

## اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی (*Huso huso* L.)

عیسی ابراهیمی<sup>۱</sup>، جواد پوررضا<sup>۲</sup>، سرگی و. پاناماریوف<sup>۳</sup>، ابوالقاسم کمالی<sup>۴</sup> و عباس حسینی<sup>۵</sup>

### چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر رشد بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی، ۱۲ جیره غذایی مختلف با سه سطح ۴۵، ۵۰ و ۵۵ در صد پروتئین و چهار سطح ۰/۵، ۴، ۸ و ۱۲ در صد مکمل روغن - شامل روغن ماهی و روغن آفتابگردان - تهیه شد. جیره‌های آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۴×۳ در سه تکرار با بچه ماهیان بلوگای ۲/۲ گرمی اجرا شد. تعداد ۱۲۶۰ قطعه بچه ماهی فیل ماهی پس از سازگاری به شرایط آزمایشی، انتخاب و در ۳۶ حوضچه ونیروی کوچک (با حجم ۱۰۰ لیتر) و به تعداد ۳۵ قطعه بچه ماهی در هر واحد آزمایشی توزیع شده و به مدت ۴۵ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه گردیدند.

نتایج به دست آمده تفاوت معنی‌داری را در شاخص‌های مورد بررسی شامل، در صد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، بازده پروتئین، ضریب مصرف غذا و تولید پروتئین، نشان داد ( $p < 0/05$ ) ماهیان تغذیه شده با جیره شماره ۳ (حاوی ۴۵ در صد پروتئین و ۱۴ درصد چربی) و جیره شماره ۸ (حاوی ۵۰ درصد پروتئین و ۱۷ درصد چربی) بالاترین در صد افزایش وزن، بهترین ضریب رشد ویژه، بهترین بازده پروتئین و کمترین ضریب مصرف غذا را نشان دادند. علاوه بر این بهترین میزان پروتئین تولید شده مربوط به جیره شماره ۲ (حاوی ۴۵ در صد پروتئین و ۱۰/۵ درصد چربی) و جیره شماره ۳ (حاوی ۴۵ در صد پروتئین و ۱۴ درصد چربی) بود. مقایسه ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان مورد آزمایش نیز تفاوت آماری معنی‌داری را در میزان پروتئین و چربی لاشه نشان داد ( $p < 0/05$ ). ولی در میزان ماده خشک و خاکستر لاشه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. نتایج به دست آمده نشان داد که نیاز پروتئینی بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی با جیره‌های غذایی حاوی ۴۵ تا ۵۰ در صد پروتئین خام تأمین می‌شود. به علاوه میزان چربی مورد نیاز برای تأمین رشد بهینه بچه ماهیان مذکور بین ۱۴ تا ۱۷ در صد جیره غذایی به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه ماهیان خاویاری، فیل ماهی، پروتئین، چربی، رشد، ترکیب شیمیایی لاشه

۱. استادیار شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. استاد تغذیه ماهی، دانشکده شیلات، دانشگاه فنی دولتی آستاراخان، روسیه

۴. استادیار شیلات، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان

۵. استاد جهاد کشاورزی و مدیر کل شیلات استان گلستان

## مقدمه

پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری به منظور تولید گوشت و استحصال خاویار در جهان از سابقه کوتاهی برخوردار است. در واقع ماهیان خاویاری از گونه‌های نادر و بسیار قدیمی هستند که پرورش آنها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. لیکن فقدان اطلاعات کافی در مورد شرایط بهینه پرورش، نیازهای غذایی، فرموله کردن غذاهای مصنوعی برای آنها و... به خصوص در مورد گونه‌هایی از ماهیان خاویاری که در حوضه جنوبی دریای خزر و دریای سیاه زیست می‌کنند در مقایسه با سایر آبزیان پرورشی کمتر مورد توجه واقع شده و بنابراین از عقب ماندگی فراوانی رنج می‌برد (۹ و ۱۶). این امر باعث گردیده تا پرورش ماهیان خاویاری به خصوص در مراحل اولیه زندگی هنوز متکی به غذاهای طبیعی و در مراحل پرورشی عمدتاً وابسته به غذاهای آزاد ماهیان باشد (۱۵). در حالی که استفاده از اطلاعات سایر گونه‌ها برای ماهیان خاویاری به دلایل مختلف صحیح نمی‌باشد و باعث ایجاد نارسایی‌های تغذیه‌ای در آنها خواهد شد (۱۷). نتایج به دست آمده از پژوهش‌های انجام شده در مورد تغذیه بچه ماهیان نارس از گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری و هیبریدهای آنها، سطح بهینه پروتئین مورد نیاز آنها را ۵۰ تا ۵۵ درصد تعیین نموده است (۳)، در حالی که برخی دیگر از محققین مقدار بهینه پروتئین برای لارو و بچه ماهیان خاویاری را ۴۸ تا ۵۳ درصد پیشنهاد نموده‌اند، برخی دیگر از جمله کوشیک و همکاران (۱۹) مقدار پروتئین مورد نیاز برای تاس ماهی سفید ۲۲ گرمی را  $2 \pm 40$  درصد پیشنهاد نمودند.

در خصوص اپتیمم چربی مورد نیاز درغذای ماهیان خاویاری نیز اطلاعات زیادی در دسترس نیست، برخی از محققین با استفاده از روش تغذیه با جیره‌های پرهیزی، نیاز بچه ماهیان خاویاری به چربی را حدود ۹ تا ۱۲ درصد پیشنهاد کرده‌اند (۳ و ۷) در حالی که واسیلیوا و همکاران طی تحقیقات بسیار در خصوص تغذیه بچه ماهیان خاویاری مقدار چربی مورد نیاز در جیره غذایی آغازین این ماهیان را ۱۶ تا ۱۸ درصد پیشنهاد کردند (۲۵).

فیل ماهی (*Huso huso L.*) (بلوگا) از گونه‌هایی است که به دلیل اهلی شدن سریع و آسان، پذیرش زندگی در اسارت، سازگاری بسیار خوب به غذاهای مصنوعی و رشد سریع می‌تواند از جمله گونه‌های بسیار مناسب برای پرورش مصنوعی محسوب شود (۱ و ۲۵). دسترسی به ذخایر طبیعی این ماهی به دلیل پراکنش خاص جغرافیایی آن - حوضه‌های دریای خزر، آزوف و سیاه (۶) تنها برای کشور ما و سایر کشورهای حوضه‌های فوق امکان‌پذیر است. لیکن به دلیل وجود هیبرید بستر (Bester) (بلوگا × اسسترلیاد *Acipenser ruthenus L.*) در سایر کشورها، پرورش مصنوعی فیل ماهی در سال‌های اخیر بیشتر در کشور ما مورد توجه واقع شده که در صورت مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی درست مبتنی بر تحقیقات اصولی و بنیادی می‌توان علاوه بر حفظ ذخایر با ارزش آن، بستر مناسبی را برای سرمایه‌گذاری، ایجاد اشتغال و تولید پروتئین با کیفیت ایجاد نمود. علاوه بر وجود محدودیت‌های موجود در خصوص پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری از جمله عدم آگاهی نسبت به نیازهای غذایی، ویژگی‌های زیستی و عوامل مؤثر در پرورش مصنوعی آنها باید توجه داشت که لارو و بچه ماهیان مورد نیاز جهت پرورش مصنوعی این ماهیان، حاصل تکثیر مولدین وحشی است، بنابراین از دید پرورش مصنوعی امکان‌پذیرش مولدین خاص و به‌کارگیری روش‌های متفاوت تولید بچه ماهی که در سایر ماهیان پرورشی اعمال می‌شود در مورد این ماهیان در حال حاضر امکان‌پذیر نیست. علاوه بر این بیوتکنیک تکثیر ماهیان خاویاری در کشور ما به گونه‌ای است که یک مولد تنها یک بار شانس تکثیر شدن را دارد، بنابراین پرورش بچه ماهیان حاصل از آن دقت بیشتری را می‌طلبد. از جمله عوامل مؤثر در پرورش هرگونه آبزی، میزان رشد و بازدهی غذایی آن می‌باشد که موفقیت اقتصادی یک واحد تولیدی بستگی زیادی به آنها دارد (۸ و ۱۶)، اگر چه فاکتورهای دیگر از جمله کمیت غذای مصرفی، درجه حرارت، اندازه ماهی، خصوصیات کیفی محیط پرورش و... از اهمیت فراوانی برخوردار هستند. در پژوهش

