تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر شاخص های رشد و راندمان غذا در هامور خال‌دار جوان *Epinephelus coioides*

جاسم غفله مرمضی[1]*؛ اسماعیل پقه[2] و زهره مخیر[3]
jmarammazi@yahoo.com
۱و۲- پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، اهواز، صندوق پستی:
۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران، تهران صندوق پستی: ٦١١٦-١٤١٥٥٥
تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۱

چکیده

به منظورتعیین پروتئین و انرژی مورد نیاز ماهی هامور معمولی *Epinephelus coioides* در مرحله انگشت قدی, ۹ جیره غذایی نیمه خالص حاوی سه سطح پروتئین خام (٤٠، ٥٠ و ٦٠ درصد) و سه سطح انرژی قابل هضم (١٦,١٤ ١٨و کیلوژول بر گرم)، در یک سیستم آب در گردش (۲ لیتر بر دقیقه) با متوسط (±انحراف معیار) دمایی ۱/۱۱±۲٤/۳۲ درجه سانتیگراد برای ۸ هفته آزمایش شد. سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد که هر تکرار ۲۰ عدد ماهی با میانگین (± انحراف معیار) (٠/٤±١٦/٧٩ گرم) در مخازن پلی اتیلینی حدود ۳۰۰ لیتری ذخیره سازی و روزانه دوبار تا حد سیری تغذیه می شدند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بازماندگی, شاخص کبدی و شاخص وضعیت به صورت معنی داری تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی قرار نمی گیرد. اما پارامتر های کارایی رشد, بازده غذایی و پروتئینی, ضریب تبدیل غذایی و دریافت غذای روزانه به طور معنی داری تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی قابل هضم قرار گرفته اند. جیره شماره ٥ (٥٠ درصد و انرژی قابل هضم ١٦کیلوژول بر گرم) مناسب ترین جیره بود و بهترین میزان کارایی رشد, بازده غذایی و پروتئین را در بین جیره های آزمایش شده نشان داد. مقدار ظاهری استفاده از پروتئین خالص (ANPU) در بین سطوح مختلف پروتئین و انرژی قابل هضم اختلاف معنی داری نداشت. میزان چربی, رطوبت و خاکستر ترکیبات بدن تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی قرار گرفت. چربی بدن ماهی با افزایش سطح انرژی افزایش و رطوبت و خاکستر لاشه کاهش یافتند. پروتئین لاشه تحت تاثیر سطوح مختلف انرژی جیره غذایی قرار نگرفت, اما با افزایش پروتئین جیره غذایی از ٤٠ به ٥٠ درصد در سطوح ثابت انرژی به طور معنی داری افزایش یافت. این مطالعه نشان داد که ماهی هامور معمولی *E. coioides* بهترین رشد را در جیره غذایی حاوی پروتئین ٥٠ درصد، انرژی قابل هضم ١٦ کیلوژول برگرم و با نسبت پروتئین به انرژی قابل هضم، ۳۱/۲۵ میلی گرم بر کیلوژول دارند.

لغات کلیدی: ماهی هامور، پروتئین، انرژی، جیره غذایی، رشد، تغذیه

مقدمه

غذا از مهمترین عوامل تعیین کننده در افزایش موفقیت آبزی‌پروری میباشد و بخش عمده‌ای از کل هزینه اجرایی مزارع پرورشی ماهی را در برمی‌گیرد. از میان گروههای مواد مغذی مورد نیاز ماهیان، پروتئین‌ها به عنوان مهمترین و گرانترین بخش جیره به حساب می‌آیند. نامتعادل بودن اجزای جیره ضمن کاهش رشد و نارسایی‌های فیزیولوژیک و بهداشتی برای

*نویسنده مسئول

آبزی، مشکلات فراوان زیست محیطی را نیز در پی‌خواهد داشت (Beveridge, 1996; New, 1996; Williams *et al*., 2004a; Tucker *et al*., 2000). به همین دلیل در فرموله کردن جیره فقط حداکثر رشد مطرح نبوده بلکه کاهش هزینه تولید از طریق به حداقل رساندن هزینه جیره و مخصوصا صرفه جویی در منابع پروتئینی با در نظر گرفتن رشد اقتصادی آبزی و به حداقل رساندن تبعات نامطلوب زیست محیطی در اکوسیستم مرتبط با آبزی‌پروری از ملاحظات بسیار مهم و حساس در صنعت آبزی پروری تلقی می‌شود (Bureau *et al*., 2002; Sà *et al*., 2006; Lupatsch *et al*., 2001; Boujard *et al*., 2004; Ali & Jauncey, 2005; Tibettes *et al*., 2000). از طرفی دیگر کم یا زیاد بودن آن نسبت به سطح مطلوب در جیره تاثیرات نامطلوبی از نظر اشتها، میزان مصرف غذا ، رشد و کیفیت محصول و در نهایت بازده اقتصادی بر جای خواهد گذاشت. به همین دلیل متعادل ساختن میزان انرژی در جیره مانند پروتئین اهمیت بسیار زیادی داشته که باید به آن پرداخته شود (Lupatsch *et al*., 2001; Salhi *et al*., 2004; Lin & Shiau, 2003; Lee *et al*., 2000).

با توجه به اهمیت هامور ماهیان از لحاظ اقتصادی و بویژه در صنعت آبزی‌پروری مطالعات نسبتا وسیعی در زمینهٔ بیولوژی و تغذیه طبیعی و جیره‌های اقتصادی آن بعمل آمده است (دهقانی و کمالی، ۱۳۷۵; عباسی و همکاران، ۱۳۸۶, Shapiro, 1987). Chen و Tsai (۱۹۹۴) سطح پروتئین مطلوب برای رشد ماهی هامور *Epinephelus malabaricus* در مرحله جوانی را ۴۷/۸ درصد تعیین کردند. Millamena (۲۰۰۲) با بررسی جایگزینی پودر ماهی با آردهای گوشت حیوانات فرآوری شده در جیره هامور انگشت قد گونه *E. coioides* (با میانگین (±انحراف معیار) وزن اولیه ۰/۵۵+ ۶/۱ گرم) نتیجه گرفتند که می‌توان تا ۸۰ درصد آرد ماهی جیره را بدون تبعات منفی بر رشد، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی با پودر گوشت فرآوری شده یا پودر خون موجودات خشکی زی جایگزین نمود.

Luo و همکاران (۲۰۰۴) نیازهای پروتئینی ماهی انگشت قد *E. coioides* (با میانگین (±انحراف معیار) وزن اولیه ۱۰/۷±۰/۲گرم را در قفس‌های پرورشی مطالعه نموده و نتیجه‌گیری کردند که با افزایش پروتئین جیره از سطح ۳۵ به ۴۵ درصد، رشد ماهی افزایش و در سطح بالاتر از ۴۵ درصد، کاهش می‌یابد. از لحاظ دیگر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای اختلاف معنی‌داری بین جیره‌ها مشاهده نگردید. همچنین Tuan و Williams (۲۰۰۷) نشان دادند که بازماندگی در ماهیان انگشت قد گونه *E. malabaricus* تحت تاثیر جیره غذایی با سطوح مختلف پروتئین و چربی قرار نمی‌گیرد و در نهایت آنها سطح پروتئین ۵۵ و چربی۱۲ درصد و نسبت پروتئین خام به انرژی کل ۲۸ میلی‌گرم بر کیلوژول را برای ماهیان انگشت قد پیشنهاد دادند.

با توجه به توفیق در دستیابی به بیوتکنیک تکثیر و پرورش مصنوعی این گونه در کشور و اهمیت آن در صنعت آبزی‌پروری سواحل جنوب، تهیه جیره مناسب برای پرورش اقتصادی آن ضروری است. واضح است که تعیین سطح مناسب پروتئین و انرژی جیرهٔ مذکور از اولویت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس تحقیق حاضر با هدف تعیین سطوح مناسب پروتئین و انرژی، تعیین مناسبترین نسبت پروتئین به انرژی قابل هضم (P/E) و در نهایت تغییرات ترکیبات بدن ماهی هامور جوان تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی مورد مطالعه در این تحقیق طراحی و به مرحلهٔ اجرا در آمد.

مواد و روش کار

عملیات پرورش بچه ماهیان هامور در این تحقیق از تاریخ ۱۳۸۷/۷/۶ به مدت ۸ هفته در ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) وابسته به پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور به اجرا درآمد. بطوریکه مراحل مختلف نگهداری و تغذیه ماهیان در ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) انجام شد و کلیه مراحل مربوط به تعیین و ساخت جیره‌های غذایی آزمایشی و آنالیزهای بیوشیمیایی در پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور انجام گردید.

در این تحقیق ۹ جیره آزمایشی با سه سطح پروتئین (۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد) و سه سطح انرژی قابل هضم (Digestible energy) ۱۴، ۱۶و ۱۸ کیلوژول بر گرم) ساخته شد (جدول ۱). فرمولاسیون جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی Windows User-Friendly Feed Formulation Data Again (WUFFFDA) انجام گردید.

برای تهیه جیره غذایی ابتدا مواد اولیه خشک شامل: کنجاله سویا، سبوس برنج و گندم با آسیاب صنعتی (Model Chinal GR187 Industrial Mill Co,) کاملاً خرد شدند و

سپس هر کدام بطور جداگانه از الک ۵۰۰ میکرون گذشتند تا نمونه‌ای یکدست حاصل شود.

