View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی

عنوان :

تعیین مناسب‌ترین جیره غذایی برای پرورش تیلاپیای سیاه (*Oreochromis niloticus*) در آب لب‌شور بافق

مجری :
محمد محمدی

شماره ثبت
٤٠٩١٤

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور ـ ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی- بافق

عنوان پروژه : تعیین مناسب‌ترین جیره غذایی برای پرورش تیلاپیای سیاه (*Oreochromis niloticus*) در آب لب‌شور بافق

شماره مصوب : ۸۸۰۱۴-۸۷۰۳-۱۲-۱۲-۱۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : محمد محمدی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : محمد محمدی

نام و نام خانوادگی همکاران : حبیب سرسنگی علی آباد، نسرین مشایی، احمد بیطرف، داود طالبی حقیقی ،فرهاد رجبی پور، محمود حافظیه

نام و نام خانوادگی مشاوران : -

نام و نام خانوادگی ناظر : -

محل اجرا : استان یزد

تاریخ شروع : ۸۸/۳/۱

مدت اجرا : ۲ سال و ۴ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

شمارگان (تیتراژ) : ۲۰ نسخه

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۱

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری»

پروژه : تعیین مناسب‌ترین جیره غذایی برای پرورش تیلاپیای سیاه (*Oreochromis niloticus***) در آب لب‌شور بافق**

کد مصوب :۸۸۰۱۴-۸۷۰۳-۱۲-۱۲-۱۲

شماره ثبت (فروست) : ۴۰۹۱۴ **تاریخ : ۱۳۹۱/۳/۲۰**

با مسئولیت اجرایی جناب آقای محمد محمدی دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته مهندسی منابع طبیعی – شیلات می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر وپرروش آبزیان در تاریخ ۹۰/۱۱/۲٤ مورد ارزیابی و با نمره ۱۸ و رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز□ ایستگاه■

با سمت مسئول آزمایشگاه تغذیه ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی- بافق مشغول بوده است.

به نام خدا

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
مقدمه ۲
۱-۱-مروری بر مطالعات انجام شده ۶
۲-مواد و روشها ۱۰
۱-۲- محل اجرای آزمایش ۱۰
۲-۲- طراحی آزمایش ۱۰
۳-۲- آنالیز اقلام غذایی و ماهی ۱۰
۴-۲- فرمولاسیون غذایی ۱۱
۵-۲- ساخت و فرآوری غذا ۱۱
۶-۲- سیستم پرورش ۱۲
۷-۲- شاخصهای مورد ارزیابی ۱۳
۸-۲- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب ۱۴
۳- نتایج. ۱۵
۱-۳- شاخصهای رشد ۱۵
۲-۳- شاخصهای راندمان غذا ۱۷
۳-۳- شاخصهای بازده پروتئین و انرژی ۲۲
۴-۳- ترکیبات لاشه ماهیان ۲۴
۴- بحث. ۲۶
۱-۴- شاخص های رشدی ۲۶
۲-۴- شاخص های راندمان غذا ۳۰
۳-۴- شاخص های راندمان پروتئین ۳۴
۴-۴- ترکیبات لاشه ماهیان ۳۸
نتیجه گیری ۴۰
پیشنهادها ۴۱
منابع ۴۳
چکیده انگلیسی ۴۸

چکیده

تیلاپیا جزء ماهیان بومی آفریقا بوده، اما به بسیاری از مناطق حاره تا معتدل دنیا در طول نیمه دوم قرن بیستم معرفی شد. با توجه به اهمیت تیلاپیای نیل *Oreochormis niloticus* و چشم انداز مفروض آن در کشور و علم به اینکه موفقیت در سیستم پرورش متراکم به وجود اطلاعات کامل و گسترده ای در زمینه نیازهای غذایی به ویژه پروتیین به عنوان گران ترین ماده مغذی، بستگی دارد و از طرف دیگر به دلیل اینکه چربی به عنوان تامین کننده اولیه انرژی غیر پروتیینی بسیار تاثیر گذار است و زیاد و کم بودن آن اثر منفی بر رشد آبزی دارد، جهت دستیابی به یک جیره غذایی مناسب که منتج به بیشترین سود اقتصادی (حداکثر رشد و حداقل ضریب تبدیل غذایی) گردد نیاز پروتئین و چربی این ماهی مورد بررسی قرار گرفت.

در این آزمایش که در ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی بافق انجام شد، ۴ سطح پروتیین خام (۱۵، ۲۲، ۲۹ و ۳۶ درصد) و سه سطح چربی خام (۵، ۹ و ۱۳ درصد) در قالب طرح فاکتوریل طراحی گردید. دوازده تیمار و هر یک با سه تکرار، در مجموع تعداد ۳۶ عدد تانک ۳۰۰ لیتری پلی اتیلینی با میزان آبگیری ۱۵۰ لیتر و دبی ۳ لیتر بر دقیقه استفاده شد و بچه ماهیان تک جنس تیلاپیای نیل نر با میانگین وزن اولیه ۰/۸۸±۱۳/۹۴ گرم به تعداد ۱۵ عدد در هر تانک رهاسازی و در طول ۸ هفته آزمایش ماهیان در حد نزدیک اشباع غذادهی شدند.

نتایج حاکی از عدم وجود اختلاف معنی داری در میزان بقا بین سطوح مختلف پروتئین و چربی بود. با افزایش سطوح پروتئین میزان عمکرد رشد (WG و SGR)، راندمان غذا (FCR، C) و پروتئین (PER، PCE) تا سطح ۲۹ درصد بهبود یافت در حالی که با افزایش میزان چربی جیره اثر معنی دار مثبتی در این شاخص ها مشاهده نشد، لذا بهترین و اقتصادی ترین سطح پروتئین و چربی جهت دستیابی به عملکرد رشد، راندمان غذا و پروتئین مناسب به ترتیب ۲۹ و ۵ درصد می باشد. بر اساس مدل ریاضی در میزان چربی ۵ درصد جیره، سطحی از پروتیین که منتج به رشد و راندمان پروتیین حداکثر شده است بین ۳۳/۹ تا ۳۵/۳ درصد می باشد.

کلمات کلیدی: جیره غذایی، تیلاپیای سیاه، آب لب شور، بافق

۱- مقدمه

تیلاپیا جزء ماهیان آب شیرین از خانواده *Cichlidae* می باشد. این ماهیان بومی آفریقا بوده، اما به بسیاری از مناطق حاره تا معتدل دنیا در طول نیمه دوم قرن بیستم معرفی شدند. از جمله خصوصیات تیلاپیا که سبب شده به عنوان گونه ای ایده آل برای آبزی پروری به خصوص در کشورهای در حال توسعه مطرح باشد می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

رشد سریع، تحمل دامنه وسیعی از دما، شوری و کمبود اکسیژن، توانایی تحمل کیفیت پایین آب، مقاومت در برابر استرس و بیماری، توانایی تکثیر در محیط مصنوعی در مدت زمان کوتاه و نیاز غذایی پایین، راندمان غذایی بالا و پذیرش مناسب غذای مصنوعی بلافاصله بعد از جذب کیسه زرده و در نهایت بازار پسندی (El- Saidy and Gaber, 2005). طبق آمار FAO شانزده گونه تیلاپیای پرورشی وجود دارد و ۱۰ گونه آن به طور تجاری پرورش داده می شوند که مهم ترین آنها تیلاپیای نیل می باشد.