(انرژی قابل هضم به پروتئین خام) برای تمام جیره‌های غذایی وجود نداشت. و این نسبت تنها در هر یک از سطوح پروتئین تقریباً ثابت در نظر گرفته شد و مقدار آن برای سطوح پروتئین ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درصد به ترتیب برابر  $3/8 \pm 7/8$ ،  $3/4 \pm 7/9$  و  $2/9 \pm 6/6$  می‌باشد. اقلام تشکیل‌دهنده غذا در تمام تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. ترکیب و آنالیز شیمیایی جیره‌های غذایی در جدول ۱ آورده شده است. اقلام غذایی جیره پس از آسیاب شدن و توزین، به کمک مخلوط‌کن اتوماتیک کاملاً مخلوط شد و پس از اضافه نمودن آب با استفاده از چرخ گوشت صنعتی به صورت پلت درآمد و به کمک دستگاه خشک‌کن در دمای ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از بسته بندی تا زمان مصرف در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آب مورد استفاده در سیستم در تمام دوره پرورش به طور یک طرفه و به صورت ثقلی به حالت فواره‌ای از بالای حوضچه‌ها وارد شده و از خروجی مرکزی آنها تخلیه می‌شد و منبع تأمین‌کننده آن، آب سالن و نیروی مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان بود که از آب بندان و در برخی مواقع چاه و آب بندان (پس از فیلتر شدن و هوا دهی) تأمین می‌گردید. میزان آب ورودی به هر یک از حوضچه‌ها بین  $1/2$  تا  $1/6$  لیتر در دقیقه در نوسان بود. فاکتورهای درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH به صورت روزانه و آمونیاک هر دو هفته یک بار اندازه‌گیری و ثبت گردید. (میانگین دمای روزانه حاصل چهار بار قرائت دماسنج ثابت شده در آب یکی از حوضچه‌ها می‌باشد). میانگین نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای فوق در جدول ۲ آورده شده است.

به منظور حفظ کیفیت محیط پرورش بچه ماهی‌ها، همه روزه سطح داخلی دیواره‌ها و کف حوضچه‌ها با دست و به کمک دستکش و اسکاچ نظافت می‌شد، به علاوه بقایای غذایی و مدفوع ماهی‌ها سه تا چهار بار در روز با ایجاد جریان ملایم چرخشی در آب حوضچه‌ها و به کمک سیفون کردن از آنها خارج می‌گردید. تلفات احتمالی بچه ماهی‌های هر یک از

حاضر در راستای شناخت هر چه بیشتر نیازهای غذایی ماهیان خاویاری تأثیر سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره‌های غذایی بر رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی با وزن متوسط  $2/2$  گرم ارزیابی شد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۸۱ در مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان انجام گرفت، در این پژوهش تعداد ۱۲۶۰ قطعه بچه ماهی فیل ماهی با میانگین وزنی  $0/1 \pm 2/2$  گرم از بین بچه ماهیان سازگار شده به تغذیه با غذای کنسانتره انتخاب شدند. بچه ماهی‌های مذکور به تعداد ۳۵ قطعه در حوضچه‌های ونیرو به ابعاد  $0/8 \times 0/8$  متر با عمق آبیگری ۱۵ تا ۱۶ سانتی‌متر (حجم ۱۰۰ لیتر) که در ۱۲ ردیف سه تایی مستقر شده و به صورت کاملاً تصادفی شماره‌گذاری گردیده بودند، توزیع شد. انتخاب و توزیع بچه ماهی‌ها به گونه‌ای صورت گرفت که میانگین وزنی آنها در تمام حوضچه‌ها یکسان باشد. قبل از شروع آزمایش تعداد ۳۰ قطعه از بچه ماهی‌های مذکور به طور تصادفی صید شده و برای آنالیز شیمیایی لاشه مورد استفاده قرار گرفت. پس از سازگار شدن بچه ماهی‌ها به محیط جدید، تغذیه آنها با تیمارهای مختلف غذایی شامل سه سطح ۴۵، ۵۰ و ۵۵ در صد پروتئین و چهار سطح  $0/5$ ، ۴، ۸ و ۱۲ درصد مکمل روغن، شامل روغن ماهی و روغن آفتابگردان (علاوه بر چربی موجود در اقلام غذایی) هر کدام در سه تکرار در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل آغاز گردید (مقدار چربی اندازه‌گیری شده در جیره‌های غذایی پس از افزودن مکمل روغن به عنوان چربی مازاد به جیره‌های غذایی به ترتیب برابر  $6/7$ ،  $10/5$ ، ۱۴ و ۱۷ درصد اندازه‌گیری شد). لازم به توضیح است که به دلیل استفاده از سطوح متفاوت پروتئین و دامنه وسیع مکمل روغن به کار رفته در جیره‌های غذایی از یک سو و عدم امکان استفاده از ترکیبات پرکننده خنثی (Filler) به دلیل کوچک بودن بچه ماهی‌ها و محدودیت استفاده از فیبر در جیره‌های غذایی از سوی دیگر، امکان ثابت نگهداشتن نسبت

جدول ۱. ترکیب و آنالیز شیمیایی جیره‌های غذایی

| تیمارهای غذایی |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |     | اقلام غذایی (درصد) |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|--------------------|
| ۱۲             | ۱۱  | ۱۰  | ۹   | ۸   | ۷   | ۶   | ۵    | ۴    | ۳    | ۲    | ۱   |                    |
| ۶۵/۵           | ۶۵  | ۶۵  | ۶۴  | ۵۶  | ۵۶  | ۵۶  | ۵۶   | ۵۰   | ۴۹/۵ | ۴۹/۵ | ۴۹  | پودر ماهی کیلکا    |
| ۵              | ۵   | ۴   | ۴   | ۶   | ۶   | ۵   | ۵    | ۴    | ۴/۵  | ۴    | ۴   | گلوتن گندم         |
| ۵              | ۵   | ۵   | ۵/۵ | ۵/۲ | ۵/۲ | ۵/۲ | ۵/۳  | ۴    | ۴    | ۴/۵  | ۴   | مخمر               |
| ۴              | ۳/۷ | ۵   | ۵   | ۵   | ۴   | ۵   | ۴    | ۶/۵  | ۵/۵  | ۵    | ۵/۵ | کنجاله سویا        |
| ۳              | ۳   | ۳   | ۴   | ۴   | ۴   | ۴   | ۳    | ۴    | ۵    | ۵    | ۵   | شیر خشک            |
| ۱              | ۱   | ۲   | ۳   | ۲   | ۲   | ۲   | ۳    | ۳    | ۳    | ۳    | ۳   | آرد گندم           |
| -              | ۴/۴ | ۷/۱ | ۹/۱ | ۴   | ۹   | ۱۳  | ۱۷/۴ | ۱۰/۵ | ۱۴/۵ | ۱۹   | ۲۳  | آرد ذرت            |
| ۱۲             | ۸   | ۴   | ۰/۵ | ۱۲  | ۸   | ۴   | ۰/۵  | ۱۲   | ۸    | ۴    | ۰/۵ | مخلوط روغن ۱       |
| -              | ۱   | ۱   | ۱   | ۱   | ۱   | ۱   | ۱    | ۱    | ۱    | ۱    | ۱   | ملاس               |
| ۱/۵            | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵ | مکمل ۲             |
| ۱/۱            | ۱/۱ | ۱/۱ | ۱/۱ | ۱/۳ | ۱/۳ | ۱/۳ | ۱/۳  | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵ | متیونین            |
| ۰/۸            | ۰/۸ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵  | ۱/۵ | لیزین              |
| ۱              | ۰/۴ | ۰/۴ | ۰/۴ | ۰/۴ | ۰/۴ | ۰/۴ | ۰/۴  | ۰/۴  | ۰/۴  | ۰/۴  | ۰/۴ | گج                 |
| ۰/۱            | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱  | ۰/۱  | ۰/۱  | ۰/۱  | ۰/۱ | لسیتین             |
| ۱۰۰            | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰  | ۱۰۰  | ۱۰۰  | ۱۰۰  | ۱۰۰ | جمع کل             |