مواد اولیه خشک به استثنای مکمل ویتامینی براساس جداول وزنی اجزای جیره‌های غذایی فرموله شده و با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و پس از مخلوط کردن ابتدایی با دست، در دستگاه مخلوط کن صنعتی به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شدند تا مخلوط یکدست و یکنواخت شود. سپس روغن و مکمل ویتامینی براساس وزن محاسبه شده در جیره غذایی به مخلوط اضافه گردید و در نهایت به منظور ایجاد حالت خمیری به مخلوط، آب اضافه شده و به مدت ۳۰ دقیقه مجدداً مخلوط شدند تا یک خمیر مطلوب بدست آید. خمیر حاصل را در درون دستگاه چرخ گوشت ریخته تا پلت‌های غذایی ساخته شود. برای این منظور از صفحه مشبک با قطر مناسب ۲/۵ میلی‌متر استفاده شد (Luo *et al*., 2004).

پلت‌های ساخته شده، با استفاده از دستگاه آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از خشک شدن، جیره‌ها به پلت‌های کوچک با اندازه مناسب تبدیل شدند. برای اندازه‌گیری وزن هر پلت ابتدا وزن خشک ۱۰۰ عدد پلت از هر جیره بدست آمده، سپس بر تعداد آن تقسیم گردید. جیره‌های تهیه شده در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و شماره‌گذاری و به ایستگاه ماهیان دریایی واقع در بندر امام خمینی (ره) ارسال شد که تا زمان استفاده، در شرایط مطلوب از لحاظ نور و دما، نگهداری شدند.

جدول ۱ : اجزای غذایی و آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی در آزمایش (براساس درصد وزن خشک)

Diet	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9
پروتئین (درصد)	٤٠	٤٠	٤٠	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
انرژی (کیلو ژول بر گرم)	١٤	١٦	١٨	١٤	١٦	١٨	١٤	١٦	١٨
مواد غذایی (درصد)									
کازئین[1]	١١/٥٠	١٦/٠٠	١٧/٠٠	٢٥/٦١	٢٨/١٨	٣١/٠٢	٤٦/٢٣	٤٨/٠٠	٦٥/٠
کنجاله سویا[1]	٣٨/٣٠	١٤/٠٠	٨/١٥	١٢/٠٠	٩/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٤/٠٠	١/٠٠
آرد ماهی[1]	١٦/٠٠	٢٩/٠٠	٣٢/١٧	٣٥/٠٠	٣٤/١٨	٣٢/٥٤	٣٠/٢٨	٢٩/١١	١١/٥٠
سبوس گندم[1]	٣/٧٠	٤/٠٠	٤/٣٠	٤/٠٠	٤/٠٠	٣/٠٠	٣/٠٠	٢/٠٠	–
سبوس برنج[1]	٣/٥٠	٤/٥٠	٤/٥٠	٤/٠٠	٤/٠٠	٢/٨٠	٢/٠٠	٢/٠٠	٠/٥٠
روغن ماهی	٥/٠٠	٨/٥٠	١٢/٠٠	٢/٣٥	٥/٠٠	٩/١٠	٠/٥٠	٣/٠٠	٨/٥٠
روغن سویا	٦/٠٠	٨/٥٠	١٠/٩٠	٢/٠٧	٦/٠٠	٩/٠٠	٠/٨٠	٤/١٥	٨/٥٠
ژلاتین[1]	٣/٠٠	٣/٠٠	٣/٠٠	٣/٠٠	٣/٠٠	٤/٠٠	٤/٠٠	٤/٠٠	٣/٠٠
زئولیت[1]	١١/٠٠	١٠/٥٠	٦/٢٨	٩/٦٧	٤/٦٤	١/٥٤	٦/١٩	١/٧٤	–
ویتامین ها[2]	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠
مواد معدنی[3]	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠
آنالیز تقریبی(درصد در وزن خشک)									
پروتئین خام	٤٠/٦٧	٤٠/١٢	٤٠/٥٩	٥٠/١٧	٥٠/٢١	٥٠/٣٣	٥٩/٨٨	٥٩/٥٢	٥٩/٧٤
چربی خام	١٥/٣٣	٢٣/٤٤	٢٩/٨٤	١٢/١٦	١٨/٥٦	٢٥/٢٨	٨/٣٤	١٣/٩٥	٢١/٥٨
خاکستر	١٥/٥٣	١٤/٩٧	١١/٠٦	١٥/١٧	١٠/٥٢	٧/٢٥	١٢/٢٩	٨/١٧	٥/٤٠
فیبر	٦/١١	٤/٩٤	٤/٥٥	٤/٩٧	٤/٦٨	٣/٧٠	٣/٥٦	٣/٣٢	١/٨٤
NFE	١٥/٦٢	١١/٠١	٩/٠٩	١١/٤٣	١٠/٥٢	٨/٥٤	١٠/٠٩	٩/٦٥	٧/٤٢
DE(KJg^{-1})	١٤/٤١	١٦/٠٦	١٧/٩٧	١٣/٩٥	١٦/٢٥	١٧/٩٧	١٤/٠٧	١٥/٨٥	١٨/٢٢
CP/DE[4]	٢٧/٧٥	٢٤/٩٠	٢٢/٢٥	٣٥/٨٤	٣٠/٠٧	٢٧/٨٢	٤٢/٦٤	٣٧/٨٥	٣٢/٩٣

۰. آنالیز تقریبی مواد اولیه براساس درصد وزن خشک {کازئین (۵/۲۵ درصد رطوبت، ۷۵ درصد پروتئین خام، ۲ درصد چربی، ۱/۷٤ درصد فیبر، ۷/۵ درصد خاکستر)، آرد ماهی (۵/۸۵ درصد رطوبت، ٦١/٢ درصد پروتئین خام، ۱۹/۳ درصد چربی، ۳/۳۸ درصد فیبر، ۷/۵ درصد خاکستر)، ژلاتین (۸/۸۹ درصد رطوبت، ۹٦ درصد پروتئین خام، ۲/۱ درصد چربی، ۹٤ درصد فیبر، ۱/۱ درصد خاکستر)، کنجاله سویا (۹ درصد رطوبت، ٤٨/٤ درصد پروتئین خام، ۲/۳ درصد چربی، ۹/۱ درصد فیبر، ٦/٦ درصد خاکستر)، سبوس گندم (۵/٦۵ درصد رطوبت، ١٤/٤۵ درصد پروتئین خام، ۳/٤ درصد چربی، ١٤/٢ درصد فیبر، ۵ درصد خاکستر)، سبوس برنج (٦/٦ درصد رطوبت، ٤ درصد پروتئین خام، ۱/۵۵ درصد چربی، ٤١ درصد فیبر، ۱۹/۷ درصد خاکستر)، زئولیت (٦/۹ درصدرطوبت، ۹۰ درصد خاکستر).

۱. مکمل ویتامین ها برای هر کیلوگرم غذای تولید شده براساس لابراتورهای سیانس به شرح زیر است:

۲. **vitA:1600000IU, vitD3=400000IU, vitE=40g, vitK3=2g, B3=12g, B2=8g, B9 =2g, B6=4g, B5=40g, B1=6g C=60g., H2=24g., B12=8mg, Inositol= 20 g .**

۳. کریر حدود یک کیلو گرم.

٤. مکمل مواد معدنی برای هر کیلوگرم، تولید شده در لابراتورهای سیانس بشرح زیر است:

۵. آهن: ٢٦گرم، روی: ١٢/۵گرم؛ سلنیوم: ۲ گرم، منگنز: ۱۵۸ گرم، ید: یک گرم، کبالت: ٤٨٠ میلی‌گرم، مس: ٤/٢ گرم، کولین کلراید: ١٢گرم، کریر حدود یک کیلو گرم.

یکی از سوله‌های ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) مجهز به سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی و شیرهای تنظیم آب و هوا و سیستم گرمایشی آماده گردید. تعداد ۲۷ مخزن پلی‌اتیلینی مدور۳۰۰ لیتری که با سیستم آب در گردش و سنگ هوا مجهز شده بود مورد استفاده قرار گرفت. بطور دائم آب دریایی که از فیلتر شنی عبور داده می‌شد تقریباً با جریان آبی دو لیتر در دقیقه (Shiau & Lin, 2002; Luo *et al*., 2006) وارد تانک‌ها شده و آب اضافی از طریق لوله‌های خروجی از کف هر تانک خارج می‌شد. هر روز صبح قبل از غذادهی ابتدا فضولات و غذای مانده در کف تانکها با استفاده از شلنگ، به خارج سیفون شده و سپس با اضافه کردن آب تازه، سطح آب مخازن تنظیم می‌گردید.

در این پژوهش ۹ تیمار غذایی شامل سه سطح پروتئین در سه سطح انرژی و برای هر تیمار سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفت (در مجموع ۲۷ تانک پرورش)، چیدمان تیمارها و تکرارها بصورت کاملاً تصادفی صورت گرفت. برای ذخیره‌سازی در تانکهای پرورش از بچه ماهیان هامور انگشت قد با میانگین (±انحراف معیار) وزنی ۰/۴±۱۶/۷۹ گرم استفاده شد و در هر تانک تعداد ۲۰ عدد بچه ماهی ذخیره سازی گردید. این بچه ماهیان حاصل تکثیر ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) در فروردین ۱۳۸۷ بودند. دو هفته قبل از شروع آزمایش به منظور سازگاری ماهیان به غذای دستی، با جیره حاوی کمترین سطح انرژی و پروتئین تغذیه شدند.

زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار، بصورت توده‌ای انجام می‌شد. به منظور کاهش استرس ماهی‌ها قبل از توزین با استفاده از آرد گل میخک (به میزان ۰/۱۰ گرم بر لیتر) بیهوش می‌شدند (شریف پور و همکاران، ۱۳۸۱). وزن ماهی با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و طول با استفاده از تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر اندازه گرفته شد.