با توجه به اهمیت پرورش تیلاپیا، شناخت رفتار ها و غذای ترجیحی آن در مراحل مختلف زندگی در طبیعت اجتناب ناپذیر است تا بتوان جیره غذایی مناسب برای آن در محیط های پرورشی فراهم کرد. تیلاپیا دارای یک مری بسیار کوتاه است که به یک معده کوچک کیسه ای شکل متصل و در انتها به یک روده طویل فنری ختم می شود که طول آن ۱۳-۷ برابر طول کل ماهی است. این چنین روده طویلی نشان دهنده عادات تغذیه ای گیاه خواری می باشد و در واقع از حلقه های پایین زنجیره غذایی استفاده می کند، که این خصوصیت آن از لحاظ اقتصاد پرورش بسیار مهم است (El-Sayed, 2006). غذای تیلاپیای جوان و بالغ متناسب با نوع گونه بسیار متنوع است و از گیاهان آبزی، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، پریفیتون تا دتریت های گیاهی را شامل می شود که البته غذای ترجیحی تیلاپیا به نوع گونه، اندازه، دوره نوری، زمان تغذیه در طول روز، عمق و موقعیت جغرافیای محل بستگی دارد (El-Sayed, 2006).

یک جیره غذایی مناسب باید منتج به بیشترین سود اقتصادی (حداکثر رشد و حداقل ضریب تبدیل غذایی) گردد (De Silva, *et al*., 1989). موفقیت در دست یابی به یک جیره کامل به فاکتورهای زیر بستگی دارد که هر یک از اهمیت خاصی برخوردار است و نقص در یکی، اثرات سایرین را کاهش می‌دهد (Tacon, 1988) :

- خصوصیات تغذیه ای غذای فرموله شده: اقلام غذایی، نسبتهای مناسب هر یک از اقلام غذایی، قابلیت جذب و کنترل کیفیت آن
- فرایند ساخت غذا و خصوصیات فیزیکی جیره تولید شده
- شرایط ذخیره سازی جیره تولید شده قبل از استفاده در مزرعه
- روش غذادهی
- کیفیت آب سیستم پرورش: دوره نوری، دما، اکسیژن محلول و غلظت مواد معدنی، شوری، کدورت و الگوی چرخش آب

فرمولاسیون جیره باید به نحوی باشد که با مخلوط کردن اقلام غذایی مختلف، تعادلی در جیره حاصل گردد به نحوی که مواد غذایی لازم جهت انجام فرایند های بیولوژیک و رشد موجود فراهم باشد. یک جیره ایده آل باید بدون داشتن مواد مغذی مازاد پاسخگوی نیازهای غذایی آبزی باشد، اما به دلیل اینکه نیاز غذایی بسیاری از آبزیان به طور کامل مشخص نیست و قابلیت جذب و مواد مغذی اغلب اقلام غذایی ناشناخته است لذا ارزان ترین جیره منتج به رشد مناسب، قابل قبول می باشد.

در صنعت آبزی پروری، غذا گران ترین فاکتور می باشد و بیش از ۵۰ درصد هزینه ها را شامل می شود. موفقیت در سیستم پرورش متراکم به وجود اطلاعات کامل و گسترده ای در زمینه نیازهای غذایی به ویژه پروتیین به عنوان گران ترین ماده مغذی، بستگی دارد (Sweilum, *et al.*, 2005). میزان پروتیین جیره جهت دستیابی به تولید بهینه بسیار مهم است، که با هزینه ارتباط مستقیم دارد و حدود ۵۰٪ کل هزینه غذا را شامل می شود، لذا بهتر است منابع انرژی غیر پروتیینی به گونه ای باشند که پروتیین غذا صرف افزایش رشد گردد تا تامین انرژی پایه (Abdel-Tawwab, *et al*., 2010). میزان پروتیین مورد نیاز ماهیان احتمالا به دلیل خونسرد بودنشان بسیار بیشتر از پرندگان و پستانداران می باشد (Cowey and Sargent, 1972; Cowey, 1975). این میزان برای تیلاپیا بسته به نوع سیستم پرورشی متفاوت می باشد. برای مثال در سیستم های نیمه متراکم با توجه به وجود غذای زنده، ماهی به جیره غذایی با پروتیین کمتر و انرژی بیشتر نیاز دارد و کمبود پروتئین از منابع غذای زنده استخر تأمین می شود

بطوریکه Clark و همکاران (۱۹۹۰) اختلاف معنی داری بین سطوح پروتئین ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد در افزایش وزن و راندمان غذا برای تیلاپیای پرورشی در استخر با آب لب شور بدست نیاوردند.

آمونیاک در ماهیان، ماده دفعی حاصل سوختن پروتئین جهت تولید انرژی است، لذا برای کاهش میزان ورود آن به آب مهم ترین و اولین گام تعیین سطحی از پروتئین است که افزایش نگهداری ازت در بدن را به دنبال داشته باشد که این با جایگزینی منابع چربی به جای پروتئین امکان پذیر است، به عبارت دیگر سبب افزایش صرف پروتیین برای رشد و جلوگیری از سوخت آن جهت تأمین انرژی گردد (Kim and Lee, 2009; Rich, *et al*., 2001; Ng, *et al*., 2001; Kaushik, 1993; Bromley, 1980).

نیاز پروتئینی به معنی دست یابی به سطحی از پروتئین است که اسید های آمینه ضروری را فراهم کند و رشد بهینه حاصل گردد، لذا مهمترین فاکتوری است که باید برای دست یابی به توانایی تولید غذاهای فرموله شده تعیین گردد. نیاز پروتئینی ماهیان مختلف جهت برطرف کردن نیاز پایه و رشد بر اساس گونه، اندازه، منبع تأمین کننده پروتیین و شرایط محیطی متفاوت است بطوری که برای بچه ماهیان گوشتخوار مانند Atlantic salmon، Red sea bream، Malabar grouper، Puffer fish و ماهی دم زرد بین ۵۵-۴۵ درصد و برای گونه های گیاه خوار یا همه چیز خوار مانند گربه ماهی کانالی ۳۵-۳۲ درصد و تیلاپیا ۳۰ درصد بدست آمده است (kim and Lee, 2009; Biswas, *et al*., 2009). نیاز پروتئینی تیلاپیا بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است و میزان آن نسبت به سایر گونه ها پایین تر بوده و بسته به سیستم پرورش متفاوت می باشد (NRC, 1993). علی رغم اینکه تیلاپیا نیاز پروتیینی کمی دارد، گونه ای است که از آن به عنوان یک منبع بسیار با کیفیت پروتئین و البته ارزان برای انسان یاد می شود.