ترکیب شیمیایی

|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                                    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------------------|
| ۱۱/۵   | ۱۱/۴   | ۱۰/۸   | ۹      | ۸/۲    | ۱۱/۵   | ۱۰/۸   | ۹/۲    | ۱۰/۵   | ۱۱/۲   | ۱۱/۸   | ۹/۱    | رطوبت                              |
| ۵۵/۱   | ۵۵/۱   | ۵۴/۹   | ۵۵/۱   | ۵۰/۲   | ۵۰/۲   | ۵۰/۱   | ۵۰/۱   | ۴۵/۱   | ۴۵/۱   | ۴۵/۱   | ۴۵/۱   | پروتئین                            |
| ۱۷     | ۱۴     | ۱۰/۵   | ۶/۷    | ۱۷     | ۱۴     | ۱۰/۵   | ۶/۷    | ۱۷     | ۱۴     | ۱۰/۵   | ۶/۷    | چربی                               |
| ۷/۱    | ۱۰/۲   | ۱۱/۶   | ۱۱/۶   | ۹/۷    | ۱۰/۶   | ۱۰/۸   | ۱۱/۱   | ۸/۱    | ۹/۷۵   | ۹/۱۳   | ۱۰/۹   | خاکستر                             |
| ۳۸۰۴/۱ | ۳۶۹۴/۹ | ۳۵۵۲/۱ | ۳۴۷۱/۹ | ۳۸۰۰/۶ | ۳۶۵۰/۱ | ۳۵۰۶/۵ | ۳۴۲۲/۴ | ۳۷۱۶/۳ | ۳۵۷۸/۱ | ۳۵۱۱/۸ | ۳۳۷۵/۲ | انرژی قابل هضم<br>(کالری بر گرم) ۳ |

۱. شامل روغن ماهی و روغن آفتابگردان به ترتیب به نسبت ۱ به ۳.

۲. هر کیلوگرم مکمل دارای: ویتامینهای: آ، ۷، ۱ واحد، دی ۳، ۳۵ واحد، ای، ۴ گرم، سی، ۲۰۰ گرم، ب، ۳، ۱ گرم، ب، ۳، ۲ گرم، ب، ۵، ۲۰ گرم، ب، ۷، ۱/۶ گرم، ب، ۱/۶ گرم، ب، ۱۲، ۰/۰۷ گرم، ب، ۵، ۱/۵ گرم، ب، ۵، ۴ گرم، ا، ۳، ۰/۳ گرم، آنتی اکسیدان، ۱۰ گرم، مس، ۱/۵۳ میلی گرم، منگنز، ۵/۵۵ میلی گرم، ید، ۰/۷۶ میلی گرم، پتاسیم، ۰/۲۳ میلی گرم، مولیبدان، ۰/۲۲۳ میلی گرم، سلنیم، ۰/۰۴۶ میلی گرم، کبالت، ۰/۰۲۱ میلی گرم، کریبر تا رسیدن وزن به یک کیلوگرم.

۳. NRC

جدول ۲. میانگین تغییرات فاکتورهای محیطی در تناوب‌های ۱۲ روزه

| فاکتور اندازه‌گیری شده | دوره اول | دوره دوم | دوره سوم | دوره چهارم |
|------------------------|----------|----------|----------|------------|
| دمای آب (T°C)          | ۱۸/۸     | ۱۹/۴     | ۲۱/۲     | ۲۳/۹       |
| اکسیژن محلول (mg/l)    | ۷/۲      | ۶/۷      | ۶/۸      | ۸/۵        |
| PH                     | ۸/۱۰     | ۷/۹۵     | ۸/۱۰     | ۸/۰۶       |
| آمونیاک کل* (mg/l)     | ۰/۰۴۲    | ۰/۰۴۲    | ۰/۰۴۱    | ۰/۰۸۱**    |

\*: در هر یک از تناوب‌ها یکبار اندازه‌گیری شده است.

\*\* : استفاده از آب چاه

$$FCR = \frac{F}{W_f - W_i} \quad [3]$$

که در آن  $F$  = مقدار غذای مصرف شده (گرم)،  $W_f$  وزن نهایی (گرم) و  $W_i$  = وزن اولیه (گرم) (۱۶). بازده پروتئین (PER).

$$PER = \frac{BW_f - BW_i}{AP} \quad [4]$$

که در آن  $BW_f$  = وزن نهایی (گرم)،  $BW_i$  = وزن ابتدایی (گرم)  $AP$  = مقدار پروتئین داده شده به هر ماهی (گرم) (۸ و ۱۶). پروتئین تولیدشده (PPV).

$$PPV = 100 \times \frac{(BW_f \times BCP_f - BW_i \times BCP_i)}{TF \times CP} \quad [5]$$

که در آن  $BCP_f, BCP_i$  به ترتیب درصد پروتئین خام لاشه در ابتدا و انتهای آزمایش و  $CP$  = درصد پروتئین خام جیره‌های غذایی و  $TF$  مقدار غذای داده شده است (۸ و ۱۶).

### تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از طریق آنالیز واریانس چند متغیره به کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۲۲). مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پروتئین و چربی و اثر متقابل آنها بر فاکتورهای مختلف از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (۱۲) و به کمک نرم‌افزار SAS و در سطح ۵٪ انجام گرفت.

### نتایج و بحث

با توجه به اهمیت فاکتورهای محیطی از جمله اکسیژن محلول، دما و pH و تأثیر آنها بر تغذیه و در نهایت رشد بچه ماهی‌ها، این فاکتورها در تمام مدت پرورش به‌طور دقیق کنترل گردید. میانگین نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای مذکور در جدول ۲ آورده شده است.

#### در صدافزایش وزن بدن (BWI)

جدول ۴ نشان می‌دهد که سطوح مختلف پروتئین تفاوت معنی‌داری را بر میزان افزایش وزن بدن ایجاد نکرد. براساس داده‌های جدول فوق بیشترین میزان افزایش وزن در سطح

حوضچه‌ها نیز در جریان نظافت آنها خارج شده و ثبت می‌گردید. به منظور کنترل رشد و سلامتی و محاسبه مقدار غذای مورد نیاز بچه ماهی‌ها در مقاطع زمانی ۱۲ روزه، حداقل ۱۰ عدد از بچه ماهی‌های هر یک از حوضچه‌ها به‌طور کاملاً تصادفی صید شده و زیست‌سنجی گردید. (اندازه‌گیری طول کل و وزن). مقدار غذای مورد نیاز و دفعات غذاهای بر اساس داده‌های جدول ۳ صورت گرفت. در هر یک از مراحل بیومتری بچه ماهی‌ها به مدت ۱۰ تا ۱۴ ساعت گرسنه نگه داشته شدند تا لوله گوارش آنها کاملاً تخلیه گردد. در پایان مدت پرورش پس از ۲۰ ساعت گرسنگی بچه ماهی‌ها، از هر یک از حوضچه‌ها تعداد ۱۵ قطعه بچه ماهی به‌طور کاملاً تصادفی صید و زیست‌سنجی گردید. سپس از هر تکرار تعداد پنج قطعه از بچه ماهی‌ها پس از خارج نمودن امعا و احشا و جدا نمودن سر و باله‌ها به کمک چرخ گوشت سه بار چرخ شده و از مخلوط حاصل برای آنالیز لاشه استفاده گردید. آنالیز شیمیایی لاشه ماهی‌ها و جیره‌های غذایی با استفاده از روش‌های معرفی شده در AOAC (۵) انجام گرفت. برای اندازه‌گیری فاکتورهای مختلف از جمله ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، انرژی و خاکستر به‌ترتیب از دستگاه‌های آون، کج‌دال نیمه اتوماتیک، ساکسوله، بمب کالری متروکوره الکتریکی استفاده شد. شاخص‌های مورد بررسی از طریق فرمول‌های زیر محاسبه گردید. درصد افزایش وزن بدن (BWI).

$$BWI = \frac{BW_f - BW_i}{BW_i} \times 100 \quad [1]$$

که در آن  $BW_f$  = وزن نهایی بدن (گرم) و  $BW_i$  = وزن اولیه بدن (گرم) (۵ و ۱۳). میزان رشد ویژه (SGR).

$$SGR = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100 \quad [2]$$

که در آن  $\ln W_f$  = لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)  $\ln W_i$  = لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی (گرم)،  $t$  = طول دوره پرورش (روز) (۱۵ و ۱۶). ضریب مصرف غذا (FCR).

