudo, A. J., Sado, R. Y., Cyrino, J. E. P. (2009). Growth and haematology of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed diets with varying protein to energy ratio. *Aquaculture Research*, 40; 486-495.
19. De Silva, S. S., Radampola, K. (1990). Effect of dietary protein level on the reproductive performance of *Oreochromis niloticus* (L.). In: The Second Asian Fisheries Forum, R. Hiranao and I. Hanyu (eds), Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp: 559-564.
20. Debnath, D., Pal, A. K., Sahu, N. P., Jain, K. K., Yengkokpam, S., Mukherjee, S. J. (2005). Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth and nutrient digestibility of *Pangasius pangasius* fingerlings. *Aquaculture Research*, 36; 180-187.
21. Duray, M. Kohno, H., Pascual, F. (1994). The effect of lipid enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (*Siganus guttatus*). *Philipp. Sci*, 31; 42-57.
- ۳- عنایت غلامپور، ط.، جعفری، و.، ایمانپور، م. ر.، کلنگی میاندره، ح. ۱۳۹۵. بررسی بیان ژن CYP19(a) و عملکرد تولیدمثلی ماهی گورخری (*Danio rerio*) تغذیه شده با جیره غنی شده با عصاره گیاه پنج‌انگشت *Vitex agnus (castus)*. فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، سال چهارم، شماره ۳.
- ۴- غفله مرضی، ج.، بقیه، ا.، مخیره، ز. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر شاخص‌های رشد و راندمان غذا در هامور خال دار جوان (*Epinephelus coioides*). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴. صفحات ۴۱-۵۶.
5. Aby-ayad, S. M. E. A., Melard, C., Kestemont, P. (1997). Effects of fatty acids in Eurasian perch broodstock diet on egg fatty acid composition and larvae stress resistance. *Aquaculture*, 5; 161-168.
6. Adewumi, A. A., Olaleye, V. F., Adesulu, E. A. (2005). Egg and sperm quality of the african catfish (*Clarias gariepinus*) (Burchell) broodstock fed differently heated soybean-based diets. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(1); 17-22.
7. Al Hafedh, Y. S., Siddiqui, A. Q., Al-Saidy, M. Y. (1999). Effects of dietary protein levels on gonad maturation, size and age at first maturity, fecundity and growth of Nile tilapia. *Aquaculture International*, 7; 319-332.
8. Bagenal, B. T. (1969b). Relationship between food supply and fecundity survival in brown trout (*Salmo trutta L.*). *Journal of Fish Biology*, 1; 167-182.
9. Brauge, C., Grraze, G., Medale, F. (1995). Effect of dietary levels lipid and carbohydrate on growth performance, body composition, and plasma glucose levels in rainbow trout reared at 8° or 18° C. *Reproduction Nutrition Development*, 35; 277-290.
10. Brendan, J., Hung, S. S. O., Mederano, J. (1988). Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 71; 235-245.
11. Bromage, N. R. (1995). Broodstock management and seed quality-general consideration. Blackwell, Oxford. 1995. p; 1-25.
12. Bromage, N. R. (1998). Broodstock management and the optimization of seed supplies. *Suisanzoshoku*, 46; 395-401.