نیاز به چربی در بین گونه‌های ماهیان بر اساس نوع تغذیه، مرحله زندگی، زیستگاه و مواردی از این قبیل متفاوت است (Biswas, *et al*., 2009). تیلاپیا نیز مانند سایر مهره داران نیاز به چربی دارد تا در موارد ذیل به آن کمک کند (Tacon, 1988):

- تامین اسید های چرب ضروری
- تولید انرژی و جلوگیری از مصرف پروتئین به عنوان منبع انرژی
- رشد نرمال

- کمک به جذب ویتامین‌های محلول در چربی
- شرکت در ساختار سلول و قابلیت انعطاف آن
- تامین پیش نیاز هورمون‌های استرویيدی
- بهبود بافت و طعم غذا و ترکیب اسید های چرب ماهی

تیلاپیا ماهی که با ضریب راندمان بالایی از چربی غذا استفاده می‌کند. چربی جیره ممکن است نسبت به کربوهیدرات به طور گسترده تری سبب ذخیره پروتئین برای رشد گردد. نیاز به چربی بسته به نوع منبع تأمین کننده آن، میزان پروتئین و انرژی جیره، گونه و اندازه ماهی متفاوت است. به طور معمول گفته شده تیلاپیا به ۱۵-۱۰ درصد چربی برای رسیدن به حداکثر رشد نیاز دارد اما پرورش دهندگان مقادیر پایین تر بین ۸-۶ درصد را استفاده می‌کنند (El-Sayed, 2006).

بالا و پایین بودن انرژی در جیره یا در واقع زیاد و کم بودن چربی اثر منفی بر رشد آبزی می گذارد (Gumus and Ikiz, 2009; El-Sayed and Teshima, 1992). ماهیان تا یک سطح معینی از چربی جیره استفاده می کنند و بعد از آن به دلیل کاهش مصرف غذا رشد کم می شود (Wang, *et al.*, 2005; Kaushik and Medale, 1994; Ellis and Reigh, 1991; Watababe, 1982; Page and Andrews, 1973). انرژی مازاد جیره می تواند سبب کاهش مصرف غذا و به تبع آن پروتئین مصرفی و سایر مواد مغذی شود، که نهایتا سبب کاهش رشد می گردد (Ellis and Reigh, 1991; Watababe, 1982; Page and Andrews, 1973).

در سطح انرژی کافی یا به عبارت دیگر در نسبت پروتئین به انرژی مناسب، پروتئین جیره صرف فعالیت های ساخت و ساز می شود تا سوختن (El-Sayed and Teshima, 1992; El-Sayed, 1987; Garling and Wilson, 1976). سطح مناسب پروتئین و صرفه جویی در مصرف آن طی فرایند سوختن به کمک منابع انرژی غیر پروتئینی در کاهش هزینه ها بسیار موثر است (Gumus and Ikiz, 2009)، لذا چربی جیره به عنوان تامین کننده اولیه انرژی و فراهم کننده اسیدهای چرب ضروری برای بقای ساختار بیولوژیک و فعالیت نرمال سلول ها، از اهمیت خاصی برخوردار است. افزایش چربی تا سطح معینی راندمان جیره را بهبود می بخشد و میزان اتلاف پروتئین را به حداقل می رساند (Lee, *et al*., 2002; De Silva, *et al*., 2001, 1991; Watababe, 1982). اگر منابع انرژی غیرپروتئین

در دسترس، ناکافی یا کیفیت پروتئین پایین باشد فرایند آمینه شدن در بدن ماهی رخ می دهد و مقداری پروتئین تجزیه و صرف تامین انرژی پایه می گردد (El-Sayed and Kawanna, 2008; Winfree and Stickney, 1981). البته از طرفی مقدار مازاد آن باعث اتلاف میزان پروتئین و انرژی قابل جذب غذا می شود که افزایش هزینه غذا را به دنبال خواهد داشت، بنابراین نسبت مناسب پروتئین به چربی (انرژی) برای استفاده بهینه از غذا ضروری است (El-Sayed and Kawanna, 2008; Morais, *et al*., 2005).

صرفه جویی در مصرف پروتئین به وسیله منابع تأمین کننده انرژی غیر پروتئین در بسیاری از گونه ها مورد بررسی قرار گرفته است. توانایی استفاده از چربی برای تأمین انرژی می تواند سبب کاهش مصرف پروتئین جهت فرایند سوختن گردد که نتیجه آن کاهش مواد دفعی ازته داخل محیط پرورشی است. بنابراین جیره ای برای ماهی مناسب و کاربردی است که در آن بین سطح پروتئین که رشد خوبی را رقم زده و کمترین تبدیل را به انرژی داشته باشد و سطح چربی یا انرژی که نرخ بالایی از سنتز پروتئین را بدون افزایش میزان چربی لاشه رقم بزند، تعادل برقرار باشد (El-Sayed and Kawanna, 2008).

۱-۱-مروری بر مطالعات انجام شده

سطح بهینه پروتئین جیره برای رشد تیلاپیا توسط محققین مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است (Yong, *et al*., 1989; De Silva and Pereira, 1985; Wang, *et al*., 1985a) و در بیشتر موارد مقدار مناسب برای دستیابی به رشد حداکثر بین ۳۵-۲۸ درصد ذکر شده است. اختلاف بین محققین به علت شرایط آزمایش متفاوت شامل اندازه، گونه، سن، تراکم، کیفیت پروتئین و شرایط محیطی به ویژه دما، شوری و سایر عوامل ناشناخته (Jauncey and Ross, 1982; Wilson, 1989; Ahmad, *et al*., 2004)، میزان غذای مصرفی (kaushik, *et al*., 1995) و همچنین نسبت پروتئین به انرژی (Al-Hafedh, 1999; El-Sayed and Teshima, 1992) می باشد که همه بر نیاز پروتئین اثر گذارند. میزان پروتیین و انرژی مورد نیاز پایه و رشد تیلاپیای نیل انگشت قد در دامنه پروتیینی ۳۵-۰ درصد مطالعه گردید (Kaushik, *et al*., 1995). نتایج نشان داد میزان پروتیین مصرفی جهت تامین نیاز پایه و بیشترین ذخیره

پروتئین به ترتیب ۲ و ۱۲ گرم پروتیین به ازای هر کیلوگرم ماهی در روز بوده و نسبت بهینه پروتئین قابل هضم به انرژی ۱۸ میلی گرم در هر کیلوژول انرژی قابل هضم می باشد.

در تیلاپیا نیاز پروتئینی جهت دستیابی به بهترین عملکرد رشدی برای بچه ماهیان ۴۰-۳۰ ٪، مرحله بلوغ ۳۰-۲۰ ٪ و مرحله لاروی ۴۵-۳۵ ٪ می باشد که این میزان گاهی بالای ۵۰ درصد توسط برخی محققین گزارش شده است (El-Sayed, 2006).

میزان نیاز به پروتئین و انرژی برای بچه ماهیان تیلاپیای نیل در پنج سطح پروتئین (۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درصد) و سه سطح انرژی (۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوکالری انرژی خام در ۱۰۰ گرم غذا) مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین رشد در سطح پروتئین ۴۵ درصد با ۴۰۰ کیلوکالری انرژی خام در ۱۰۰ گرم غذا با نسبت پروتئین به انرژی ۱۱۰ میلی گرم پروتئین در هر کیلوکالری انرژی خام بدست آمد (El-Sayed and Teshima, 1992).