جدول ۳. دفعات غذادهی و مقدار غذای روزانه برحسب درصد وزن بدن در دماهای مختلف

| وزن بدن (گرم) | دفعات غذادهی | مقدار غذای روزانه برحسب درصد وزن بدن در دماهای مختلف |         |         |         |
|---------------|--------------|--|---------|---------|---------|
|               |              | ۱۲-۱۷°C  | ۱۷-۲۰°C | ۲۰-۲۴°C | ۲۴-۲۷°C |
| ۱/۵-۰/۵       | ۸            | ۱۲   | ۱۰      | ۱۵      | ۱۰      |
| ۳-۱/۵         | ۶            | ۱۰   | ۸       | ۱۲      | ۸       |
| ۵۰-۳          | ۴            | ۸-۶  | ۱۰-۵    | ۱۰-۸    | ۸-۶     |

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پروتئین بر شاخص‌های رشد در بچه ماهیان فیل ماهی انگشت قد

| سطح پروتئین (%) | وزن نهایی (گرم)    | افزایش وزن بدن (%)  | میزان رشد ویژه (%) | بازده پروتئین     | ضریب مصرف غذا     | پروتئین تولید شده (%) |
|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| ۴۵              | ۱۴/۸۴ <sup>a</sup> | ۵۹۱/۰۸ <sup>a</sup> | ۴/۲۷ <sup>a</sup>  | ۱/۲ <sup>a</sup>  | ۱/۸۶ <sup>b</sup> | ۶۸/۸۴ <sup>a</sup>    |
| ۵۰              | ۱۴/۷۲ <sup>a</sup> | ۵۶۵/۷۵ <sup>a</sup> | ۴/۱۶ <sup>a</sup>  | ۱/۰۴ <sup>b</sup> | ۱/۹۳ <sup>b</sup> | ۶۳/۸۵ <sup>a</sup>    |
| ۵۵              | ۱۳/۵۱ <sup>b</sup> | ۵۴۵/۰۰ <sup>a</sup> | ۴/۱۳ <sup>a</sup>  | ۰/۸۸ <sup>c</sup> | ۲/۱۵ <sup>a</sup> | ۵۴/۶۲ <sup>b</sup>    |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ( $p > 0.05$ ).

تیمارهای ۹ تا ۱۲ (حاوی ۵۵ درصد پروتئین) بیشترین میزان افزایش وزن در تیمار ۱۲ (دارای ۱۲٪ مکمل روغن) مشاهده شد. مقایسه مقادیر درصد افزایش وزن در سطح چربی یکسان و سطوح متفاوت پروتئین نشان داد که افزایش پروتئین به تنهایی باعث بالارفتن درصد افزایش وزن بدن نمی‌شود. به نظر می‌رسد علت این امر ناشی از بالا بودن دامنه استفاده از پروتئین در جیره‌های غذایی (۴۵ تا ۵۵ درصد) باشد. این نتایج تأیید کننده نتایج بررسی‌های برین دان و همکاران (۸) می‌باشد. آنها نشان دادند افزایش پروتئین جیره غذایی از ۲۰ به ۴۳ درصد افزایش خطی را در میزان درصد افزایش وزن ایجاد می‌نماید ولی افزایش پروتئین از ۴۳ به ۴۸/۲ و ۵۲/۷ درصد تغییری در میزان درصد افزایش وزن ایجاد نمی‌کند. که علت آن کافی بودن مقدار پروتئین مورد استفاده در جیره غذایی برای تأمین رشد مطلوب بوده است. در تأیید نظر فوق نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش پروتئین در دامنه مورد استفاده در این پژوهش (۴۵ تا ۵۵ درصد) به تنهایی تأثیری در میزان درصد افزایش وزن نداشت. در حالی که افزایش پروتئین و چربی به صورت توأم تفاوت معنی‌داری را در درصد افزایش وزن ایجاد نمود.

۴۵ درصد پروتئین دیده شد. در حالی که داده‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که سطوح مختلف مکمل روغن تفاوت معنی‌داری را بر میزان افزایش وزن بدن ایجاد می‌کند ( $p < 0.05$ ). بر این اساس بالاترین درصد افزایش وزن در سطح ۱۲ درصد مکمل روغن دیده شد. داده‌های جدول ۶ بیشترین افزایش وزن بدن در بین تیمارهای آزمایشی را در تیمار ۸ (حاوی ۵۰٪ پروتئین و ۱۲٪ مکمل روغن) نشان داد. ماهیان تغذیه شده با این تیمار غذایی دارای ۷۸۶ درصد افزایش وزن نسبت به وزن اولیه بودند. در عین حال میزان افزایش وزن در این تیمار با تیمار ۳ (حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۸٪ مکمل روغن) تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ولی اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار است ( $p < 0.05$ ). کمترین میزان افزایش وزن در تیمار ۶ به مقدار ۴۰۸/۳ درصد دیده شد. با توجه به داده‌های جدول ۶ بهترین درصد افزایش وزن بدن بین تیمارهای غذایی ۱ تا ۴ (حاوی ۴۵ درصد پروتئین) در ماهیان تغذیه شده با تیمار غذایی ۳ (دارای ۸٪ مکمل روغن) مشاهده شد. در حالی که بیشترین افزایش وزن در تیمارهای ۵ تا ۸ (حاوی ۵۰ درصد پروتئین) در ماهیان تغذیه شده با تیمار غذایی ۸ (دارای ۱۲٪ مکمل روغن) و در

باعث گردیدند. بر این اساس ماهیان تیمار ۸ که از افزایش وزن بیشتری برخوردار بوده‌اند میزان رشد ویژه بهتری را نیز نشان دادند.

#### بازده پروتئین (PER)

داده‌های جدول ۴ تفاوت معنی‌داری را در بازده پروتئین جیره‌های غذایی بین سطوح مختلف پروتئین نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ). بر این اساس بهترین بازده پروتئین در سطح ۴۵ درصد پروتئین خام مشاهده گردید. به علاوه افزایش سطح پروتئین جیره‌های غذایی، کاهش منظمی را در بازده پروتئین تیمارها باعث شد. بنابراین چنین استنباط می‌شود که میزان پروتئین تیمارهای غذایی بیش از نیاز بچه ماهیان باشد. این نظریه تأییدکننده نظررخان و همکاران (۱۸) که معتقدند زیادی پروتئین جیره باعث کاهش بازده پروتئین آن خواهد شد می‌باشد. داده‌های جدول ۵ نیز تفاوت معنی‌داری را در بازده پروتئین جیره‌های غذایی بین سطوح مختلف مکمل روغن نشان می‌دهد ( $p < 0.05$ ). بر این اساس بهترین بازده پروتئین در سطح ۸ درصد مکمل روغن مشاهده گردید. اثر متقابل پروتئین و چربی نیز تفاوت آماری معنی‌داری را بر بازده پروتئین نشان داد. بر اساس داده‌های جدول ۶ بهترین بازده پروتئین در تیمار ۳ (حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۸٪ مکمل روغن) دیده شد. در حالی که این مقدار، تفاوت معنی‌داری را با تیمار ۲ (حاوی ۴۵٪ پروتئین و ۴٪ مکمل روغن) و تیمار ۷ (حاوی ۵۰٪ پروتئین و ۸٪ مکمل روغن) نشان نداد. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که میزان ۴۵ درصد پروتئین خام در جیره غذایی نیاز پروتئینی بچه ماهیان را برای رشد مطلوب تأمین نموده است. برین دان و همکاران (۸) نیز کاهش خطی در میزان بازده پروتئین را هم‌زمان با افزایش سطح پروتئین جیره غذایی تاس ماهی سفید جوان از ۲۰ تا ۴۳ درصد گزارش کرده، و نیاز پروتئینی بچه ماهیان مذکور را ۴۳ درصد به دست آوردند.