غذادهی در دو وعده (صبح و عصر) انجام گرفت و نیمی در ساعت ۸/۳۰ صبح و نیم دیگر آن در ساعت ۴/۳۰ بعدازظهر داده شد (Lin & Shiau, 2003). در هنگام غذادهی جریان آب و هواده قطع شده تا تلاطم آب کم و اطمینان حاصل شود غذا در اختیار ماهی قرار می‌گیرد. پس از گذشت مدت زمان ۴۰ تا ۵۰ دقیقه بعد از غذادهی، در صورتیکه غذای مصرف نشده‌ای در کف تانک باقیمانده بود، تعداد دانه آنها شمارش شده و با ضرب آن در میانگین وزن هر عدد غذا مقدار وزنی غذای باقیمانده بدست آمده. از مقدار غذای داده شده کم می‌شد تا مقدار واقعی غذای مصرفی در هر تانک بدست آید و سپس از طریق سیفون کردن از تانک خارج شد (Tuan & Williams, 2007). براساس میزان غذای باقیمانده در هر تانک مقدار غذای لازم برای روز بعد محاسبه گردید. در روزی که زیست‌سنجی انجام گرفت تانکها تمیز شده و غذادهی صورت نگرفت. میزان مرگ و میر روزانه بررسی و گزارش می‌گردید و ماهی‌هایی که طی دوره آزمایش تلف شده بودند از تانک برداشته و جایگزین نگردیدند (Lin & Shiau, 2003).

قبل از شروع آزمایش ۲۰ عدد ماهی بطور تصادفی برای آنالیز ابتدایی لاشه انتخاب شد. بعد از ۸ هفته دوره آزمایش بطور تقریبی ۱۸ ساعت بعد از آخرین غذادهی کل ماهی‌های هر تانک شمارش و وزن شدند.

بعد از بدست آوردن وزن نهایی کل ماهی‌های هر تانک، یک چهارم تعداد ماهیان برای تعیین آنالیز لاشه نهایی بطور تصادفی انتخاب شدند. آنالیز تقریبی مواد اولیه جیره، جیره‌های آزمایشی و لاشه ماهیان قبل و بعد از آزمایش با روش کار استاندارد جیره AOAC (1997) انجام شد.

برای محاسبه پروتئین خام، پس از هضم نمونه‌ها (با استفاده از دستگاه Digest Automat K438, Buchi) مقدار نیتروژن کل در نمونه‌ها با استفاده از روش کلدال (دستگاه K370 Kejldahl Auto, Buchi) و ضرب آن در عدد ۶/۲۵ تعیین شد. چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج و با دستگاه Analyser fat محاسبه گردید. خاکستر با سوزاندن لاشه در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری شد. میزان فیبر خام بوسیله دستگاه فیبرسنج (شرکت Velp) و با استفاده از هضم اسیدی (اسید سولفوریک) و هضم قلیایی (هیدروکسیدسدیم) محاسبه گردید. عصاره فاقد ازت (NFE) از طریق روش محاسباتی تفریق میزان پروتئین، چربی، فیبر، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ حساب گردید. همچنین میزان انرژی قابل هضم جیره‌ها، با در نظر گرفتن انرژی قابل هضم هر یک از مغذی‌های تشکیل دهندهٔ آن یعنی: پروتئین (گیاهی ۳/۸۵ و حیوانی ۴/۲۵)، چربی ۸/۱ و کربوهیدرات (گیاهی ۲ و حیوانی ۴/۲۵) کیلوکالری به ازای هر گرم بر آورد گردید (ADCP, 1983).

در پایان دوره پرورش آزمایشی و ثبت داده‌های بدست آمده، شاخص‌های رشد، بازماندگی و شاخص‌های تغذیه‌ای با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

افزایش وزن بدن (Weight Gain) (WG)

وزن اولیه بدن – وزن نهایی بدن = افزایش وزن بدن (گرم)

درصد افزایش وزن بدن (WG درصد) (Weight Gain درصد)

/ (وزن اولیه بدن – وزن نهایی بدن)} = درصد افزایش وزن بدن

١٠٠ × {وزن اولیه بدن

شاخص وضعیت درصد (CF) یا (Condition Factor)

١٠٠× {^{٣} (طول(سانتیمتر)) / وزن (گرم)} = شاخص وضعیت

ضریب رشد ویژه (SGR درصد) (Specific Growth Rate)

١٠٠ × [روزهای پرورش/{ (وزن اولیه بدن) Ln - (وزن نهایی بدن)Ln}] = نرخ رشد ویژه

ضریب تبدیل غذایی (FCR) (Feed Conversion Ratio)

/ میزان غذای مصرفی (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

افزایش وزن بدن(گرم)

دریافت غذای روزانه (DFI) (Feed Intake Dialy)

١٠٠ × [مدت زمان آزمایش×٢ /(وزن نهایی + وزن اولیه)] /

میزان غذای مصرفی = (درصد) دریافت غذای روزانه

میزان کارآیی پروتئین (PER) (Ratio Effieiency Protein)

مصرفی(گرم) / افزایش وزن بدن(گرم) = میزان کارآیی پروتئین

پروتئین

مقدار ظاهری استفاده از پروتئین خالص (ANPU درصد)

(Protein Utilization Net Apparent)

=(درصد) مقدار ظاهری استفاده از پروتئین خالص

١٠٠ ×[پروتئین مصرفی(گرم) /(پروتئین اولیه لاشه–پروتئین نهایی لاشه)]

درصد بازماندگی (Survival rate)

١٠٠ × (تعداد اولیه ماهی / تعداد نهایی ماهی) = (درصد) بازماندگی

از آنالیز واریانس یکطرفه و دو طرفه جهت مقایسه ی تیمارها و معنی‌دار بودن یا نبودن میانگین‌های تیمارهای مختلف به کمک آزمون دانکن مقایسات چندگانه صورت گرفت. آزمون‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS ,version 11.5 و در سطح خطای ٠/٠٥ انجام شد. برای رسم کلیه نمودارهای این آزمایش از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

از لحاظ بازماندگی، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (P>0.05) حداقل بازماندگی مربوط به تیمارهای اول، ششم، هشتم و نهم با ٩٨/٣ درصد بود و بقیه تیمارها بازماندگی ١٠٠ درصد را نشان دادند (جدول ٢).

حداقل و حداکثر وزنهای انتخاب شده ماهیان برای مرحله آداپتاسیون ١٦/٢ و ١٨ گرم بود که متوسط وزن ١٦/٧٩±/٤ گرم محاسبه شد. برای متغیر وزن برای تیمارها در شروع آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>0.05).

در پایان دوره آزمایش بیشترین میانگین (±انحراف معیار) وزن نهایی (٣٣/٨٥±٠/٣) گرم) مربوط به تیمار ٥ و کمترین میزان رشد به میزان (٢٥/٦٨±١/٠٢ گرم) در جیره D9 (پروتئین ٦٠ درصد و انرژی ١٨ کیلوژول بر گرم) بدست آمد که با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری داشت (P>0.05,) (جدول٣). سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر میزان رشد موثر بوده بطوریکه اختلاف بین سطح پروتئین ٥٠ درصد با دو سطح پروتئین ٤٠ و٦٠ درصد معنی‌دار (P>0.05) بوده است (جدول۴). همچنین بین سطوح انرژی ١٦ و ١٨ کیلوژول بر گرم اختلاف معنی‌داری (P>0.05) وجود داشت (جدول ٥).

جدول ٢: بازماندگی ماهی هامور انگشت قد در تیمارهای مختلف در انتهای دوره آزمایش

تیمارها	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9
بازماندگی (درصد)	٩٨/٣±١/٦٦	١٠٠/٠±٠/٠٠	١٠٠/٠±٠/٠٠	١٠٠/٠±٠/٠٠	١٠٠/٠±٠/٠٠	٩٨/٣٣±١/٦٦	١٠٠/٠±٠/٠٠	٩٨/٣٣±١/٦٦	٩٨/٣٣±١/٦٦

در مورد طول کل تغییرات کمی مشاهده شد و سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر روی این شاخص تاثیر معنی‌داری نداشت (P>0.05) (جداول۴ و ٥). بیشترین میانگین طول کل در تیمار D4 (پروتئین ٥٠ درصد و انرژی ١۴ کیلوژول بر گرم) به میزان ١٣/٢±٠/٢٧ سانتیمتر و کمترین میانگین طول هم در

جیره D8 (پروتئین ۶۰ درصد و انرژی ۱۶ کیلوژول بر گرم) به میزان ۱۲±۰/۱۵ سانتیمتر مشاهده گردید (جدول۳).

براساس جداول ۴ و ۵ درصد افزایش نسبی بدن تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی قرار گرفت و با افزایش سطح پروتئین، درصد افزایش وزن بدن تا ۵۰ درصد افزایش و سپس کاهش یافت. بین جیره حاوی پروتئین ۵۰ درصد با سطوح پروتئین ۴۰ و۶۰ درصد اختلاف معنی‌داری (P>0.05) مشاهده شد. درصد افزایش وزن بدن در بین سطوح مختلف انرژی از سطح ۱۴ تا ۱۶ کیلوژول برگرم معنی‌داری نبود (P>0.05) و سپس تا سطح معین ۱۸ کیلوژول بر گرم بطور معنی داری کاهش یافت (P>0.05). در میان جیره‌های غذایی، بیشترین درصد افزایش بدن در جیره D5 به مقدار ۹۹/۰۲±۰/۷۳ درصد و کمترین میزان آن در تیمار D9 به میزان ۵۵/۷۵±۵/۵ درصد محاسبه شد. تیمار D9 با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P>0.05) و تیمار ۵ به جز با تیمار ۶ و ۷, با سایر تیمارها اختلاف معنی دار (P>0.05) داشت (جداول۳, ۴ و ۵).