اثر متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی در ماهیان تیلاپیای قرمز جوان در سال ۱۹۹۱ توسط De Silva و همکارانش مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش بچه ماهیان با وزن اولیه ۱/۱۸۵ گرم در سه سطح پروتئین (۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد) و چهار سطح چربی (۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ درصد) تیماربندی شدند. در تمامی سطوح پروتئین بهترین رشد در سطح چربی ۱۸ درصد حاصل شد.

اثر سطوح پروتئین بر رشد و مصرف غذا و شاخص های فیزیولوژیک تیلاپیای نیل توسط Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۱۰) مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش سه گروه وزنی۰/۵-۰/۴، ۲۲-۱۷ و ۴۳-۳۷ گرم با جیره هایی در سه سطح پروتیین ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درصد تیماربندی شدند. ضریب تبدیل غذایی بهینه برای ماهیان ریز در سطح پروتیین ۴۵ درصد حاصل شد در حالی که ضعیف ترین میزان آن برای ماهیان بزرگتر در سطح پروتئینی ۲۵ درصد بود. کمترین نرخ بازده پروتئین و راندمان پروتئین تبدیلی در سطح پروتیینی ۴۵ درصد برای ماهیان بزرگتر بود در حالی که بیشترین میزان در سطح پروتیین ۲۵ درصد برای ماهیان ریز بود. رشد بهینه برای ماهیان ریز در سطح پروتئینی ۴۵ درصد و برای بقیه در سطح پروتئینی ۳۵ درصد حاصل شد.

تعیین سطح بهینه پروتئین برای هیبرید تیلاپیا بر اساس منابع پروتئین گیاهی نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Twibell and Brown, 1998). در این آزمایش ماهیان با وزن اولیه ۲۱ گرم در جیره هایی با شش سطح پروتئین (۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۰، ۳۲ و ۳۴ درصد) بر اساس منابع پروتئینی ذرت و سویا تقسیم بندی شدند. با افزایش سطح

پروتئین تا ۳۰ درصد میزان افزایش وزن بهبود یافت در حالی که نرخ بازده پروتیین تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئینی قرار نگرفت. بر اساس معادله رگرسیون افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بهترین سطح پروتئین به ترتیب ۲۹/۶۵ و ۲۸/۳۳ درصد بدست آمد. در نهایت حداقل میزان پروتئین مورد نیاز هیبرید تیلاپیا بر اساس منابع پروتئین گیاهی و در شرایط پرورش در تانک ۲۸ درصد اعلام شد.

نیاز پروتئینی چهار گونه از تیلاپیاهای جوان با ارزیابی جیره هایی بر اساس حداقل قیمت توسط DE Silva و همکارانش در سال ۱۹۸۹ مورد مطالعه قرار گرفت. بین میزان ضریب تبدیل غذایی و نرخ بازده پروتیین با درصد پروتئین یک رابطه خطی منفی بدست آمد و همچنین بین آنها و وزن بدن همبستگی مثبتی مشاهده گردید. نتایج حاکی از آن است که میزان پروتئین مورد نیاز برای بچه ماهیان با وزن اولیه یک گرم جهت حصول بیشترین رشد، ۳۴ درصد است در حالی که این میزان جهت حصول بیشترین سود اقتصادی ۲۸ درصد می باشد.

در مطالعه ای توسط Lim و همکاران (۲۰۰۹) ماهیان تیلاپیای نیل در معرض سه سطح چربی (۶، ۱۰ و ۱۴ درصد) با استفاده از منابع پروتئین خالص به میزان ۳۵ درصد و انرژی قابل هضم ثابت ۳/۴ کیلو کالری در هر گرم غذا قرار گرفتند. نتایج حاکی از عدم تاثیر سطوح مختلف چربی بر افزایش وزن، میزان مصرف غذا و بقای ماهیان است در حالی که میزان ضریب تبدیل غذایی در جیره ۱۴ درصد بطور معنی داری کمتر از جیره ۶ درصد بود ولی با جیره ۱۰ درصد اختلاف معنی دار نداشت.

تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر عملکرد تکثیر مولدین تیلاپیای نیل توسط El-Sayed و Kawanna (۲۰۰۸) مورد مطالعه قرار گرفت. سطوح پروتئینی ۳۰، و ۴۰ درصد با سطوح انرژی ۱۴/۶، ۱۶/۷ و ۱۸/۸ مگاژول انرژی خام در کیلوگرم غذا در نظر گرفته شد. عملکرد تکثیر در سطح پروتئین پایین بطور معنی داری پایین تر بود. در تمامی سطوح پروتیین، افزایش انرژی سبب کاهش درصد لقاح گردید. در نهایت بهترین عملکرد تکثیر تیلاپیا در سطح پروتئین ۴۰ درصد با میزان انرژی خام ۱۶/۷ مگاژول بر کیلوگرم با نسبت پروتئین به انرژی ۲۳/۶ گرم در مگاژول اعلام گردید.

اثر سطوح مختلف پروتئین ، انرژی و اندازه های مختلف ماهی بر نرخ رشد، توسعه و تولید تیلاپیا توسط Sweilum و همکاران (۲۰۰۵) مطالعه شده است. ماهیان در دو وزن اولیه ۲۲/۹ و ۳۹/۸ گرم در سطوح مختلف پروتئین و انرژی تیماربندی شدند. بیشترین رشد برای ماهیان کوچک تر در سطح پروتئین ۳۰ درصد با انرژی ۱۰/۵ کیلو ژول بر گرم و

برای ماهیان بزرگتر در سطح ۲۵ درصد با انرژی ۱۲/۶ کیلو ژول بر گرم بدست آمد. با افزایش پروتئین و کاهش انرژی جیره میزان ضریب تبدیل غذایی افزایش یافت و مقدار آن برای ماهیان کوچکتر بالاتر بود. با افزایش پروتئین جیره و کاهش انرژی، نرخ بازده پروتئین کاهش نشان داد. در نهایت پیشنهاد شد شروع پرورش با ماهیان کوچکتر که نیاز به سطح پروتئین بالاتر و انرژی کمتری دارند صرفه اقتصادی بیشتری دارد.

بررسی اثر سطوح مختلف چربی بر رشد ماهی تیلاپیای نیل توسط Hanley در سال ۱۹۹۱ صورت پذیرفت. در این آزمایش تیلاپیا های جوان نر در سه سطح چربی ۵، ۹ و ۱۲ درصد و در واقع سه سطح پروتئین به انرژی ۳۴، ۲۹ و ۲۶ میلی‌گرم پروتئین در هر کیلو ژول انرژی قابل هضم تیماربندی شدند. افزایش سطح انرژی جیره اثر معنی داری بر نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و افزایش میزان پروتئین نداشت. در مقابل میزان درصد انرژی ذخیره شده بطور معنی داری در جیره با چربی کمتر بیشتر بود. افزایش میزان چربی جیره بطور معنی داری بر میزان چربی لاشه و میزان چربی ذخیره شده در احشا اثر گذاشته و باعث افزایش آن شده بود. نتایج نشان داد تیلاپیا قابلیت ذخیره چربی در لاشه و قسمت احشایی را دارد، ولی در سطح مناسب پروتئین قادر به استفاده از این منبع انرژی جهت بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی نمی باشد.