#### ضریب مصرف غذا

داده‌های جدول ۴ تفاوت معنی‌داری را در ضریب مصرف غذا بین سطوح مختلف پروتئین نشان داد ( $p < 0.05$ ). بر این اساس

نتایج فوق به خوبی نشان داد که چربی دارای یک اثر کمکی برای کارایی پروتئین بوده و افزایش آن هم‌زمان با افزایش پروتئین باعث تأمین انرژی مورد نیاز ماهی گردیده و در نتیجه پروتئین مسیر اصلی خود را در فرایند متابولیسم طی نموده و باعث رشد بهتر شده است. بنابراین میزان چربی می‌تواند هم‌زمان با افزایش پروتئین تا حد معینی که تأمین‌کننده نسبت مناسب  $\frac{DE}{CP}$  (انرژی قابل هضم به پروتئین خام) باشد در جیره‌های غذایی افزایش یابد. همان‌گونه که در بالا اشاره شد افزایش مکمل روغن در هر یک از سطوح پروتئین در صورتی می‌تواند باعث افزایش رشد گردد که متناسب با آن پروتئین نیز در اختیار ماهی قرار داشته باشد. نتایج به دست آمده مؤید نظر واسیلیوا و همکاران (۲۵) و آبراسیمووا (۲) می‌باشد. ایشان ضمن تأکید بر امکان افزایش چربی در جیره‌های غذایی متناسب با افزایش پروتئین میزان بهینه چربی و پروتئین را در جیره غذایی بچه ماهیان خاویاری به ترتیب ۱۸ و ۵۰ درصد ذکر می‌کنند.

#### میزان رشد ویژه (SGR)

داده‌های جدول ۴ نشان داد که سطوح مختلف پروتئین - در دامنه مورد استفاده در این پژوهش - به تنهایی تفاوت معنی‌داری را در میزان رشد ویژه ایجاد نمی‌کند، که دلیل آن همچنان‌که در بحث مربوط به درصد افزایش وزن عنوان گردید، بالا بودن سطح پروتئین در بین تیمارهای مختلف بود. در این‌جا نیز سطوح مختلف چربی (جدول ۵) و اثر متقابل پروتئین و چربی (جدول ۶) توانسته است تفاوت معنی‌داری را در میزان رشد ویژه بین تیمارهای مختلف ایجاد نماید. بر این اساس رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی شماره ۸ (حاوی ۵۰٪ پروتئین ۱۲٪ مکمل روغن) و شماره ۳ (حاوی ۴۵٪ پروتئین ۸٪ مکمل روغن) بیشتر از سایر ماهیان بود. مهم‌ترین عاملی که موجب به دست آمدن ارقام متفاوتی در میزان رشد ویژه شده است، افزایش وزن متفاوت ایجاد شده در تیمارهای مختلف در طول مدت پرورش می‌باشد. جیره‌هایی که در طول مدت پرورش، افزایش وزن بیشتری ایجاد نمودند، میزان رشد ویژه بهتری را نیز

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف مکمل روغن بر شاخص‌های رشد در بچه فیل ماهی‌های انگشت قد

| سطح مکمل روغن (%) | وزن نهایی (گرم)   | افزایش وزن بدن (%)  | میزان رشد ویژه (%) | بازده پروتئین      | ضریب مصرف غذا     | پروتئین تولید شده (%) |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| ۰/۵               | ۱۲/۵ <sup>b</sup> | ۴۸۰/۱۱ <sup>b</sup> | ۳/۹۵ <sup>b</sup>  | ۰/۹۲ <sup>c</sup>  | ۲/۲۳ <sup>a</sup> | ۵۵/۸۳ <sup>b</sup>    |
| ۴                 | ۱۲/۷ <sup>b</sup> | ۴۹۸/۷۸ <sup>b</sup> | ۳/۹۴ <sup>b</sup>  | ۱/۰۱ <sup>bc</sup> | ۲/۰۹ <sup>a</sup> | ۶۳/۱۶ <sup>a</sup>    |
| ۸                 | ۱۶/۰ <sup>a</sup> | ۶۳۴/۴۴ <sup>a</sup> | ۴/۴ <sup>a</sup>   | ۱/۱۶ <sup>a</sup>  | ۱/۷۵ <sup>b</sup> | ۶۶/۹۲ <sup>a</sup>    |
| ۱۲                | ۱۶/۲ <sup>a</sup> | ۶۵۵/۷۸ <sup>a</sup> | ۴/۴۶ <sup>a</sup>  | ۱/۰۸ <sup>ab</sup> | ۱/۸۵ <sup>b</sup> | ۶۳/۸۲ <sup>a</sup>    |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ( $p > 0.05$ ).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف پروتئین و چربی بر شاخص‌های رشد در بچه فیل ماهی‌های انگشت قد

| شماره تیمار | وزن نهایی (گرم)     | افزایش وزن (%)        | میزان رشد ویژه (%) | بازده پروتئین       | ضریب مصرف غذا      | پروتئین تولید شده (%) | شاخص‌های مورد بررسی |         |
|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|---------|
|             |                     |                       |                    |                     |                    |                       | چربی                | پروتئین |
| ۱           | ۱۲/۵ <sup>def</sup> | ۴۴۷/۰۰ <sup>de</sup>  | ۳/۹ <sup>cd</sup>  | ۱/۰۷۳ <sup>bc</sup> | ۲/۰۵ <sup>bc</sup> | ۶۲/۲۱ <sup>bcde</sup> | ۲۱                  | ۲۱      |
| ۲           | ۱۴/۸ <sup>bc</sup>  | ۶۰۶/۳۳ <sup>c</sup>   | ۴/۳۴ <sup>b</sup>  | ۱/۳۲ <sup>a</sup>   | ۱/۶۹ <sup>c</sup>  | ۷۸/۹ <sup>a</sup>     | ۳۲                  | ۳۲      |
| ۳           | ۱۸/۳ <sup>b</sup>   | ۷۴۶/۳۳ <sup>ab</sup>  | ۴/۷۴ <sup>a</sup>  | ۱/۳۵ <sup>a</sup>   | ۱/۶۳ <sup>c</sup>  | ۷۳/۶۱ <sup>ab</sup>   | ۳۵                  | ۳۵      |
| ۴           | ۱۳/۷ <sup>cd</sup>  | ۵۳۴/۶۷ <sup>cd</sup>  | ۴/۱ <sup>bc</sup>  | ۱/۰۶ <sup>bc</sup>  | ۲/۰۸ <sup>bc</sup> | ۶۰/۶۵ <sup>cde</sup>  | ۶۷                  | ۶۷      |
| ۵           | ۱۳/۴ <sup>cde</sup> | ۵۳۰/۳۳ <sup>cde</sup> | ۴/۰۹ <sup>bc</sup> | ۱/۰۳ <sup>bcd</sup> | ۱/۹۴ <sup>bc</sup> | ۵۹/۴۲ <sup>cde</sup>  | ۳۳                  | ۳۳      |
| ۶           | ۱۱/۳ <sup>f</sup>   | ۴۰۸/۳۳ <sup>e</sup>   | ۳/۶ <sup>d</sup>   | ۰/۸۶ <sup>d</sup>   | ۲/۳۱ <sup>b</sup>  | ۵۹/۶۲ <sup>def</sup>  | ۳۳                  | ۳۳      |
| ۷           | ۱۴/۷ <sup>bc</sup>  | ۵۳۸/۳۳ <sup>cd</sup>  | ۴/۱۱ <sup>bc</sup> | ۱/۱۹ <sup>ab</sup>  | ۱/۶۶ <sup>c</sup>  | ۷۰/۹۳ <sup>abc</sup>  | ۱۹                  | ۱۹      |
| ۸           | ۱۹/۵ <sup>b</sup>   | ۷۸۶/۰۰ <sup>a</sup>   | ۴/۸۶ <sup>a</sup>  | ۱/۱ <sup>bc</sup>   | ۱/۸۰ <sup>c</sup>  | ۶۸/۴۳ <sup>abcd</sup> | ۸۶                  | ۸۶      |
| ۹           | ۱۱/۷ <sup>fe</sup>  | ۴۳۳/۰۰ <sup>de</sup>  | ۳/۸۶ <sup>cd</sup> | ۰/۶۶ <sup>e</sup>   | ۲/۷۱ <sup>a</sup>  | ۴۵/۸۸ <sup>f</sup>    | ۶۶                  | ۶۶      |
| ۱۰          | ۱۲/۰ <sup>def</sup> | ۴۸۱/۶۷ <sup>de</sup>  | ۳/۸۷ <sup>cd</sup> | ۰/۸۵ <sup>d</sup>   | ۲/۲۶ <sup>b</sup>  | ۵۳/۹۷ <sup>ef</sup>   | ۸۷                  | ۸۷      |
| ۱۱          | ۱۵/۰ <sup>bc</sup>  | ۶۱۸/۶۷ <sup>c</sup>   | ۴/۳۵ <sup>b</sup>  | ۰/۹۳ <sup>cd</sup>  | ۱/۹۶ <sup>bc</sup> | ۵۶/۲۲ <sup>ef</sup>   | ۹۳                  | ۹۳      |
| ۱۲          | ۱۵/۴ <sup>c</sup>   | ۶۴۶/۶۷ <sup>bc</sup>  | ۴/۴۶ <sup>b</sup>  | ۱/۰۷ <sup>bc</sup>  | ۱/۶۷ <sup>c</sup>  | ۶۲/۱۴ <sup>bcde</sup> | ۶۷                  | ۶۷      |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست ( $p > 0.05$ ).