بیشترین ضریب رشد ویژه در جیره D5 با میانگین (±انحراف معیار) میزان ۱/۲۴±۰/۰۱ مشاهده شد که با تمام تیمارها به جز با تیمارهای D6 و D7 اختلاف معنی‌داری داشت (P>0.05). کمترین میزان ضریب رشد ویژه در تیمار D9 به مقدار عددی ۰/۷۸±۰/۰۶ محاسبه شدکه با سایر تیمارها اختلاف معنی دار داشت (P>0.05) (جدول۳). سطوح مختلف پروتئین در جیره بر ضریب رشد ویژه تاثیر گذار بود بدین مفهوم که سطح پروتئین ۵۰ درصد با سطوح ۴۰ و۶۰ درصد از لحاظ این شاخص اختلاف معنی داری را نشان داد (P>0.05). سطوح مختلف انرژی هم بر شاخص ضریب رشد ویژه تاثیر داشت و بین سطح انرژی ۱۶ کیلوژول برگرم با انرژی ۱۸ کیلوژول برگرم اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P>0.05) ولی سطح انرژی ۱۴ کیلوژول برگرم با سطوح مذکور اختلاف معنی‌دار نداشت (P>0.05) (جداول۴ و ۵).

جدول۳: شاخص‌های رشد ماهی هامور انگشت قد در تیمارهای غذایی مختلف (میانگین ±انحراف معیار)

جیره	وزن نهایی (گرم)	طول کل (سانتیمتر)	ضریب رشد ویژه (SGR) درصد	درصد افزایش وزن (WG درصد)	CP/DE (میلی‌گرم بر کیلوژول
D1	۳۰/۱۱±۰/۹۰ b	۱۲/۳۵±۰/۴۵ a	۱/۰۱±۰/۰۶ b	۷۶/۶۲±۶/۴۰ b	۲۸/۵۷
D2	۲۹/۰۶±۱/۵۱ b	۱۲/۰۹±۰/۳۴ a	/۹۹±۰/۰۶ b	۷۴/۳۸±۶/۶۰ b	۲۵/۰۰
D3	۳۰/۳۰±۰/۷۷ b	۱۲/۵۰±۰/۳۹ a	۱/۰۶±۰/۰۴ b	۸۱/۹۵±۴/۱۰ b	۲۲/۲۲
D4	۲۹/۴۵±۰/۴۰ b	۱۳/۲۰±۰/۲۷ a	/۹۹±۰/۰۴ b	۷۴/۵۵±۴/۲۰ b	۳۵/۷۱
D5	۳۳/۸۵±۰/۳۰ a	۱۲/۶۸±۰/۳۶ a	۱/۲۴±۰/۰۱ a	۹۹/۰۲±۰/۷۳ a	۳۱/۲۵
D6	۳۱/۱۱±۰/۹۲ ab	۱۲/۲۴±۰/۵۷ a	۱/۱۰±۰/۰۱ ab	۸۵/۸۸±۲/۰۲ ab	۲۷/۷۷
D7	۳۱/۶۵±۰/۵۶ ab	۱۲/۵۶±۰/۵۱ a	۱/۱۳±۰/۰۴ ab	۸۸/۸۱±۴/۲۰ ab	۴۲/۸۵
D8	۳۱/۳۱±۰/۶۳ ab	۱۲/۰۰±۰/۱۵ a	۱/۰۸±۰/۰۳ b	۸۳/۱۵±۳/۳۳ b	۳۷/۱۵
D9	۲۵/۶۸±۱/۰۲ c	۱۲/۱۹±۰/۲۵ a	/۷۸±۰/۰۶ c	۵۵/۷۵±۵/۵۰ c	۳۳/۳۳

جدول۴: شاخص‌های رشد ماهی هامور انگشت قد براساس سطوح مختلف پروتئین(میانگین ±انحراف معیار)

سطح پروتئین جیره (درصد)	وزن نهایی (گرم)	طول کل (سانتیمتر)	ضریب رشد ویژه (SGR) درصد	درصد افزایش وزن (WG)
۴۰	۲۹/۸۲±۰/۵۸ b	۱۲/۳۱±۰/۲۰ a	۱/۰۲±۰/۰۳ b	۷۷/۶۵±۳/۱۳ b
۵۰	۳۱/۴۷±۰/۷۱ a	۱۲/۷۱±۰/۲۵ a	۱/۱۱±۰/۰۳ a	۸۶/۴۸±۳/۷۹ a
۶۰	۲۹/۵۴±۱/۰۴ b	۱۲/۲۵±۰/۱۹ a	۱/۰۰±۰/۰۵ b	۷۵/۹۰±۵/۵۷ b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

جدول٥: شاخص‌های رشد ماهی هامور انگشت قد براساس سطوح مختلف انرژی (میانگین ±انحراف معیار)

سطح انرژی جیره (کیلوژول بر گرم)	وزن نهایی (گرم)	طول کل (سانتیمتر)	درصد ضریب رشد ویژه SGR)	درصد افزایش وزن (WG)
١٤	٣٠/٤٠±٠/٤٦ ab	١٢/٧٠±٠/٢٤ a	١/٠٤٧±٠/٠٣ ab	٧٩/٩٩±٣/٣٨ ab
١٦	٣١/٤١±٠/٨٤ a	١٢/٢٦±٠/١٨ a	١/١٠±٠/٠٤ a	٨٥/٥٢±٤/٢٠ a
١٨	٢٩/٠٣±٠/٩٦ b	١٢/٣١±٠/٢٢ a	/٩٨±٠/٠٥ b	٧٤/٥٣±٢/٦٣ b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

(میانگین ±انحراف معیار) ضریب تبدیل غذایی، کمترین مقدارآن در بین تیمارها به ترتیب مربوط به تیمارهای D5 و D8 بود (١/٢٧±٠/٠٢ و ١/٣٢±٠/٠٥) که با سایر تیمارها به استثنای تیمارهای D6 وD7 اختلاف معنی‌داری داشتند (P>0.05). بیشترین ضریب تبدیل غذایی به ترتیب در تیمارهای D1 و D2 مشاهده شد که با سایر تیمارها نیز اختلاف معنی دار داشت (P>0.05). نتایج نشان داد که این شاخص بطور معنی‌داری از سطوح مختلف پروتئین و انرژی تاثیر پذیرفته است (P>0.05). ضریب تبدیل غذایی در سطح پروتئین ٦٠ درصد کمترین مقدار را داشت که با سطح پروتئین ٤٠ درصد دارای اختلاف معنی دار داشت (P<0.05). این شاخص بطور معنی‌داری (P>0.05) با افزایش انرژی از سطح ١٤ به ١٦ کیلوژول برگرم بهبود یافت و پس از آن با افزایش انرژی از سطح ١٦ به ١٨ کیلوژول برگرم میزان افزایش این شاخص معنی‌داری نبود (P>0.05).بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در سطوح مختلف انرژی درسطح ١٤ کیلوژول برگرم مشاهده شد و با سطح انرژی ١٦ کیلوژول برگرم اختلاف معنی دار داشت (P>0.05) (جداول٦، ٧ و ٨).

کمترین مقدار دریافت غذای روزانه در D9 با (میانگین ±انحراف معیار) عددی ١/٢٣±٠/٠١ مشاهده شد. بیشترین (میانگین ±انحراف معیار) این شاخص در تیمارD1 به میزان ٢/١٦±٠/١٤ بدست آمد که تیمار اخیر با تیمارهای دیگر به استثنای تیمارهای D2 و D3 اختلاف معنی‌دار (P>0.05) داشت (جدول ٣-٥). تغییرات این شاخص یک روندکاهشی را از تیمار D1 تا D9 نشان می داد. در تکمیل توضیحات این فاکتور مشاهده شد که میزان دریافت غذای روزانه از سطوح مختلف انرژی و پروتئین تاثیر پذیرفته است. با افزایش میزان انرژی از سطح ١٤ به ١٨ کیلوژول بر گرم میزان دریافت غذای روزانه بطور معنی‌دار (P>0.05) کاهش یافت و کمترین میزان دریافت غذای روزانه در سطح انرژی ١٨ کیلوژول بر گرم بدست آمد که با سطح انرژی ١٤ کیلوژول بر گرم اختلاف معنی‌داری داشت (F= , d.f.= ,P>0.05) (جدول ٨). همچنین میزان دریافت غذای روزانه در تمام سطوح پروتئین دارای اختلاف معنی‌دار (F= , d.f.= ,P>0.05) بود و با افزایش سطح پروتئین کاهش می‌یافت (جدول٧).

بیشترین (میانگین ±انحراف معیار) کارایی پروتئین در تیمار D5 به میزان ١/٥٦±٠/٠٣ و کمترین آن در تیمار D9 به میزان ١/٠٤±٠/٠٧ مشاهده گردید. تیمار D5 با سایر تیمارها به استثنای تیمار D3، اختلاف معنی داری را در سطح ٥٪ نشان داد. تیمار D9 با تیمارهای D1، D2، D4 و D7 اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ٦). افزایش کارایی پروتئین از سطوح مختلف پروتئین در جیره تاثیر گذار بود بدین مفهوم که سطح پروتئین ٥٠ درصد (بیشترین مقدار) با دو سطح پروتئین٤٠ و٦٠ درصد اختلاف معنی‌داری داشت (P>0.05) (جدول ٧). سطوح مختلف انرژی هم بر شاخص PER موثر بود و بین سطح انرژی ١٤ کیلوژول برگرم با سطح انرژی ١٦ کیلوژول برگرم (بیشترین مقدار) اختلاف معنی دار مشاهده شد (P>0.05). ولی سطح انرژی ١٦ کیلوژول برگرم با سطح انرژی ١٨ کیلوژول برگرم اختلاف معنی دار نداشت (P>0.05) (جدول ٨).