22. Einen, O., Rome, A. J. (1997). Dietary protein/energy ratios for *Atlantic salmon* in relation to fish size, growth, feed utilization and slaughter quality. *Aquaculture Nutrition*, 3; 115-126.
23. Emata, A. C., Borlongan, I. G. (2003). A practical broodstock diet for the mangrove red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *Aquaculture*, 225; 83-88.
24. Feanandes, J. B. K., Carneiro, D. J., Sakomura, N. K. (2000). Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(3); 646-653.
25. Gao, W., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Liang, G. Y., Yang, H. J. (2010). Effect of dietary carbohydrates to lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 16(3); 327-333.
26. Garling, D. L., Wilson, R. P. (1976). Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus* *Nutrition*, 106; 1368-1375.
27. Ghanawi, J., Roy, L., Davis, A., I., Saoud, P. (2011). Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish (*Siganus rivulatus*). *Aquaculture*, 310; 395-400.
28. Ghazala, R., Tabinda A. B., Yasar. A. (2011). Growth response of Juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fed isocaloric diets with variable protein levels. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 21 (4); 850-856.
29. Ghosh, S. Sinha, A., Sahu, C. (2007). Effect of probiotic on reproductive performance in female live-bearing ornamental fish. *Aquaculture Research*, 38; 518-526.
30. Giri, S. S. Sahoo., S. K. Sahu., A. K., Meher. P. K. (2003). Effect of dietary protein level on growth, survival, feed utilisation and body composition of hybrid *Clarias* catfish (*Clarias batrachus* × *Clarias gariepinus*). *Animal Feed Science and Technology*, 104; 169-178.
31. Gunasekera, R. M., Shim, K. F., Lam, T. J. (1996a). Effect of dietary protein level on spawning performance and amino acid composition of eggs of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 146, 121-134.
32. Gutierrez, W., Zaldívar, J., Deza, S., Rebaza, M. (1996). Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de pacu, *Piaractus brachypomus*. *Folia Amazônica*, 8; 35-45.
33. Harper, A. E., Benevenga, N. J., Wohleuter, R. M. (1970). Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. *Physiological Reviews*, 50; 428-558.
34. Hepher, B. (1988). *Nutrition of pond fishes*. Cambridge university. Press, Cambridge, Great Britain, 388P.
35. Hislop, J. R., Robb, G., Gauld, J. A. (1978). Observation on effect of feeding level on growth and reproduction in haddock (*Melanogrammus aeglefinus* (L.)) in captivity. *Journal of Fish Biology*, 13; 85-98.
36. Izquierdo, M. S., Fernández-Palacios, H., Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197; 25-42.
37. Jauncey, K. (1992). The effect of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, 27; 43-54.
38. Keremah, R.I., Beregha, O. (2016). Effect of varying dietary protein levels on growth and nutrient utilization of cat fish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 2(1); 13-18.
39. Kjorsvik, E., Mangor-Jensen, A., Holmefjoerd, I. (1990). Egg quality in fishes. *Advances in Marine Biology*, 26; 71-113.
40. Lus, M. Durazo, E., Teresa Viana, M., Drawbridge, D. P. (2009). Effect of dietary lipid levels on performance, body composition and fatty acid profile of juvenile white seabass (*Atractoscion nobilis*). *Aquaculture*, 289; 101-105.
41. Mabroke, R. S., Azab, M., Tahoun, E. R., Suloma, A. (2012). Influence of dietary protein on growth, reproduction, seed chemical composition and larval survival rate of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstocks of different size groups under hapta-in-pond hatchery system. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 7(2); 203-220.
42. MacFarlane, B. Norton, E. C., Bowers, M. J. (1993). Lipid dynamics in relation to the annual reproduction cycle in yellowtail rockfish (*Sbastes flavidus*). *Fisheiries and Aquatic Science*, 50; 391-401.
43. Mandal, B., Mukherjee, A., Banerjee, S. (2010). Growth and pigmentation development efficiencies in fantail guppy (*Poecilia reticulata*) fed with commercially available

- feeds. Agriculture. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(6); 1264-1267.
44. Marimuthu, K., Jesu Arokiaraj, A., Haniffa, M. A. (2009). Effect of diet quality on seed production of the spotted snakehead (*Channa punctatus*) (Bloch). Sustainable Agriculture, 1(1); 06-09.
45. Martino, R. C., Cyrino, J. E. P., Portz, L., Trugo, L. m. C. (2002). Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. Aquaculture, 209; 209-218.
46. Milton, D. A., Arthington, A. H. (1983). Reproductive biology of *Gambusia affinis holbrooki* Baird and Girard, *Xiphophorus helleri* (Gunther) and *X. maculatus* (Heckel) (Pisces: Poeciliidae) in Queensland. Australia journal of Fish Biology, 23; 23– 41.
47. Mommsen, T. P., Walsh, P. J. (1988). Vitellogenesis and oocyte assembly. In: W. S Hoar and D. J. Randall (eds.): Fish Physiology. Academic Press, New York, pp; 347-406.
48. Navas, J. M., Bruce, M., Trush, M., Farndale, B. M., Bromage, N., Zanuy, S. (1997). The impact of seasonal alteration in the lipid composition of broodstock diets on egg quality in the European sea bass. Fish Biology, 51; 760–773.
49. Ng, W. K., Abdullah, N., De Silva, S. S. (2008). The dietary protein requirement of the Malaysian mahseer, *Tortambroides*, and the lack of protein-sparing action by dietary lipid. Aquaculture, 284; 201-206.
50. Pei, Z., Xie, S. Lei, W. Zhu, X., Yang, Y. (2004). Comparative study on the effect of dietary lipid level on growth and feed utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris Günther*). Aquaculture Nutrition, 10; 209–216.
51. Rahim, A., Abbas, G., Ferrando, S., Lorenzo Gallus, L., Abdul, G., H. Mateen, A. (2016). Effects of varying dietary protein level on growth, nutrient utilization and body composition of juvenile blackfin sea bream (*Acanthopagrus berda*) (Forsskal, 1775). Pakistan J. Zool, 48(4); 1089-1097.
52. Sa, M. V., Fracalossi, D. M. (2011). Dietary protein requirement and energy to protein ratio for piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 3(1); 1-10.
53. Saghaei, A., Ghotbeddin, N., Ghatrami, E. R. (2015). Evaluation of growth performance and body composition of Oscar fish (*Astronotus ocellatus*) in response to the consumption of dietary intake of garlic (*Allium sativum*). Bioflux Society, 8; 485- 490.
54. Santiago, C. B., Aldaba, M. B., Laron, M. A. (1983). Effect of varying dietary crude protein levels on spawning frequency and growth of *Sarotherodon niloticus* breeders. Fish Research, 8; 9– 18.
55. Santiago, C. B., Reyes. O. S. (1991). Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. Aquaculture, 93; 155–165.
56. Sargent, J. R., Bell, J. G., Bell, M. V., Henerson, R. J., Tocher, D. R. (1995). Requirement criteria for essential fatty acids. Applied Ichthyology, 11; 183- 198.
57. Seghal, H. S., Toor, H. S. (1991). Off spring fitness and fecundity of an Indian major carp (*Labeo rohita*) (Ham.) in relation to egg size. Aquaculture, 97; 269– 279.
58. Shearer, K. D., Swanson, P. (2000). The effect of whole body lipid on early sexual maturation of 1q age male chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, 190; 343–367.
59. Shearer, K. D. (1994). Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on Salmonids. Aquaculture, 119; 63–88.
60. Singh, B. N., Bhanot, K. K. (1988). Observation on the protein requirement of *Catla catla* (Ham) fry. In: Proceedings of First Indian Fisheries Forum (Joseph, M.M. ed), Asian Fisheries Society, Indian Branch, Mangalore, 77-78.
61. Teruel, M. N. B., Millamena, O. M., Fermin, A. C. (2001). Reproductive performance of hatchery-bred donkey's ear abalone (*Haliotis asinina*) Linne, fed natural and artificial diets. Aquaculture Research, 32; 249-254.
62. Tissera, K. (2012). The global ornamental fish industry: an outlook on the first decade of the new millennium. International Conference on the Global Ornamental Fish Industry –Way Forward. February 2012, Cochin, Kerala, India.
63. Tuan, L. A., Williams, K. C. (2007). Optimum dietary protein and lipid specification for juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture, 267; 129-138.
64. Usman, R., Laining, A., Ahmad, T., Williams, K. C. (2005). Optimum dietary protein and lipid specifications for grow-out of humpback grouper *Cromileptes altivelis*