در سال ۱۹۸۱، Winfree و Stickney اثرات پروتئین و انرژی را بر رشد، ضریب تبدیل غذایی و ترکیبات بدن تیلاپیای آبی مطالعه کردند. نسبت مناسب پروتئین به انرژی برای دستیابی به رشد سریع و بازدهی بالا با افزایش اندازه ماهی کاهش می یابد و میزان مصرف پروتئین و انرژی نیز با رشد کاهش یافت. جیره با ۵۶٪ پروتیین، ۴۶۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل هضم و نسبت پروتئین به انرژی ۱۲۳ میلی گرم پروتیین در هر کیلوکالری، بیشترین رشد را برای بچه ماهیان ۲/۵ گرمی رقم زد. در ماهیان بزرگتر، در جیره حاوی ۳۴ درصد پروتئین ، ۳۲۰۰ کیلوکالری انرژی و نسبت پروتئین به انرژی ۱۰۸ بیشترین رشد مشاهده گردید. با کاهش میزان نسبت پروتئین به انرژی میزان ضریب تبدیل غذایی افزایش یافت و بهترین آن در پروتئین ۳۴ درصد با انرژی ۳۲۰۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم غذا بدست آمد. میزان چربی لاشه با نسبت پروتیین به انرژی رابطه عکس نشان داد که این در رابطه با نسبت خاکستر و رطوبت با چربی لاشه نیز صدق می کند.

۲- مواد و روشها

۲-۱- محل اجرای آزمایش

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی بافق انجام شد. این ایستگاه در فاصله ۱۰ کیلومتری شهرستان بافق از توابع استان یزد به مساحت ۶۰ هکتار در ارتفاع ۹۹۰ متری از سطح دریا در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی در یک منطقه بیابانی با دامنه وسیع تغییرات دمایی در طول سال و اختلاف شدید دما در طول شبانه روز واقع شده است.

۲-۲- طراحی آزمایش

در این آزمایش ۴ سطح پروتئین (۱۵، ۲۲، ۲۹ و ۳۶ درصد) و سه سطح چربی (۵، ۹ و ۱۳ درصد) به صورت فاکتوریل طراحی گردید. برای دوازده تیمار موجود هر یک با سه تکرار، در مجموع تعداد ۳۶ عدد تانک ۳۰۰ لیتری پلی اتیلینی در محل آزمایش مستقر شد و تکرارهای گروه های مختلف آزمایشی بطور کاملا تصادفی بین تانکها تقسیم گردید.

۲-۲-۱- طرح آماری

جهت محاسبه شاخص های رشد و راندمان غذا و پروتئین از نرم افزار Excell (Microsoft office 2007) و برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS (versin 16) استفاده گردید. بررسی اثر متقابل سطوح مختلف پروتئین و چربی بر شاخص های رشد و تفاوت های موجود بین میانگین ها به کمک آزمون Univariation صورت گرفت و با استفاده از آزمون Duncan multiple range test معنی دار بودن تفاوت ها در سطح معنی دار p=0.01 مشخص گردید.

۲-۳- آنالیز اقلام غذایی و ماهی

میزان درصد پروتئین ، چربی، فیبر، خاکستر و رطوبت تمامی اقلام غذایی، جیره های ساخته شده و لاشه ماهیان بر اساس روش های آزمایشگاهی مطابق با AOAC انجام شد. میزان هیدرات کربن و انرژی خام موجود نیز به

روش محاسباتی بدست آمد. شایان ذکر است که تنها میزان انرژی خام اقلام غذایی به کمک بمب کالریمتری محاسبه شدند. تعدادی ماهی در ابتدا و پنج عدد ماهی از هر تکرار در انتهای آزمایش جهت آنالیز لاشه نمونه برداری شده و پس از خروج احشا هموژن گردیده و سپس تا زمان آزمایش در فریزر ۲۰- نگهداری شدند. نمونه های منابع تشکیل دهنده پروتئین جیره جهت آنالیز اسید های آمینه به روش HPLC همراه با یخ خشک به آزمایشگاه ارسال شدند.

٤-۲- فرمولاسیون غذایی

بر اساس اطلاعات حاصل از آنالیز اقلام غذایی تشکیل دهنده، جیره های آزمایشی به کمک نرم افزار Lindo طراحی گردید. در این آزمایش دوازده جیره غذایی با پودر ماهی، پودر سویا و آرد گندم به عنوان منابع پروتئینی و روغن سویا به عنوان منبع چربی و سایر افزودنیهای مورد نیاز با سطوح پروتئینی ۱۵، ۲۲، ۲۹ و ۳۶ درصد و سطوح چربی ۵، ۹ و ۱۳ درصد ساخته شد (جدول ۱). با توجه به میزان اسیدهای آمینه ضروری موجود در اقلام غذایی و نسبت آنها در جیره های آزمایشی، فرمولاسیون به گونه ای انجام شد که میزان اسیدهای آمینه ضروری در آنها حداقل برابر با نیاز تیلاپیا (Santiago and Lovell, 1988) تامین گردیده باشد (Twibell and Brown, 1998) بدین منظور اسیدهای آمینه متیونین و ترئونین مستقیما به تمامی جیره های آزمایشی اضافه شدند. میزان ویتامین های مورد نیاز تیلاپیا (Shiau and Lin, 2006) نیز به کمک مکمل ویتامینه در جیره ها تامین گردید که به دلیل تامین نشدن میزان کولین مورد نیاز توسط مکمل ویتامینه مستقیما به جیره اضافه شد.

۵-۲- ساخت و فرآوری غذا

مواد تهیه شده همه به صورت پودری و یا مایع بودند. جهت درست کردن هر جیره، اجزای غذایی ماکرو به نسبت مناسب برداشته شده و با هم مخلوط می شدند. اجزای غذایی میکرو ابتدا در آب مقطر به میزان ۴۰۰ میلی لیتر در هر کیلوگرم غذا حل شده و سپس با اجزای غذایی ماکرو مخلوط گردیدند. سپس میزان روغن مورد نیاز به مخلوط حاصل اضافه و در میکسر هم زده شد. پس از اطمینان از اختلاط کامل مواد، مقدار مورد نیاز آب

مقطر جهت ایجاد حالت خمیری در جیره غذایی به آن اضافه گردید. خمیر حاصل به کمک چرخ گوشت با اندازه چشمه ۳ میلی متر به صورت رشته های ماکارانی در آمده و در خشک کن در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار گرفت. غذای خشک بدست آمده بسته بندی شده و پس از اتصال برچسب آن در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد ذخیره شد.