این شاخص مقدار ظاهری استفاده از پروتئین خالص را نشان می‌دهد و نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داده است که بیشترین میزان ANPU مربوط به تیمار D5 با مقدار عددی ٦١/٥٨±١/٣٦ درصد (با همه تیمارها اختلاف معنی‌دار (داشت P>0.05,) و کمترین میزان این فاکتور نیز مربوط به تیمار D3 با مقدار عددی ٤٥/٢٨±١/٠٦ درصد می‌باشد. با توجه به جدول

۷ شاخص ANPU با افزایش مقدار پروتئین تا سطح ۵۰ درصد افزایش، سپس با ادامه روند افزایش پروتئین از سطح ۵۰ به ۶۰ درصد مقدار این شاخص کاهش یافت. افزایش سطح انرژی از ۱۴ به ۱۶ کیلوژول بر گرم سبب افزایش ANPU شد اما با افزایش سطح انرژی از ۱۶ به ۱۸ کیلوژول برگرم مقدار آن کاهش می یابد (جدول ۸). با این حال شاخص ANPU در سطوح مختلف پروتئین و انرژی اختلاف معنی‌دار نداشت (P>0.05) (جداول ۷ و ۸).

جدول٦ : شاخص‌های تغذیه‌ای ماهی هامور انگشت قد در تیمارهای غذایی مختلف

جیره	FCR	درصد DFI	PER	درصد ANPU
D1	۲/۱۹±۰/۰۹ a	۲/۱٦±۰/۱٤ a	۱/۱٤±۰/۰٤ cd	٥۹/۷۸±٤/۰۱ ab
D2	۲/۰۹±۰/۰۹ a	۲/۰۱±۰/۰٥ a	۱/۱۹±۰/۰٥ bcd	٥۸/۸٥±۱/٤۸ ab
D3	۱/۸۲±۰/۱۰ b	۱/۸۹±۰/۱٥ a	۱/۳۷±۰/۰۷ ab	٤٥/۲۸±۱/۰٦ C
D4	۱/٦۸±۰/۰۷ bc	۱/٦۲±۰/۰۱ b	۱/۱۹±۰/۰٥ bcd	٥٦/۲۳±٤/۲۲ abc
D5	۱/۲۷±۰/۰۲ f	۱/٥۳±۰/۰٥ b	۱/٥٦±۰/۰۳ a	٦۱/٥۸±۱/۳٦ a
D6	۱/٥۰±۰/۰٥ cdf	۱/٦۱±۰/۰۷ b	۱/۳۳±۰/۰٥ bc	٥٥/۲۰±٥/٥۸ abc
D7	۱/۳٦±۰/۱۱ df	۱/٤۸±۰/۰۹ bc	۱/۲٤±۰/۱۰ bcd	٥۱/۲٤±۰/۹٥ abc
D8	۱/۳۲±۰/۰٥ f	۱/۳۸±۰/۰۹ bc	۱/۲٦±۰/۰٤ bc	٤۹/۹۲±۳/۱۸ bc
D9	۱/٦۱±۰/۱۰ bcd	۱/۲۳±۰/۰۱ c	۱/۰٤±۰/۰۷ d	٥٥/٤۷±۰/۷۱ ab

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

جدول۷: شاخص‌هایَ تغذیه‌ای ماهی هامور انگشت قد براساس سطوح مختلف پروتئین

سطح پروتئین جیره (درصد)	FCR	درصد DFI	PER	درصد ANPU
٤۰	۲/۰۳±۰/۰۷ a	۲/۰٥±۰/۰۷ a	۱/۲۳±۰/۰٤ b	٥٤/٦٤±۲/٦٦ a
٥۰	۱/٤۸±۰/۰٦ b	۱/٥۹±۰/۰۳ b	۱/۳٦±۰/۰٥ a	٥۷/٦۷±۲/٦٥ a
٦۰	۱/٤۳±۰/۰٦ b	۱/۳۷±۰/۰٥ c	۱/۱۸±۰/۰٥ b	٥٦/۸۸±۳/۷٦ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

جدول۸ : شاخص‌هایَ تغذیه‌ای ماهی هامور انگشت قد براساس سطوح مختلف انرژی

سطح انرژی جیره (کیلوژول بر گرم)	FCR	درصد DFI	PER	درصد ANPU
۱٤	۱/۷٤±۰/۱۳ a	۱/۷٥±۰/۱۱ a	۱/۱۹±۰/۰٤ b	٥٥/۷٥±۲/۲۸ a
۱٦	۱/٥٦±۰/۱۳ b	۱/٦٤±۰/۰۹ ab	۱/۳٤±۰/۰٦ a	٥٦/۷۸±۲/۰٦ a
۱۸	۱/٦٤±۰/۰٦ ab	۱/٥۸±۰/۱۰ b	۱/۲٥±۰/۰٦ ab	٥٦/٦٥±٤/٥٥ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

بیشترین میزان پروتئین خام در تیمار ۵ به میزان ۵۴/۴۵±۰/۵۸ درصد وزن خشک (گرم) مشاهده گردید که فقط با تیمارهای D3 و D8، اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد (P>0.05). کمترین میزان پروتئین لاشه در تیمار D3 (۴۷/۸۵±۰/۳۵درصد) مشاهده می شود (جدول ۹). سطوح مختلف پروتئین بر میزان پروتئین خام لاشه موثر بود و بین سطح پروتئین ۴۰ درصد با سطح پروتئین ۵۰ درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد (P>0.05). ولی سطح پروتئین ۵۰ درصد

با سطح پروتئین ۶۰ درصد اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>0.05) (جدول ۱۰). میزان پروتئین خام لاشه از سطوح مختلف انرژی تاثیر معنی‌دار نمی پذیرد (P>0.05) (جدول۱۱).

بیشترین مقدار چربی خام بدن ماهی مربوط به تیمار D8 و کمترین مقدار مربوط به جیره D1 بود. تیمار D8 به جزء با تیمارهای D6، D7 و D9 با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داد (P>0.05) و جیره D1 با سایر جیره ها اختلاف معنی‌دار داشت (P>0.05) (جدول ۹). با افزایش سطوح مختلف پروتئین و انرژی میزان چربی لاشه افزایش می‌یافت و در کل چربی لاشه در سطح پروتئین و انرژی کمتر (۴۰ درصد و ۱۴ کیلوژول بر گرم) با دو سطح پروتئین (۵۰ درصد و ۶۰ درصد) و انرژی بیشتر (۱۶ و ۱۸ کیلوژول برگرم)، اختلاف معنی‌دار داشت (P>0.05) (جدول ۱۰ و ۱۱).

بیشترین مقدار خاکستر لاشه به میزان ۱۵/۵۸±۰/۴۶ درصد در وزن خشک (گرم) در تیمار D1 مشاهده گردید که با سایر جیره ها بجزء با جیره‌های D2، D3 و D4 اختلاف معنی‌دار داشت (P>0.05) و کمترین مقدار مربوط به جیره D9 بود (جدول ۹). با توجه به جداول ۱۰ و ۱۱ با افزایش سطح انرژی و پروتئین یک روند کاهشی در میزان خاکستر لاشه قابل مشاهده است. در کل میزان خاکستر لاشه در سطح انرژی ۱۴ با ۱۸ کیلوژول برگرم اختلاف معنی‌دار داشت (P>0.05) و میزان خاکستر لاشه در سطح انرژی ۱۶ کیلوژول برگرم با دو سطح قبلی فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P>0.05) (جدول ۱۱). همچنین با توجه به جدول ۱۰ میزان خاکستر لاشه در سطح پروتئین ۴۰ درصد با دو سطح پروتئین ۵۰ و۶۰ درصد اختلاف معنی‌دار داشت (P>0.05) ولی اختلاف معنی‌داری بین سطح پروتئین ۵۰ درصد با سطح پروتئین ۶۰ درصد مشاهده نشد (P>0.05).

جدول ۹: مقایسه میانگین درصد ترکیبات لاشه (در وزن خشک) ماهی هامور انگشت قد در انتهای دوره پرورش در تیمارهای غذایی مختلف

جیره	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	رطوبت
D1	۵۱/۵۵±۱/۳۶ abc	۲۱/۱۵±۰/۷۱ d	۱۵/۵۸±۰/۴۶ a	۷۹/۶۹±۱/۷۹ c
D2	۵۰/۸۲±۱/۸۶ abc	۲۴/۹۳±۰/۵۹ c	۱۴/۴۰±۰/۶۵ abc	۷۹/۳۵±۰/۵۸ c
D3	۴۷/۸۵±۰/۳۵ c	۲۵/۲۲±۰/۷۰ c	۱۴/۹۷±۰/۵۱ ab	۷۹/۰۳±۰/۷۹ c
D4	۵۱/۲۴±۱/۲۹ abc	۲۶/۹۲±۰/۲۹ bc	۱۴/۰۴±۰/۶۳ abc	۸۳/۱۴±۰/۲۲ ab
D5	۵۴/۴۵±۰/۵۸ a	۲۷/۰۲±۰/۸۲ bc	۱۲/۸۴±۰/۲۶ cd	۸۳/۶۰±۰/۳۶ ab
D6	۵۱/۸۹±۰/۲۸ ab	۲۹/۰۷±۰/۶۲ ab	۱۲/۹۱±۰/۴۱ cd	۸۲/۰۳±۰/۳۲ b
D7	۵۱/۸±۱/۸۱ ab	۲۷/۹۱±۰/۶۳ ab	۱۳/۳۸±۰/۷۱ bcd	۸۴/۸۴±۰/۳۵ a
D8	۴۹/۲۰±۱/۲ bc	۳۰/۱۲±۰/۵۳ a	۱۳/۴۰±۰/۴۴ bcd	۸۴/۳۴±۰/۴۵ ab
D9	۵۲/۸۷±/۴۴ ab	۲۸/۸۵±۱/۷۰ ab	۱۲/۰۲±/۳۸ d	۸۲/۱۱±۰/۴۳ b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05))