بیشترین ضریب مصرف غذا در سطح ۵۵ درصد پروتئین دیده شد. کمتر بودن ضریب مصرف غذا در سطوح پروتئینی ۴۵ و ۵۰ درصد نشان می‌دهد که این میزان پروتئین برای رشد بچه ماهیان کافی بوده و نیازی به پروتئین بیشتر نیست. داده‌های جدول ۵ نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در میزان مصرف غذا بین سطوح مختلف مکمل روغن در جیره‌های غذایی است.



را کاهش می‌دهد (۲۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از ۸ تا ۱۲ درصد مکمل روغن بر مطلوبیت غذا و کیفیت فیزیکی آن افزوده و پذیرش بهتر آن را باعث شده است.

#### پروتئین تولید شده (PPV)

جدول ۴ اثر سطوح مختلف پروتئین جیره‌های غذایی را بر میزان پروتئین تولید شده نشان می‌دهد، داده‌های مذکور وجود تفاوت معنی‌دار در میزان پروتئین تولید شده بین سطوح مختلف پروتئین جیره را نشان داد ( $p < 0/05$ ). بر این اساس بیشترین میزان پروتئین تولید شده در سطح ۴۵ درصد پروتئین خام جیره‌های غذایی دیده شد. داده‌های جدول ۵ نیز وجود تفاوت معنی‌دار در میزان پروتئین تولید شده در سطوح مختلف مکمل روغن را نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین میزان پروتئین تولید شده در سطح ۸ درصد مکمل روغن دیده شد که مقدار آن با سطوح ۴ و ۱۲ درصد مکمل روغن نیز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. نتایج جدول ۶ تفاوت معنی‌داری را در مقدار پروتئین تولید شده بین تیمارهای مختلف نشان داد ( $p < 0/05$ ). بیشترین میزان پروتئین تولید شده، در تیمار ۲ (حاوی ۴۵ درصد پروتئین و ۴ درصد مکمل روغن) دیده شد. ولی از آنجایی که تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین تولید شده بین تیمارهای ۳، ۷ و ۸ مشاهده نشد، می‌توان نتیجه گرفت که حد مطلوب پروتئین مورد نیاز برای بچه ماهیان فیل ماهی مورد استفاده در این پژوهش ۴۵ درصد است. در تأیید این نظر برین دان و همکاران (۸) معتقدند مقدار پروتئین مطلوب جیره غذایی برای رشد بچه تاس ماهی سفید جوان ۴۳ درصد و کمتر است. به عقیده آنها ماهیان خاویاری مانند سایر جانوران هنگامی که پروتئین کمتر از حد مورد نیاز خود را در جیره دریافت کنند، مصرف پروتئینی بالایی خواهند داشت. علاوه بر این با توجه به داده‌های جدول ۵ دیده می‌شود که افزایش سطح مکمل روغن از ۰/۵ تا ۸ درصد باعث افزایش میزان پروتئین تولید شده گردیده است. این واقعیت در داده‌های جدول ۶ در هر یک از سطوح پروتئین جیره‌ها نیز دیده می‌شود. بنابراین می‌توان چنین

( $p < 0/05$ ). بر این اساس کمترین ضریب مصرف غذا در سطح ۸ درصد مکمل روغن دیده شد که تفاوتی را با سطح ۱۲ درصد مکمل روغن نشان نداد، ولی با سایر سطوح دارای اختلاف معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). نتایج ارائه شده در جدول ۶ تفاوت معنی‌داری را در ضریب مصرف غذا بین تیمارهای مختلف غذایی نشان داد ( $p < 0/05$ ). براساس نتایج مذکور تیمار ۹ با ۵۵ درصد پروتئین و ۰/۵ درصد مکمل روغن بالاترین ضریب مصرف غذا و تیمار ۳ با ۴۵ درصد پروتئین و ۸ درصد مکمل روغن کمترین مقدار آن را داراست، از سوی دیگر محدوده ناچیز اختلاف و هم‌چنین عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بین بیشتر تیمارها نشان داد که میزان ۴۵ درصد پروتئین و ۸ درصد مکمل روغن در جیره‌های غذایی، رشد مطلوب بچه ماهیان را تأمین می‌نماید. برین دان و همکاران (۸) گزارش کردند تاس ماهیان سفیدی که از جیره‌های غذایی کم پروتئین (۲۰ تا ۴۳ درصد) تغذیه می‌کردند ضریب مصرف غذایی بالایی را نشان دادند، زیرا پروتئین کافی برای تأمین حداکثر رشد در جیره‌های آنها وجود نداشت (پژوهش ایشان در دامنه پروتئینی ۲۰ تا ۵۲/۷ درصد انجام شد). بنابراین همان‌گونه که در فوق اشاره شد در پژوهش حاضر سطح ۴۵ درصد پروتئین برای تأمین رشد مطلوب بچه ماهیان کافی بوده و نیازی به پروتئین بالاتر نمی‌باشد. هم‌چنین از آنجایی که مطلوبیت غذا و تمایل به مصرف آن از عواملی است که بر میزان ضریب مصرف غذا تأثیر می‌گذارد، بنابراین غذاهایی که کمتر مورد پذیرش ماهی‌ها واقع می‌شوند ضایعات بیشتری داشته و افزایش مصرف غذا را باعث می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد بالا بودن ضریب مصرف غذا در تیمارهای ۱، ۵ و ۹ (دارای ۰/۵ درصد مکمل روغن) ناشی از سخت و خشن بودن دانه‌های غذایی است. در پژوهش حاضر به دلیل کوچک بودن بچه ماهی‌های مورد آزمایش، سخت بودن دانه‌های غذایی بیشتر موثر واقع شده و باعث افزایش ضریب مصرف غذا گردیده است. در تأیید این نظر شناخته شده که ماهیان خاویاری دانه‌های غذایی نرم‌تر را ترجیح می‌دهند زیرا سخت بودن دانه‌های غذایی مطلوبیت آنها

استنباط کرد که افزایش چربی در جیره‌های غذایی تا حدی که بتواند نسبت مناسبی بین انرژی قابل هضم و پروتئین ایجاد نماید باعث ذخیره پروتئین شده و میزان پروتئین تولید شده را افزایش داده است. در این جا نیز می‌توان اثر کمکی افزایش چربی در تولید پروتئین و هم‌چنین اثر نسبت  $\frac{DE}{CP}$  را مشاهده کرد. این نظریه تأییدکننده نظر استیفن (۲۴) که معتقد است افزایش چربی باعث ذخیره پروتئین جیره می‌شود و نظر استوارت و هانگ (۲۳) که معتقدند افزایش چربی ممکن است باعث بالا رفتن بازده پروتئین و پروتئین تولید شده شود، می‌باشد.