٦-۲- سیستم پرورش

تمامی تانک های پرورشی مجهز به یک سنگ هوای ۲۰ سانتی متری متصل به سیستم هواده مرکزی بودند. جهت برداشت میزان غذای اضافی باقی مانده در تانک در محل خروجی فیلتر تعبیه گردید (شکل ۱). بچه ماهیان تک جنس تیلاپیای نر (۰/۸۸±۱۳/۹۴ گرم) بطور کاملا تصادفی به تعداد ۲۰ عدد در هر تانک رهاسازی و جهت همسان سازی ۵ عدد از آنها در شروع آزمایش حذف گردید(Twibell and Brown, 1998). حجم آبگیری هر تانک ۱۵۰ لیتر بود که با دبی ۳ لیتر بر دقیقه آبرسانی می شد. ماهیان در ابتدا به مدت یک هفته جهت سازگاری با محیط پرورش در تانکها نگهداری و با غذای یکسان غذادهی شدند و سپس جهت سازگاری با غذای جدید به مدت یک هفته با غذای مخصوص خود تغذیه گردیدند. در تعیین نیاز غذایی ماهی غذادهی باید بصورت نزدیک اشباع صورت گیرد (Einen and Roem, 1997) لذا از این روش غذادهی استفاده گردید. جهت بیومتری به دلیل پرهیز از استرس فقط وزن ماهیان اندازه گیری شد. بیومتری هر دو هفته یکبار انجام شد و برای آن تمام ماهیان هر تانک ابتدا با پودر گل میخک با دوز ۲۰۰-۱۵۰ میلی گرم در لیتر (Mohammadi, *et al*., 2011) بیهوش شده و بعد از توزین به محل خود بازگردانده شدند. در طول مدت ۵۶ روز پرورش، ۳۰-۱۵ دقیقه بعد از هر غذادهی (ساعت ۸ و ۱۴) مقدار غذای اضافی داخل فیلتر ها جمع آوری شده و از مقدار غذای مصرفی روزانه کسر گردید.

جدول ۱) فرمولاسیون و ترکیب جیره های آزمایشی (مقادیر به درصد می باشد)

اقلام غذایی												
	پروتیین ٪	۱۵	۱۵	۱۵	۲۲	۲۲	۲۲	۲۹	۲۹	۲۹	۳۶	۳۶	۳۶
	چربی ٪	۵	۹	۱۳	۵	۹	۱۳	۵	۹	۱۳	۵	۹	۱۳
پودر ماهی		۷/۵۸	۷/۶۲	۷/۶۵	۱۳/۹۷	۱۴/۰۱	۱۴/۰۵	۲۰/۳۷	۲۰/۴۰	۲۰/۴۴	۲۷/۵۰	۲۷/۵۳	۲۷/۵۷
پودر سویا		۱۳/۹۱	۱۳/۸۷	۱۳/۸۴	۱۸/۹۷	۱۸/۹۴	۱۸/۹۱	۲۴/۰۴	۲۴/۰۱	۲۳/۹۸	۲۷/۸۳	۲۷/۸۰	۲۷/۷۷
آرد گندم		۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
ویتامین ث[1]		۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
مکمل ویتامینی[2]		۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
مکمل معدنی[3]		۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
متیونین		۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترئونین		۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
کولین		۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
نشاسته ذرت		۴۴/۷۱	۴۱/۱۳	۳۷/۵۵	۳۴/۰۷	۳۰/۴۹	۲۶/۹۱	۲۳/۴۳	۱۹/۸۵	۱۶/۲۸	۱۲/۹۴	۹/۶۷	۶/۱۰
روغن سویا		۲/۱۲	۵/۶۹	۹/۲۶	۱/۳۰	۴/۸۷	۸/۴۴	۰/۴۷	۴/۰۴	۷/۶۲	۰/۰۴	۳/۳۱	۶/۸۸
جمع		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
پروتیین خام		۱۵/۷۶	۱۵/۵۶	۱۵/۷۵	۲۲/۵۲	۲۲/۷۰	۲۱/۹۶	۲۸/۶۰	۲۸/۷۰	۲۸/۶۴	۳۵/۶۲	۳۵/۲۳	۳۵/۵۱
چربی (Ether extract)		۵/۴۴	۹/۳۱	۱۳/۳۶	۵/۷۳	۹/۳۰	۱۳/۰۱	۶/۰۴	۱۰/۳۷	۱۳/۷۹	۵/۹۸	۹/۲۲	۱۳/۲۳
انرژی خام (کیلوکالری بر گرم)		۴/۴۸	۴/۶۹	۴/۸۹	۴/۵۴	۴/۷۴	۴/۹۲	۴/۵۷	۴/۸۱	۴/۹۹	۴/۶۰	۴/۷۸	۵/۰۱
فیبر		۱/۰۹	۱/۰۲	۱/۴۴	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۲۹	۱/۷۷	۱/۸۰	۱/۷۹	۲/۰۱	۱/۹۴	۱/۷۶
خاکستر		۲/۶۷	۲/۶۲	۲/۶۷	۳/۹۳	۳/۷۹	۳/۹۶	۵/۳۲	۵/۲۹	۵/۲۹	۶/۹۷	۶/۷۴	۶/۶۳
رطوبت		۹/۱۰	۸/۵۳	۷/۹۰	۹/۲۰	۹/۲۵	۸/۱۵	۹/۰۴	۸/۴۶	۸/۲۹	۹/۱۵	۸/۱۶	۷/۵۶
نسبت پروتیین به انرژی خام (میلی گرم بر کیلو کالری)		۳۵/۱۹	۳۳/۲۰	۳۲/۲۲	۴۹/۶۴	۴۷/۹۳	۴۴/۶۵	۶۲/۵۳	۵۹/۷۰	۵۷/۳۹	۷۷/۳۹	۷۳/۶۸	۷۰/۸۴

1- درصد خلوص ویتامین ث ۵۰ است.

2- Vitamin A 30000000 IU/l; D3 8000000 IU/l; E 16000 IU/l; B1 2000 mg/l; B2 2000 mg/l; B6 2000 mg/l; Nicotinamide 20000 mg/l; Vitamin C 10000 mg/l; K3 2000 mg/l; Biotin 20 mg/l; D-Panthenol 5000 mg/l; Lysine 30000 mg/l; Methionine 20000 mg/l.

3- Zn 40000 mg/kg; Mn 20000 mg/kg; Cu 5000 mg/kg; Fe 5000 mg/kg; Se 300 mg/kg

۷-۲- شاخصهای مورد ارزیابی

ضریب تبدیل غذایی (FCR): نسبت مقدار غذای خورده شده به مقدار افزایش توده حاصل شده

افزایش وزن (WG): حاصلضرب نسبت اختلاف وزن حاصل شده به وزن اولیه در صد

ضریب رشد ویژه (SGR): حاصلضرب نسبت لگاریتم نپری اختلاف وزن حاصل شده به مدت زمان پرورش در صد

شاخص مصرف غذا (C): میلی گرم غذای خورده شده در هر گرم ماهی در روز

نرخ بازده پروتئین (PER): گرم افزایش وزن حاصله به ازای هر گرم پروتیین مصرفی

راندمان پروتئین تبدیلی (PCE): گرم افزایش پروتئین به ازای ۱۰۰ گرم پروتیین مصرفی

۸-۲- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب شامل اکسیژن محلول و pH بطور روزانه با دستگاه WTW-330 ثبت گردید. دمای آب به کمک هیتر مرکزی در دمای ۲۷ درجه سانتی گراد ثابت نگاه داشته شد. شوری آب نیز در طول آزمایش ثابت و برابر ۸ گرم بر لیتر بود. میزان نیتریت و آمونیاک آب بطور هفتگی در تمامی تانکها به کمک دستگاه WTW-CR220 اندازه گیری شد.