جدول۱۰: مقایسه میانگین درصد ترکیبات لاشه (در وزن خشک) ماهی هامور انگشت قد در انتهای دوره پرورش بر اساس سطوح مختلف پروتئین

سطح پروتئین جیره (درصد)	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	رطوبت
۴۰	۵۰/۰۷±۰/۸۲ b	۲۳/۷۷±۰/۵۷ b	۱۴/۹۸±۰/۳۲ a	۷۹/۳۶±۲/۷۳ b
۵۰	۵۲/۵۳±۰/۵۶ a	۲۷/۶۷±۰/۴۱ a	۱۳/۲۷±۰/۲۸ b	۸۲/۹۲±۰/۹۸ a
۶۰	۵۱/۲۹±۰/۷۹ ab	۲۸/۹۶±۰/۶۳ a	۱۲/۹۴±۰/۳۳ b	۸۳/۷۶±۱/۵۵ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

جدول ۱۱- میانگین درصد ترکیبات لاشه (در وزن خشک) ماهی هامور انگشت قد در انتهای دوره پرورش براساس سطوح مختلف انرژی

(کیلوژول بر گرم) سطح انرژی جیره	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	رطوبت
۱٤	۵۱/۵۳±۰/۸۲ a	۲۵/۳۳±۰/۷۸ b	۱٤/۳۳±۰/٤۰ a	۸۲/۵٦±۰/۷۷ a
۱٦	۵۱/٤۹±۰/۸۹ a	۲۷/۳٦±۰/٦۲ a	۱۳/۵۵±۰/۳۰ ab	۸۲/٤۳±۰/۵۹ a
۱۸	۵۰/۸۷±۰/۵٦ a	۲۷/۷۱±۰/۷٤ a	۱۳/۳±۰/۳۸ b	۸۱/۰۵±۰/٤۵ b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهندهِ عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>0.05)

بحث

میانگین نسبت بازماندگی ماهی هامور در مطالعه حاضر ۹۹/۲۵ درصد بوده و بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. البته نسبت بازماندگی حاصل از تحقیق حاضر از میزان آن در تحقیقات قبلی انجام شده روی همین گونه بیشتر بوده (Luo *et al*., 2004; Shiau & Lan, 1996)، اما با نتایج بدست آمده در مورد گونه *E. malabaricus* (Tuan & Williams, 2007) تشابه داشت.

نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان دادند که با افزایش سطح پروتئین جیره غذایی از ۴۰ به ۵۰ درصد، میزان کارآیی رشد بطور معنی‌داری افزایش یافت که دلیل آن می‌تواند این باشد که کارآیی رشد ماهی با میزان پروتئین جیره غذایی ارتباط مستقیمی دارد و در مسیرهای متابولیکی، پروتئین منبع انرژی به حساب می‌آید (Hepher, 1988). نتایج مشابهی مبنی بر موثر بودن پروتئین بر میزان کارآیی رشد برای گونه *Cromileptes altivelis* (Williams *et al*., 2004b; Usman *et al*., 2005) و *E. malabaricus* (Tuan & Williams 2007) مشاهده شد. البته با افزایش پروتئین در جیره غذایی از سطح ۵۰ به ۶۰ درصد در تحقیق حاضر، میزان وزن نهایی و ضریب رشد وی‌ژه بطور معنی‌داری کاهش یافت که شاید دلیل این کاهش تغییر مسیر قسمتی از انرژی رشد و مصرف شدن آن برای آمین زدایی باشد (Catacutan & Coloso, 1995; Kaushik & medale, 1994 ; Lupatsch *et al*., 2001; Azevedo *et al*., 2002). با این وجود براساس نتایج تحقیق حاضر ماهیانی که از جیره غذایی با بیشترین سطح انرژی و پروتئین تغذیه کرده‌اند بطور معنی‌داری از سایر جیره‌ها کمتر بود بطوریکه کمترین رشد در جیره D9 (با بیشترین نسبت پروتئین و میزان انرژی) مشاهده شد که با نتایج بدست آمده توسط Lee و همکاران (۲۰۰۰) در خصوص گونهٔ *Paralichthys alivaceus* مطابقت دارد. به نظر می‌رسد این کاهش نیز بدلیل کاهش غذای دریافتی در سطوح بالای انرژی و عدم دریافت مغذی‌های مورد نیاز برای کسب حداکثر رشد به میزان کافی باشد (Ali & Jauncey, 2005; Cho *et al*., 2005).

میزان نرخ رشد ویژه برای این گونه در مطالعهٔ حاضر بین ۹۹/ تا ۱/۲۴ درصد بود، که فقط در جیره D9 میزان آن نسبت به مقادیر بدست آمده برای همین گونه (Millamena, 2002) و گونه *Cromileptes altivelis* (Tuan & Williams, 2007) کمتر بوده است، اما نسبت به میزان محاسبه شده آن برای گونه *Cromileptes altivelis* (Williams *et al*., 2004a) برابر است.

همچنین براساس نتایج بدست آمده بهترین رشد در جیره غذایی حاوی پروتئین ۵۰ درصد بدست آمد که نزدیک به مقدار مطلوب برای سایر گونه‌های هامور ماهیان در مرحله انگشت قد می‌باشد. البته برخی تحقیقات میزان آن را بین ۴۰ تا ۶۰ درصد تعیین کرده‌اند (Boonyaratpalin, 1997; Luo *et al*., 2004). همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که در کلیه سطوح پروتئین با افزایش انرژی از ۱۴ به ۱۶ کیلو ژول برگرم، شاخص‌های رشد بهبود یافت اگرچه اختلاف معنی‌داری بین جیره‌ها مشاهده نشد. اما با افزایش انرژی تا سطح ۱۸ کیلوژول برگرم میزان کارآیی رشد بطور معنی‌داری کاهش یافت. در این خصوص می‌توان بیان کرد، وجود مقادیر چربی در جیره تا زمانی مفید خواهد بود که ماهی بتواند از آن بعنوان منبع انرژی برای رشد استفاده کند. لذا مصرف زیاد چربی توسط ماهی از یک

طرف سبب ذخیره چربی در لاشه شده (Usman *et al.*, 2005) و از طرف دیگر اثر معکوسی روی رشد خواهد گذاشت (Johansen et al., 2003; Ali & Jauncey, 2005; Wang *et al.*, 2006).

براساس یافته‌های Boonyaratpalin (۱۹۹۷) نسبت مطلوب پروتئین خام به انرژی کل (CP/GE) هامور ماهیان در محدوده ۲۹ تا ۳۰ میلی‌گرم برکیلو ژول قرار دارد. مطالعات Usman و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه بر روی گونه Cromileptes altivelis نشان دادند که نسبت مطلوب پروتئین به انرژی قابل هضم برای رشد بهینه در دامنه ۳۱-۳۲ میلی‌گرم بر کیلوژول قرار دارد. همچنین Williams(۲۰۰۹) بیان کرد که نسبت پروتئین به انرژی مناسب برای هامور ماهیان در مرحلهٔ انگشت قد ۳۰ گرم بر مگاژول (انرژی خام) و برای ماهیان بازاری (۵۰۰ تا ۷۵۰ گرم) ۲۰ گرم بر مگا ژول (آنرژی خام) می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که رشد مناسب گونه مورد مطالعه هامور با استفاده از جیره حاوی ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوژول حاصل می‌شود که تا حدود زیادی با نتایج مطالعات فوق مطابقت دارد. به نظر می‌رسد تفاوت در این مقادیر ناشی از تفاوت گونه، اندازه ماهی در شروع آزمایش و اختلاف در خصوصیات جیره‌های مورد استفاده (سطوح انرژی و پروتئین جیره، اجزای غذایی بکار رفته در جیره‌ها و میزان گرایش ماهی به جیره‌ها) باشد (Wang *et al.*, 1998).

نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان دادند که ضریب تبدیل غذایی (FCR) و کارآیی غذایی (FER) بصورت معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی قرار گرفته است. رژیم غذایی با میزان بالای پروتئین (۶۰ درصد)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) وکارآیی غذایی (FER) بهتری در مقایسه با جیره‌های غذایی با پروتئین کمتر (۴۰ و۵۰ درصد) داشته است، که با نتایج مطالعات صورت گرفته بر گونه‌های *Sciaenops ocellatus* (Thoman *et al.*, 1999) *E. malabaricus* (Shiau & Lan, 1996 ;Tuan & Williams, 2007) و *Cromileptes altivelis* (Williams *et al.*, 2004a) تا حدود زیادی مطابقت دارد. نیز در تحقیق حاضر نشان دادند که با افزایش سطح انرژی از ۱۴ به ۱۶ کیلو ژول بر گرم، مقدار FER و FCR بطور معنی‌داری بهبود می‌یابد. اما این وضعیت در سطح انرژی ۱۸ کیلو ژول مشاهده نشد. کاهش اشتهای ماهی بدلیل بالا بودن انرژی جیره و در نتیجه کاهش یافتن رشد آن می‌تواند دلیل این امر باشد (Lee *et al.*, 2000). دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه نیز نتایج مشابهی نشان می‌دهند. از جمله Lin و Shiau (۲۰۰۳) برای گونه *E. malabaricus* گزارش کردند که رشد و کارآیی غذا با افزایش چربی در جیره غذایی کاهش پیدا می‌کند. Portz و همکاران (۲۰۰۱) روی ماهی *Largemouth bass* مشاهده کردند که کمترین میزان FCR در سطح انرژی ۱۶ کیلوژول بر گرم ایجاد شد. نتایج مشابهی در دیگر تحقیقات روی گونه‌های مختلف مانند *Plecoglossus altivelis* (Lee *et al.*, 2002) و همچنین در گونه *Nibea miichthioides* (Wang *et al.*, 2006) گزارش شده است.

براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره روی شاخص PER اثر داشته به نحوی که افزایش سطوح پروتئین از ۴۰ به ۵۰ درصد سبب افزایش میزان PER شده اما با افزایش پروتئین به سطح ۶۰ درصد در جیره میزان این شاخص کاهش می‌یابد. این نتیجه نشان می‌دهد که پروتئین ۵۰ درصد در جیره بوسیله این گونه بطور موثری برای سنتز پروتئین استفاده می‌شود و با نتایج Jauncey (۱۹۸۲)، Siddqui و همکاران (۱۹۸۸) و Lee و همکاران (۲۰۰۱)، بترتیب برای گونه‌های *Sarotherodon mossambicus*، *Oreochromis nilotica* و *Brachymystax lenok* مطابقت دارد. طبق نتایج این مطالعه، جیره حاوی ۶۰ درصد پروتئین، کمترین مقدار PER را نشان داده که مشابه نتیجه بدست آمده در تحقیقات Kim و (۲۰۰۱) برای گونه *Melanogrammus aeglefinus* می‌باشد.

طبق نتایج این مطالعه با افزایش میزان انرژی جیره از ۱۴ به ۱۶ کیلو ژول برگرم میزان PER بطور معنی‌داری افزایش یافت این نتیجه استفاده کمتر پروتئین را بعنوان منبع انرژی نشان می‌دهد و می‌تواند روی کاربرد پروتئین برای استفاده جهت رسیدن به حداکثر رشد تاثیر داشته باشد (Salhi *et al.*, 2004)، در حالیکه در سطوح بالای انرژی میزان این شاخص کاهش یافت. مشابه این نتایج برای گونه‌های *Epinephelus malabaricus* (Lin & Shiau, 2003) *Micropterus salmoides* (Portz *et al.*, 2001) و *Plecoglossus altivelis* (Lee *et al.*, 2002b) مشاهده شد. میزان محاسبه شده PER در مطالعه حاضر، در محدوده ۱/۱۸ تا ۱/۳۶ بدست آمد که کمی بیشتر از مقدار ۱/۰۸-۸۲/ برای همین گونه در بازده پروتئینی (۳۵-۶۰ درصد) می‌باشد (Luo *et al.* , 2004). این تفاوت در

مقدار PER به خاطر نوع مواد خوراکی، با نسبت‌های مختلف اجزای غذایی که در ساخت جیره‌ها استفاده شده و نوع گونه ماهی می‌باشد (Kangómbe *et al*., 2007). همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش سطوح پروتئین از ۴۰ به ۵۰ درصد، سبب افزایش میزان ANPU شد اما پس از آن با افزایش میزان پروتئین، مقدار ANPU اندکی کاهش یافت. با این حال اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف پروتئین مشاهده نشد. Sà و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه ماهی *Diplodus sargus* نیز روند مشابهی را نشان دادند. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش گردید (Salhi *et al*., 2004; Usman *et al*., 2005).

براساس نتایج بالا و مطالعات مختلف روی هامور ماهیان، استنباط می‌شود که هامور ماهیان نسبت به دیگر ماهیان دریایی مانند Japanese seabass (Ai *et al*., 2004) و *A. latus* استفاده بیشتر پروتئین را بعنوان منبع انرژی بر چربی و کربوهیدرات‌ها ترجیح می‌دهند بنابراین به سطوح بالایی از پروتئین در جیره غذایی خود نیاز دارند.

نتایج حاصل از این تحقیق روی ترکیب شیمیایی لاشه ماهی نشان دادند که با افزایش میزان پروتئین جیره غذایی، از ۴۰ به ۵۰ درصد، محتویات پروتئین لاشه بطور معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج بدست آمده روی ماهی *E. coioides* (Luo *et al*., 2004), *E. malabaricus* (Shiau & Lan,1996) *Cromileptes altivelis* (Williams *et al*., 2004a) و *Takifugu rubripes* (Kim & Lee, 2009) مطابقت دارد. میزان پروتئین لاشه در این تحقیق تحت تاثیر سطوح مختلف انرژی قرار نگرفت اگرچه با افزایش میزان انرژی در جیره غذایی میزان پروتئین لاشه کاهش یافت که با نتایج دیگر مطالعات در این زمینه تا حد زیادی انطباق دارد (Lupatsch *et al*., 2001; Portz *et al*., 2001; Lee *et al*., 2002b; Lin & Shiau, 2003; S`a *et al*., 2006).

نتایج تحقیق حاضر نشان دادند میزان رطوبت لاشه با میزان چربی بدن ارتباط معکوسی دارد بطوریکه بیشترین مقدار چربی لاشه در سطح انرژی ۱۸ کیلوژول برگرم و کمترین میزان رطوبت لاشه نیز در این سطح انرژی مشاهده شد. ظاهرا دلیل این امر آن است که انرژی بالا در جیره سبب تجمع چربی در بدن می شود (Lee *et al*., 2002b). این نتایج با یافته های دیگر مطالعات در این زمینه مشابهت‌های زیادی را نشان می‌دهد (Kim *et al*., 2004; Ali & Jauncey, 2005; Luo *et al*., 2005; Kang'ombe *et al*., 2007; Schulz *et al*., 2008; Biswas *et al*., 2009). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش سطح پروتئین در جیره، چربی لاشه بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد که دلیل آن تبدیل پروتئین مازاد بر نیاز بدن آبزی به چربی می‌تواند باشد. این یافته‌ها با نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام شده روی گونه‌های دیگر مانند *Epinephelus malabaricus* (Tuan & Williams, 2007) و *Cromileptes altivelis* (Williams *et al*., 2004a) مطابقت می‌کند.

یافته‌های این تحقیق همچنین نشان می‌دهند که با افزایش میزان پروتئین جیره، میزان رطوبت لاشه بطور معنی‌داری افزایش یافت. مانند این نتیجه در تحقیقات بسیاری مانند Luo و همکاران (۲۰۰۴) برای گونه *E. coioides* و S`a و همکاران در (۲۰۰۶) برای گونه *Diplodus sargus* مشاهده شد. مضافا این که نتایج این مطالعه نشان داده‌اند که خاکستر بدن تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین در جیره‌های غذایی قرار می‌گیرد و با افزایش میزان پروتئین جیره، خاکستر بطور معنی‌داری کاهش یافت. یافته‌های بدست آمده توسط Meyer و Fracalossi (۲۰۰۴) برای گونه *Rhamdia quelen* یافته‌های فوق را تایید می‌نمایند. نتایج مشابهی در ماهی *Cromileptes altivelis* (Williams *et al*., 2004a) بدست آمد. همچنین سطوح مختلف انرژی در این آزمایش روی میزان خاکستر بدن تاثیر معنی‌داری داشت و با افزایش انرژی، میزان خاکستر کاهش یافت که با نتایج بدست آمده توسط سایر محققین انطباق دارد (Lin & Shiau, 2003; Meyer & Fracalossi, 2004; Wang *et al*., 2006). با جمع‌بندی یافته‌های این مطالعه در پایان می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که بهترین میزان کارآیی رشد و بازده غذایی در مرحله انگشت قدی گونه *Epinephelus coioides*، جیره غذایی حاوی حداقل ۵۰ درصد پروتئین، حداکثر ۱۶ کیلوژول بر گرم انرژی قابل هضم و نسبت پروتئین به انرژی قابل هضم ۳۱/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوژول می‌باشد.

منابع

دهقانی، ر. و کمالی، ع.، ۱۳۷۵. گزارش نهایی پروژه بررسی زیستی هامور ماهیان غالب هرمزگان. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۷۶ صفحه.

عباسی، ف.؛ عریان، ش. و متین‌فر، ع.، ۱۳۸۶. بافت‌شناسی و مورفولوژی تخمدان ماهی هامور معمولی *Epinephelus coioides* در آبهای خوزستان خلیج فارس. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره یک، صفحات ۱۲۱ تا ۱۲۷.

شریف‌پور، ع.؛ سلطانی، م.؛ عبدالحی، ح. و قیومی، ر.، ۰۱۳۸ اثرر بیهوش‌کنندگی اسانس گل میخک در شرایط مختلف pH و درجه حرارت در بچه ماهی کپور معمولی، مجله علمی شیلات ایران، سال یازدهم، شماره ۴. صفحات ۵۹ تا ۷۴.

ADCP, 1983. Fish feeds and feedings in developing countries, Aquaculture Development and Co-ordination Porgram, FAO, Rome, Italy, 97P.

Ai Q., Mai K., Li H., Zang C., Zhang L., Duan Q., Tan B., Xu W., Ma H., Zhang W., Liufu Z., 2004. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanesese bass, *Lateolabrax japonicas*. Aquaculture, 230:507–516.

Ali, M.Z. and Jauncey, K., 2005. Approaches to optimizing dietary protein to energy ratio for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).Aquacture Nutrition, 11:95-101.

AOAC 1997. Official methods of analysis of association of official analytical chemists, 16th ed. AOAC, Arlington, VA, 1298P.

Azevedo P.A., Bureau D.P., Leeson S. and Cho C.Y., 2002. Growth and efficiency of feed usage by Atlantic salmon (*Salmosalar*) fed diets with different dietary protein: Energy ratios at two feeding levels. Fisheries Sciences, 68:878–888.

Beveridge M.C.M., 1996. Cage Aquaculture, 2nd edn. Fishing News Books, Oxford.352P.

Biswas B.K., Ji S.Ch., Biwas A.K., Seok M., Kim Y.S., Kawasaki K.I. and Takii K., 2009. Dietary protein and lipid requirements for the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* juvenile. Aquculture, 288:114-119.