(Valenciennes). *Aquaculture Research*, 36; 1285-1292.

65. Vergara, J. M., Fernandez-Palacios, H., Robaina, L., Jauncey, K., De La Higuera, M., Izquierdo M. (1996). The effects of varying dietary protein level on the growth, feed efficiency, protein utilization and body composition of gilthead sea bream. *Fisheries Science*, 62; 620-623.

66. Wee, K., Tuan, N. A. (1988). Effects of dietary protein level on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, R. S.

V. Pullin, T. Bhukasawan, K. Tonguthai and J. L. Maclean (eds), *ICLARM Conference Proceedings 15*. Department of Fisheries, Bangkok, and ICLARM, Manila, 401-410.

67. Williams, A., Begg, G., Pears, R., Garrett, R., Larson, H., Griffiths, S., Lloyd, J. (2004b). *Groupers. key species: a description of key species groups in the northern planning area*. National Oceans Office, Hobart, Australia. 147-155.

68. Zon, L. I., Peterson, R. T. (2005). In vivo drug discovery in the Zebra fish. *Natural Review Drug Discovery*, 4; 35- 44.



The Effect of Different Levels of Dietary Protein and Lipid on Growth Indices and Reproductive Performance in Zebra Fish (*Danio rerio*)

F. Riki¹, M. Sudagar², H. Paknejad³, S. Yousefi Siyahkalrudy⁴

1.P.H.D student, Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2.Associate Professor, Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. sudagar.2015@gmail.com

3.Associate Professor, Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

4.Associate Professor, Department of Biology, Islamic Azad University (Varamin Branch - Pishva), Varamin, Iran.

Received:2018.03. 12

Accepted: 2019.10.3

Abstract

Inroduction & Objective: The use of appropriate diets is one of the most important biological components for growth and health fish, and also it effects on fertility, egg production and egg quality. In this research, the effect of different levels of protein and lipid on growth indices and reproduction performance in zebra fish (*Danio rerio*) was investigated.

Material and Methods: 9 diets with 3 protein levels(25, 30 and 35%) and 3 lipid levels (4, 8 and 12%) was conducted to evaluate the protein and lipid ratio for optimum growth and reproduction of zebra fish. 135 fishes were categorized into five groups with an average biomass (\pm SD) of 1.23 ± 0.02 (gr) and with a sex ratio of 2 to 3 (male / female) were randomly distributed into 27 aquaria (20-liter) and fed 3 times daily during 4 months.

Results: The results revealed that the interaction between protein and lipid increased the weight, body weight gain, dietary efficiency, fish growth rate and survival ($P < 0.05$), but feed conversion ratio reduced significantly ($P < 0.05$). Increasing dietary protein levels increased ($P < 0.05$) nutritional efficiency, specific growth rate, percentage of body weight gain, weight and survival of the larvae and decreased conversion ratio of food and daily food intake significantly ($P < 0.05$). Body weight gain, nutritional efficiency, growth rate, weight gain and survival of the larvae was significantly higher ($P < 0.05$) and feed conversion ratio was lower ($P < 0.05$) in the fish fed 12% lipid.

Conclusion: The diet containing 35% protein with 12% lipid would be suitable for optimum growth and reproduction of zebra fish.

Keywords: Zebra fish, Growth indices, Reproduction performance, Protein, Lipid.