۳- نتایج

در طول ۸ هفته آزمایش دما، اکسیژن، pH، نیتریت و نیترات اندازه گیری شد. میزان شوری آب به دلیل استفاده از آب چاه همیشه ثابت و برابر ۸ گرم بر لیتر بود. میزان دما نیز به دلیل تثبیت آن به کمک سیستم گرمایش مرکزی ثابت و معادل ۰/۰۸ ± ۲۷/۲۷ درجه سانتی گراد بود. میزان اکسیژن و pH نیز به ترتیب ۰/۰۶ ± ۵/۷۲ میلی گرم بر لیتر و ۰/۱۵ ± ۷/۱ ثبت گردید. میزان نیتریت در تمام موارد زیر ۰/۰۲ گرم بر لیتر و میزان آمونیاک نیز ۰/۰۰۰۰۸ ± ۰/۰۰۲۳ گرم بر لیتر بدست آمد و هیچگونه اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب مشاهده نشد ($p>0.01$). سطوح مختلف پروتئین و چربی بر میزان بازماندگی اثر معنی دار نشان نداد ($p>0.01$). میزان بازماندگی در اکثر جیره ها ۱۰۰ درصد بود بجز ۲۲:۵، ۲۹:۹، ۲۹:۱۳ و ۳۶:۵ که درصد بقای ۹۷/۷ درصد بدست آمد.

۱-۳-شاخصهای رشد

۱-۲-۳- افزایش وزن (Weight gain)

نتایج حاکی از معنی دار نبودن اثر متقابل سطوح مختلف پروتئین و چربی بر میزان افزایش وزن (WG) بدن می باشد ($p=0.328; F(6\&22)=1.232$). با افزایش سطوح پروتئین و چربی میزان آن به ترتیب افزایش و کاهش معنی داری نشان داد ($p<0.01$). این در حالی است که این اختلاف بین سطوح پروتئینی ۲۹ و ۳۶ درصد معنی دار نبود ($p>0.01$)(جدول ۲). بیشترین میزان افزایش وزن (۳۹۶/۹ درصد) در جیره ۳۶:۹ و کمترین آن در جیره ۱۵:۱۳ به میزان ۱۲۲/۷ بود.

۲-۱-۳- ضریب رشد ویژه (Specific growth rate)

بین افزایش میزان پروتئین و ضریب رشد ویژه (SGR) رابطه polynomiyal با ضریب همبستگی بالایی وجود دارد ($R^2=1$)(نمودار ۲). ضریب رشد ویژه تحت تاثیر متقابل سطح مختلف پروتئین و چربی نبود ($p=0.263; F(6\&22)=1.389$). با افزایش سطوح پروتئین (نمودار ۱) میزان ضریب رشد ویژه افزایش معنی داری پیدا کرد ($p<0.01$)، که البته بین سطوح پروتئینی ۲۹ و ۳۶ درصد این اختلاف معنی دار نبود ($p>0.01$)(جدول ۲).