### ترکیب شیمیایی لاشه

جدول ۷ اثر سطوح مختلف پروتئین جیره‌های غذایی را بر ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان نشان می‌دهد. براساس داده‌های این جدول سطوح مختلف پروتئین تفاوت معنی‌داری را در میزان ماده خشک و خاکستر لاشه ایجاد نکرد. ولی تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین خام و چربی خام ماهیان ایجاد گردید. براساس داده‌های جدول فوق بیشترین میزان پروتئین لاشه در ماهیان تغذیه شده با سطح پروتئین ۵۵ درصد و کمترین مقدار آن در ماهیان تغذیه شده با سطح ۴۵ درصد پروتئین دیده شد. افزایش مقدار پروتئین خام و چربی خام لاشه هم‌زمان با افزایش سطح پروتئین در جیره‌های غذایی نشان‌دهنده رشد خوب ماهی‌ها و مناسب بودن مقدار پروتئین در جیره‌های غذایی مذکور می‌باشد. نتایج فوق با نتایج حاصل از پژوهش‌های استوارت و هانگ (۲۳) در مورد ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان خاویاری تأیید می‌شود. جدول ۸ اثر سطوح مختلف مکمل روغن در جیره‌های غذایی را بر ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های جدول مذکور سطوح مختلف مکمل روغن تفاوت معنی‌داری را بر میزان ماده خشک و خاکستر لاشه ماهیان ایجاد نکرد، ولی اثر این سطوح بر پروتئین خام و چربی خام لاشه معنی‌دار است ( $p < 0.05$ ). داده‌های جدول فوق تغییر منظمی را در میزان پروتئین خام

لاشه ماهیان هم‌زمان با افزایش سطح مکمل روغن نشان نداد. درحالی که بیشترین مقدار پروتئین خام لاشه در سطح ۴ درصد مکمل روغن دیده شد. نتایج فوق نشان داد که مکمل روغن باعث تغییر در ترکیب شیمیایی لاشه شده و افزایش آن، افزایش چربی خام لاشه را باعث گردید. بیشترین میزان چربی لاشه در سطح ۸ درصد مکمل روغن دیده شد که اختلاف معنی‌داری را با سطح ۱۲ درصد مکمل روغن نشان نداد.

داده‌های جدول ۹ تفاوت معنی‌داری را در مقدار ماده خشک و خاکستر لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای غذایی مختلف نشان نداد. اگر چه مقدار عددی ماده خشک لاشه در تیمار شماره ۳ بیشتر از سایر تیمارهاست و رشد بهتر این گروه را نشان می‌دهد. در خصوص خاکستر لاشه همان‌گونه که دیده می‌شود تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف دیده نشد و نظم خاصی در افزایش مقدار خاکستر لاشه متناسب با افزایش میزان چربی جیره‌های غذایی یا افزایش میزان پروتئین آنها وجود ندارد. در مورد ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان خاویاری، استوارت و هانگ (۲۳) معتقدند ماهیان خاویاری دارای رشد کند، رطوبت و خاکستر زیاد و پروتئین و چربی کمی را نسبت به ماهیان دارای رشد سریع در ترکیب شیمیایی لاشه خود نشان می‌دهند. در مقابل داده‌های جدول فوق تفاوت معنی‌داری را در مقدار پروتئین و چربی لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای غذایی مختلف نشان می‌دهد ( $p < 0.05$ ). همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین میزان چربی به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۲، ۸ و ۳ می‌باشد، که البته تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. مقدار چربی لاشه در تیمارهای ۳ و ۸ - با توجه به فاکتورهایی که قبلاً تشریح شده است - نشان‌دهنده برتری تیمارهای غذایی مذکور و رشد خوب ماهیان تغذیه شده با آنهاست. این نتایج تأییدکننده نظریه استوارت و هانگ (۲۳) در مورد ترکیب شیمیایی لاشه ماهیان خاویاری است. علاوه بر این روند کلی تغییر در میزان چربی لاشه نشان داد که در یک مقدار پروتئین ثابت افزایش چربی جیره‌های غذایی منجر به افزایش مقدار

جدول ۷. مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان فیل ماهی انگشت قد نسبت به اثر سطوح پروتئین (برحسب درصد)

| سطح پروتئین (%) | ماده خشک           | پروتئین خام        | چربی خام           | خاکستر             |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ۴۵              | ۱۷/۰۵ <sup>a</sup> | ۵۶/۷۸ <sup>b</sup> | ۱۴/۵۴ <sup>b</sup> | ۱۱/۸۳ <sup>a</sup> |
| ۵۰              | ۱۶/۱۸ <sup>a</sup> | ۶۰/۷۳ <sup>a</sup> | ۱۴/۸۲ <sup>b</sup> | ۱۱/۷۵ <sup>a</sup> |
| ۵۵              | ۱۷/۳۱ <sup>a</sup> | ۶۱/۶۸ <sup>a</sup> | ۱۶/۷۱ <sup>a</sup> | ۱۲/۵۶ <sup>a</sup> |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است ( $p > 0.05$ ).

جدول ۸. مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان فیل ماهی انگشت قد نسبت به اثر سطوح مکمل روغن (برحسب درصد)

| سطح مکمل روغن (%) | ماده خشک (%)       | پروتئین خام (%)     | چربی خام (%)       | خاکستر (%)         |
|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| ۰/۵               | ۱۶/۰۲ <sup>a</sup> | ۶۰/۷۲ <sup>ab</sup> | ۱۱/۴۹ <sup>c</sup> | ۱۲/۰۴ <sup>a</sup> |
| ۴                 | ۱۶/۵۸ <sup>a</sup> | ۶۱/۳۱ <sup>a</sup>  | ۱۳/۷۷ <sup>b</sup> | ۱۲/۳۶ <sup>a</sup> |
| ۸                 | ۱۷/۸۱ <sup>a</sup> | ۵۷/۹ <sup>c</sup>   | ۱۸/۲۵ <sup>a</sup> | ۱۱/۳۰ <sup>a</sup> |
| ۱۲                | ۱۶/۹۸ <sup>a</sup> | ۵۹/۰۰ <sup>bc</sup> | ۱۷/۹۲ <sup>a</sup> | ۱۲/۴۸ <sup>a</sup> |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0.05$ ).

جدول ۹. مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان فیل ماهی انگشت قد ترکیب شیمیایی لاشه (بر حسب درصد ماده خشک)

| شماره تیمار | ماده خشک | پروتئین خام          | چربی خام           | خاکستر |
|-------------|----------|----------------------|--------------------|--------|
| ۱           | ۱۷/۲     | ۵۷/۷ <sup>ef</sup>   | ۱۲/۰۷ <sup>b</sup> | ۱۱/۰۸  |
| ۲           | ۱۵/۷۶    | ۵۷/۱۶ <sup>ef</sup>  | ۱۳/۴۱ <sup>b</sup> | ۱۲/۵۴  |
| ۳           | ۱۹/۰۶    | ۵۴/۷۶ <sup>f</sup>   | ۱۹/۲۶ <sup>a</sup> | ۱۱/۸۱  |
| ۴           | ۱۶/۲     | ۵۷/۴۳ <sup>ef</sup>  | ۱۳/۴۴ <sup>b</sup> | ۱۱/۹   |
| ۵           | ۱۶/۱۶    | ۵۷/۹ <sup>def</sup>  | ۱۱/۶۹ <sup>b</sup> | ۱۱/۱۱  |
| ۶           | ۱۵/۶۶    | ۶۴/۰۳ <sup>ab</sup>  | ۱۰/۴۸ <sup>b</sup> | ۱۳/۰۸  |
| ۷           | ۱۶/۵۶    | ۵۹/۳۳ <sup>cde</sup> | ۱۷/۲۲ <sup>a</sup> | ۱۱     |
| ۸           | ۱۶/۳۳    | ۶۱/۶۶ <sup>bcd</sup> | ۱۹/۹ <sup>a</sup>  | ۱۱/۰۸  |
| ۹           | ۱۴/۷     | ۶۶/۵ <sup>a</sup>    | ۱۰/۷ <sup>b</sup>  | ۱۳/۹۵  |
| ۱۰          | ۱۸/۳۳    | ۶۲/۷۳ <sup>bc</sup>  | ۱۷/۴۳ <sup>a</sup> | ۱۱/۴۵  |
| ۱۱          | ۱۷/۸     | ۵۹/۶ <sup>cde</sup>  | ۱۸/۲۸ <sup>a</sup> | ۱۱/۱   |
| ۱۲          | ۱۸/۴۳    | ۵۷/۹ <sup>def</sup>  | ۲۰/۴۲ <sup>a</sup> | ۱۳/۷۵  |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