Boonyaratpalin M., 1997. Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. Aquaculture, 151:283–313.

Boujard T., Gélineau A., Covés D., Corraze G., Dutto G., Gasset E. and Kaushik S.J., 2004. Regulation of feed intake, growth, nutrient and energy utilization in European sea bass *(Dicentrarchus labrax*) fed high fat diets. Aquaculture, 231:529-545.

Bureau D.P., Kaushik S.J. and Cho C.Y., 2002. Bioenergetics. *In*: (J.E. Halver and R.W. Hardy eds.), Fish Nutrition, 3rd edn. Academic Press, California, pp.1–59.

Catacutan M.R. and Coloso R.M., 1995. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer* .Aquaculture, 131:125–133.

Chen H.Y. and Tsai J.C., 1994. Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semipurified diets. Aquaculture, 119:265–271.

Cho S.H., Lee S.M., Lee S.M. and Lee J.H., 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under optimum salinity and temperature conditions. Aquacture Nutrion, 11:235–240.

Hepher, B., 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University. Press, Cambridge, Great Britain.388P.

Jauncey K., 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (*Sarotherodonmos sambicus*). Aquaculture, 27:43–54.

Johansen S.J.S., Sveier H. and Jobling M., 2003. Lipostatic regulation of feed intake in Atlantic salmon *Salmosalar* L. defending adiposity at the expense of growth? Aquacture Research, 34:317-331.

Kangombe J., Likongwe J.S., Eda, H. and Mtimuni J.P., 2007. Effect of varying dietary whole-body composition and growth of

Malawian tilapia, *Oreochromiss hiranus–Boulenger*. Aquactue Research, 38:373-380.

Kaushik S.J. and Médale F., 1994. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture, 124:81-97.

Kim S.S. and Lee K.J., 2009. Dietary protein requirement of juvenile tiger puffer (*Takifugu rubripes*). Aquaculture, 287:219–222.

Kim K.W., Wang X., Choi S.M., Park G.J. and Bai S.C., 2004. Evaluation of optimum dietary protein-to-energy ratioin juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Temmincket Schlegel). Aquacture Research, 35:250-255.

Kim J.D. and Lall S.P., 2001. Effects of dietary protein level on growth and utilization of protein and energy by juvenile haddock,*Melanogrammus aeglefinus*. Aquaculture, 195:311–319.

Lee S.M., Cho S.H. and Kim K.D., 2000. Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthysolivaceus*). Journal of World Aquacture Society, 31:306-315.

Lee S.M., Kim D.J. and Cho S.H., 2002b. Effects of dietary protein and lipid level on growth and body composition of juvenile ayu (*Plecoglossus altivelis*) reared in seawater. Aquacture Nutrion 8:53-58.

Lee S.M., Park H.G., Kim C.H. and Hong K.E., 2001. Protein requirement of juvenile Manchurian trout *Brachymystax lenok*. Sciences, 67:46-51.

Lin Y.H. and Shiau Y.SH., 2003. Dietary lipid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, and effects on immune responses. Aquaculture, 225:243–250.

Luo Z., Liu Y., Mai K., Tian L., Liu D. and Tan X., 2004. Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelu scoioides* juveniles cultured in floating net-cages and fed isoenergetic diets. Aquacture Nutrion,10:247–252.

Luo Z., Y.J., Mai K.S., Tian L.X., Liu D.H., Tan X.Y. and Lin H.Z., 2005. Efeect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper *Epinepheluscoioides* juveniles fed isonitrogenous diets in floating net cages. Aquacture Nutrion, 13:257-269.

Luo Z., Liu Y.J., Mai K.S., Tian L.X., Tan X.Y., Yang H.J., Liang G.Y. and Liu D.H., 2006. Quantitative L-lysine requirement of juvenile grouper *Epinepheluscoioides.*Aquacture Nutrion, 12:165-172.

Lupatsch I., Kissil, Wm. G. and Sklan, D., 2001. Comparison of energy and protein efficiency among three fish species gilthead seabream (*Sparusaurata*), European seabass (*Dicentrarchuslabrax*) and white grouper (*Epinephelusaeneus*): energy expenditure for protein and lipid deposition. Aquaculture, 225:175-189.

Meyer G. and Fracalossi D.M., 2004. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdiaquelen*, at two dietary energy concentrations. Aquaculture, 240:331–343.

Millamena O.M., 2002. Replacement of fish meal by animal by product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. Aquaculture, 204:75–84.

New M.B., 1996. Responsible use of aquaculture feeds. Aquaculture Asia 1:3-15.

Portz L.,Cyrino J.E.P. and Martino R.C., 2001. Growth and body composition of juvenile largemouth bass *Micropterussalmoides* in response to dietary protein and energy levels.Aquacture Nutrion, 7:247-254.

Sà R., Pousáo-Ferreira P. and Oliva-Teles A., 2006. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and feed utilization of white sea bream (*Diplodussargus*) juveniles. AquactureNutrition, 21:310-321.

Salhi M., Bessonart M., Chediak G., Bellagamba M. and Carnevia D., 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdiaquelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. Aquaculture, 231:435-444.

Schulz C., Huber M., Ogunnji J. and Rennert B., 2008. Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sanderlucioperca*). Aquacture Nutrrition, 14:66-78.

Shapiro D.Y., 1987. Reproduction in groupers. *In*: (J.J. Polovina and S. Ralstoneds.), Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. West view Press, Boulder. pp:295-327.

Shiau S.Y. and Lan C.W., 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelusmalabaricus*). Aquaculture, 145:259-266.

Shiau S.Y. and Lin Y.H., 2002. Utilization of glucose and starch by the grouper *Epinephelusmalabaricus* at 23C. Fisheries Sciences, 68:991-995.

Siddiqui A.Q., Howlader M.S. and Adam A.A., 1988. Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, *Oreochromisnilotica*. Aquaculture, 70:63–73.

Thoman E.S., Davis D.A. and Arnold C.R., 1999. Evaluation of growout diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenopsocellatus*). Aquaculture, 176:343-353.

Tibbetts S.M., Lall S.P. and Anderson D.M., 2000. Dietary protein requirement of juvenile American eel (*Anguilla rostrata*) fed practical diets. Aquaculture, 186:145–155.

Tuan L.A. and Williams K.C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specification for juvenile Malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture, 267:129-138.

Tucker Jr., J.W., Venizelos A. and Benetti D.D., 2000. Grouper Culture. *In*: (R.R. Stickney Ed.), Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley and Sons, Inc., NewYork, USA. pp.418– 421.

Usman R., Laining A., Ahmad T. and Williams K.C., 2005. Optimum dietary protein and lipid specifications for grow-out of humpback grouper *Cromileptesaltivelis* (Valenciennes). Aquacture Research, 36:1285-1292.

Wang N., Hayward R.S. and Noltie D.B., 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. Aquaculture, 165:261-267.

Wang Y., Guo J.L., Li K. and Bureau P.D., 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibeamii chthioides*). Aquaculture, 252:421–428.

Williams K.C., 2009. A review of feeding practices and nutritional requirements of postlarval groupers. Aquaculture, 292:141-152.

Williams K.C., Irvin S. and Barclay M., 2004a. Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid dites for optimal growth and nutrient retention. Aquacture Nutrition, 10:125-134.

Williams A., Begg G., Pears R., Garrett R., Larson H., Griffiths S. and Lloyd J., 2004b. Groupers. Key Species: A description of key species groups in the northern planning area. National Oceans Office, Hobart, Australia, pp.147–155.

Effect of Dietary Protein and Energy Levels on the Growth and Body Composition of Juvenile Orange-spotted Grouper, *Epinephelus coioides*

Marammazi JG.*, Pagheh, E., Mokhaiier Z.

jmarammazi@yahoo.com

South Iran Aquaculture Research Center, Ahwaz. Iran

Received: October 2012 Accepted: Feburary 2012

Keywords: *Epinephelus coioides*, protein, energy, growth, body composition

Abstract

To evaluate the protein and energy requirement of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* fingerlings, nine experimental diets including 3 levels of crude protein (40%, 50% and 60%) and 3 levels of digestible energy (DE, 14, 16 and 18KJ.g^{-1}), were tested. Triplicate 300 L circular tanks provided with flow-through water system (2L. min^{-1}) and air stone and each stocked with 20 juvenile of grouper fish (16.79±0.4g) were applied to adopt an experimental test for 8-weeks rearing period. The stocked fishes were fed experimental diets to approximate satiation, twice a day. Results showed that the survival rate, hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) were independent of the dietary treatments, but final weight, weight gain, specific growth rate(SGR), feed efficiency (FE), feed conversion ratio (FCR), protein efficiency ratio (PER) and daily feed intake (DFI) were significantly affected by protein and digestible energy levels ($P<0.05$). Diet 5 (50%CP and 16KJ.g^{-1} DE) was the preferred among the tested diets and resulted in the best growth performance, feed and protein efficiency and nutrient utilization among the examined diets. DFI was the lowest for diet with the highest protein (60%) and energy (18KJ.g^{-1}). Apparent net protein utilization (ANPU) varied insignificantly ($P>0.05$) between the treatments. viscerosomatic index(VSI) increased significantly with the increasing of diet energy level. Body lipid, ash and moisture contents were affected by dietary protein and energy levels. Body lipid content increased with increasing dietary energy levels, but carcass ash and moisture decreased. Body protein content was not affected by dietary energy level, but significantly increased when protein increased from 40% to 50% at same energy levels ($P<0.05$). The study revealed that fingerlings of orange-spotted grouper, E. coioides showed highest growth performance when fed diet containing 50% crude protein, 16KJ.g-1 digestible energy with the P/DE ratio, of 31.25mg/kJ.

*Corresponding author