حدود ۱۷ درصد می‌رساند- رشد مطلوب و مناسبی را در بچه ماهیان فیل ماهی انگشت قد باعث می‌شود. به علاوه جیره مذکور در برخی از فاکتورهای مورد بررسی شامل درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب مصرف غذا، ماده خشک، چربی خام و خاکستر لاشه تفاوت معنی‌داری را با جیره حاوی ۴۵ درصد پروتئین و ۸ درصد مکمل روغن (۱۴ درصد چربی) ایجاد نکرد ( $P > 0/05$ ). بنابراین بر اساس یافته‌های این تحقیق میزان نیاز بچه ماهیان فیل ماهی انگشت قد (۲/۲ تا ۲۰ گرم) به پروتئین حدود ۴۵ تا ۵۰ درصد و نیاز چربی آنها حدود ۱۴ تا ۱۷ درصد پیشنهاد می‌گردد.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری صمیمانه مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلات استان گلستان، مدیریت محترم شیلات استان گلستان و ریاست و پرسنل محترم مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان نهایت تشکر و قدردانی می‌گردد.

چربی ذخیره شده در لاشه ماهیان تغذیه شده می‌گردد. نتایج به دست آمده به‌طور کلی نشان داد که افزایش چربی در جیره‌های غذایی مورد استفاده در این پژوهش منجر به افزایش چربی لاشه و تغییر در ترکیب شیمیایی آن شده است.

نتایج فوق با یافته‌های سایر پژوهندگان در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نیز مطابقت دارد (۱۳ و ۲۱). گوریا در سال ۱۹۹۲ گزارش کرد که تغذیه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان به مدت ۱۸ هفته با جیره غذایی حاوی ۲۴ درصد روغن باعث افزایش میزان چربی لاشه تا دو برابر می‌شود (۱۳). هم‌چنین محققین دیگر گزارش دادند که انرژی زیاد (چربی زیاد) در جیره‌های غذایی که دارای پروتئین متعادل هستند باعث ذخیره چربی و تغییر ترکیب شیمیایی لاشه می‌شود (۴ و ۱۰ و ۱۱ و ۲۱). ارتباط بین میزان رطوبت، پروتئین و چربی لاشه توسط برخی از محققین دیگر نیز گزارش گردیده است (۱۴ و ۲۰ و ۲۱).

### نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده به‌طور کلی نشان داد که استفاده از جیره غذایی حاوی ۵۰ درصد پروتئین و ۱۲ درصد مکمل روغن - که علاوه بر چربی اقلام غذایی، مقدار چربی جیره غذایی را به

### منابع مورد استفاده

۱. شرکت سیماب سازه. ۱۳۸۰. گزارش بیوتکنیک صیدگاه‌های شمال کشور برای پرورش گوشتی ماهیان خاویاری و مولدین نارس. سازمان شیلات، تهران.
۲. Абросимова, Н. А. 1997. корма и корпление молодежи осетровых рыб в индустриальной Аквакультуре. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени Доктора биологических наук. (АЗНИИРХ). Москва.
۳. Абросимова, Н. А., О.А. Рудницкая, И. А. Мирзоян, М.В. Сафонова, Выращивание молоди осетра, севрюги и бестера на искусственных кормах // Тез. докл. Всес. Со-вещ. по пром. Рыбоводству И проблемам кормов, кормопроизводства И кормления рыб, 19-21 дек. 1985 г., М., 1985. - С.5-6.
۴. Austreng, E. 1979. Fat levels and fat sources in dry diets for salmonid fish. pp. 313-326. In: J. E. Halver and K. Tiews Eds., *Fin Fish Nutrition and Fish Feed Technology* vol. 2, H. Heeneman. Berlin.
۵. Association of Official Analytical Chemists, 1990. *Official Methods of Analysis*. 15<sup>th</sup> ed. Washington DC. p. 1015.
۶. Berg, L.S. 1948. *Fresh water Fishes of The U.S.S.R. and Adjacent Countries* Vol.1. Translated from Russian by Israel program for Scientific Translations, Jerusalem. 504:76-81.
۷. Бондаренко, Л. Г. 1985. Биологические основы разработки сухих гранулированных кормов для личинок осетровых рыб на пример бестера и русского осетра. Автограф. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук.
۸. Brendan, J. M., S.O. S. Hung and J. F. Medrano. 1988. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture* 71:235-245.

9. Bronzi, P. and G.Arlati.1995. Sturgeon farming in Italy proc.Second International Symposium on Sturgeon.VNIRO. Publ.
10. Buckley, J.T and Groves, T. D. D. 1979. Influence of feed on the body composition of finfish: pp. 335-343. In: J. E. Halver and K.Tiews(Ed.), Finfish Nutrition and Fish Feed Technology .vol.2 H. Heeneman.Berlin.
11. Cowey, C. B. 1979. Protein and amino acid requirement of finfish. PP.3-16. In: J. E . Halver and k. Tiews (Ed.), Finfish Nutrition and Fish Feed Technology. vol.1.H,Heeneman,Berlin.
12. Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F.test.Biomet. 11:1-42.
13. Goureira. A. J.R 1992. The use of poultry by product and hydrolysed feather meal as a feed for Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Published by Institut of Zoology Faculty of science university of porto No.227.24 PP.
14. Gulbrandsen, K. E. and F. Utne. 1977. The protein requirement on energy basis for Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Fisk. Dir.Skr.Ser. Ernaring 1: 58-75.
15. Hung, S. S. O and P.B. Lutes. 1987. Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): at 20°C .Aquaculture 65: 307-317.
16. Hung, S. S. O , P.B. Lutes, F. S. Conte and T. Storebakken. 1989. Growth and feed efficiency of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feeding rates. Aquaculture 80:147-153.
17. Hung, S. S.O and D.F. Deng. 2002. Sturgeon, Acipenser spp. pp. 344-357. In: Webster,C.D. (ed) Nutrient requirements and feeding of Finfish for aquaculture.CAB International.
18. Khan, M. S., K. J. Ang and M. A. Ambak.1996. The effect of varying dietary protein level on the growth food conversion protein utilization and body composition of tropical catfish *Mystus nemurus* (C. & V.) cultured in static pond water system. Aquaculture Res. 27: 823-829.
19. Kaushik, S. J., J. Breque and D. Blanc. 1991. Requirements for protein and essential amino acids and their utilization by siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). pp.25-37. In: P. Williot (Ed.), Proceedings of the First International symposium on sturgeon CEMAGREF France.
20. Papoutsoglou, S. E. and E. G. Paparaskeva- Papoutsoglou. 1978. Comparative studies on body composition of Rainbow trout (*S. gairdneri*) in relation to type of diet and growth rate. Aquaculture 13: 235-243.
21. Reinitz, G. L. E, C. A. Lemm and F.N. Hitzel. 1978. Influence of varying lipid concentrations with two protein concentrations in diet for Rainbow trout (*S.gairdneri*) Trans. Am.Fish .Soc. 107:751-754.
22. SAS Institute .1986. SAS user guide:statistics 2<sup>nd</sup> ed., SAS Inst.Cary.NC.
23. Stuart, J. S. and S. S. O.Hung. 1989. Growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) fed different proteins. Aquaculture 76:303-316.
24. Steffens, W. 1981. Protein utilization by Rainbow trout (*S.gairdneri*) and carp (*C.carpio*) a brief review.Aquaculture 23: 337-345.
25. Васильева, Л. М., С. В., Пономарев. Н. В. СудакOVA, 2000.кормление Осетровых рыб В индустриальной Аквакультуре ИПЦ,но осетроводству,БИОС.