جدول ۲- نتایج حاصل از فاکتورهای رشدی و آنالیز لاشه ماهیان

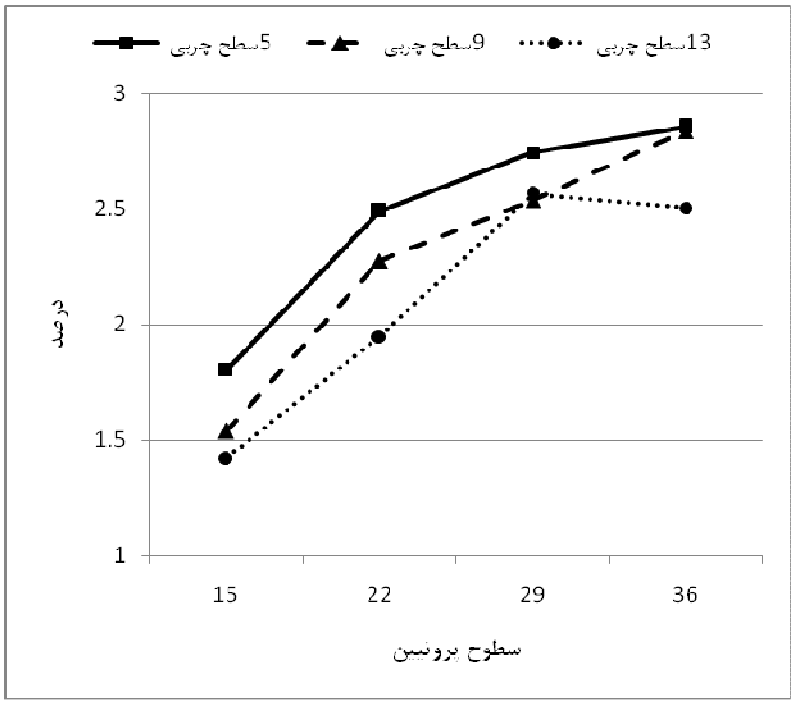
شاخصها	پروتیین ٪ / چربی ٪										
		۱۵ / ۵	۱۵ / ۹	۱۵ / ۱۳	۲۲ / ۵	۲۲ / ۹	۲۲ / ۱۳	۲۹ / ۵	۲۹ / ۹	۲۹ / ۱۳	۳۶ / ۵	۳۶ / ۹	۳۶ / ۱۳
	وزن اولیه[1*]	۱۳/۲۷±۰/۸۵ a	۱۳/۷۷±۱/۰۴ a	۱۳/۲۹±۰/۸۷ a	۱۴/۳۱±۱/۱۶ a	۱۴/۵۸±۰/۸۰ a	۱۴/۴۰±۰/۴۹ a	۱۴/۴۳±۱/۲۷ a	۱۴/۸۷±۰/۳۷ a	۱۳/۸۴±۱/۰۲ a	۱۳/۴۰±۰/۵۴ a	۱۳/۸۴±۰/۸۱ a	۱۴/۲۲±۰/۳۰ a
	وزن انتهایی[1]	۳۶/۵۷±۲/۲۶	۳۲/۶۰±۲/۳۷	۲۹/۶۳±۳/۴۷	۵۷/۶۹±۱/۲۸	۵۲/۱۷±۰/۷۲	۴۳/۰۹±۴/۰۰	۶۷/۴۷±۸/۷۳	۶۱/۶۰±۰/۴۳	۵۸/۲۸±۳/۲۴	۶۶/۳۴±۲/۲۱	۶۸/۴۰±۷/۵۵	۵۷/۹۴±۲/۳۹
	ضریب تبدیل غذایی	۲/۷۲±۰/۱۷ d	۳/۰۶±۰/۱۳ e	۳/۶۷±۰/۳۲ f	۱/۷۴±۰/۰۳ c	۱/۷۶±۰/۰۰ c	۱/۹۱±۰/۱۶ c	۱/۳۵±۰/۰۹ b	۱/۳۲±۰/۰۱ ab	۱/۳۳±۰/۰۷ ab	۱/۱۲±۰/۰۴ ab	۱/۰۸±۰/۰۴ a	۱/۱۶±۰/۰۷ ab
	افزایش وزن	۱۷۶/۲±۲۴/۵ ab	۱۳۶/۸±۴/۹ ab	۱۲۲/۷±۱۶/۶ a	۳۰۴/۴±۲۳/۲ de	۲۵۸/۲±۱۴/۶ cd	۱۹۹/۷±۳۳/۸ bc	۳۶۸/۰±۵۱/۷ ef	۳۱۴/۴±۱۳/۳ de	۳۲۲/۴±۳۶/۹ de	۳۹۵/۱±۱۰/۷ f	۳۹۶/۹±۸۰/۲ f	۳۰۷/۷±۲۳/۵ de
	ضریب رشد ویژه	۱/۸۱±۰/۱۶ b	۱/۵۴±۰/۰۴ a	۱/۴۳±۰/۱۴ a	۲/۴۹±۰/۱۰ cd	۲/۲۸±۰/۰۷ c	۱/۹۵±۰/۲۰ b	۲/۷۵±۰/۱۹ de	۲/۵۴±۰/۰۶ cd	۲/۵۷±۰/۱۶ cde	۲/۸۶±۰/۰۴ e	۲/۸۵±۰/۲۸ e	۲/۵۱±۰/۱۰ cd
	شاخص مصرف غذا	۳۰/۸۲±۱/۱۲ d	۳۱/۵۷±۱/۰۸ d	۳۵/۸۵±۱/۵۲ e	۲۳/۲۴±۰/۹۱ c	۲۲/۶۲±۰/۳۰ c	۲۲/۵۶±۰/۷۳ c	۱۸/۹۱±۰/۹۵ b	۱۷/۹۱±۰/۱۸ b	۱۸/۰۱±۰/۲۵ b	۱۵/۸۶±۰/۴۴ a	۱۵/۳۴±۰/۲۶ a	۱۵/۶۸±۰/۶۷ a
	غذای مصرف شده [1]	۹۴۵/۵±۳۵/۳ cd	۸۶۳/۱±۳۶/۵ abc	۸۸۹/۹±۷۵/۳ bcd	۱۱۰۶/۶±۴۶/۹ f	۹۹۱/۵±۰/۳ de	۸۱۵/۰±۵۰/۵ ab	۱۰۶۷/۸±۱۰۴/۷ ef	۹۳۶/۴±۲۹/۶ cd	۸۷۰/۳±۵۳/۷ abc	۸۶۷/۵±۳۱/۴ abc	۸۸۱/۹±۱۰۳/۹ bcd	۷۶۲/۷±۲۳/۳ a
	مصرف پروتیین[1]	۱۳۵/۲±۵/۰۶ a	۱۲۲/۸±۵/۲۰ a	۱۳۹/۱±۱۰/۹۲ a	۲۲۶/۳±۹/۶۰ cd	۲۰۴/۲±۰/۰۷ c	۱۶۴/۴±۱۰/۱۹ b	۲۷۷/۸±۲۷/۲۵ e	۲۴۶/۰±۷/۷۸ d	۲۲۸/۶±۱۴/۱۱ cd	۲۸۰/۷±۱۰/۱۵ e	۲۸۵/۴±۳۳/۶۲ e	۲۵۰/۳±۷/۶۴ d
	مصرف انرژی	۳۸۵۰/۲±۱۴۳ abc	۳۷۰۱/۶±۱۵۶ ab	۴۰۰۶/۷±۳۳۹ abcd	۴۵۵۸/۷±۱۹۳ e	۴۲۶۱/۵±۱/۵۵ cde	۳۶۸۲/۸±۲۲۸ ab	۴۴۴۲/۷±۴۳۵ de	۴۱۲۰/۴±۱۳۰ bcde	۳۹۸۲/۴±۲۴۵ abcd	۳۶۲۷/۳±۱۳۱ ab	۳۸۷۲/۷±۴۵۶ abc	۳۵۳۳/۸±۱۰۸ a
	نرخ بازده پروتیین	۲/۵۷±۰/۱۷ c	۲/۳۰±۰/۱۰ b	۱/۸۹±۰/۱۷ a	۲/۸۱±۰/۰۶ cd	۲/۷۶±۰/۰۱ cd	۲/۶۱±۰/۲۲ cd	۲/۸۵±۰/۱۷ cd	۲/۸۹±۰/۰۱ d	۲/۸۶±۰/۱۴ d	۲/۷۶±۰/۱۱ cd	۲/۸۶±۰/۱۱ d	۲/۶۲±۰/۱۵ cd
	راندمان پروتیین تبدیلی	۳۵/۶۶±۳/۰۱ b	۳۱/۹۳±۴/۰۱ b	۲۵/۹۰±۲/۵۳ a	۴۱/۳۷±۱/۱۴ cd	۴۲/۰۸±۱/۴۴ de	۳۶/۸۳±۴/۱۷ bc	۴۸/۲۸±۲/۶۲ f	۴۸/۸۹±۰/۰۶ f	۴۷/۲۴±۳/۳۹ ef	۴۷/۸۱±۰/۲۶ f	۴۸/۲۹±۳/۲۳ f	۴۷/۲۸±۲/۸۴ ef
آنالیز لاشه	پروتیین خام[2]	۱۴/۵۷±۰/۵۹ a	۱۴/۶۹±۰/۶۶ a	۱۴/۶۵±۰/۲۴ a	۱۴/۹۹±۰/۱۱ a	۱۵/۰۴±۰/۶۶ a	۱۴/۶۸±۰/۲۶ a	۱۶/۶۷±۰/۳۲ b	۱۶/۵۷±۰/۱۵ b	۱۶/۳۲±۰/۲۹ b	۱۶/۹۹±۰/۴۴ bc	۱۶/۶۵±۰/۵۰ b	۱۷/۴۹±۰/۳۴ c
	چربی (Ether extract) [2]	۹/۸۲±۱/۱۲ cd	۱۱/۰۱±۱/۲۶ d	۱۰/۴۷±۰/۴۴ cd	۹/۶۲±۱/۰۷ c	۹/۴۲±۰/۴۳ c	۱۰/۹۹±۰/۳۲ d	۶/۰۵±۰/۳۶ a	۷/۹۸±۰/۵۵ b	۹/۲۶±۰/۳۲ c	۵/۵۶±۰/۵۵ a	۷/۴۲±۰/۷۹ b	۷/۲۹±۰/۳۹ b

- اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار می باشند ($p<0.01$)

۱- گرم

۲- مقادیر بر اساس وزن تر می باشند.

بیشترین (۲/۸۶) و کمترین (۱/۴۳) میزان ضریب رشد ویژه به ترتیب در جیره غذایی ۳۶:۵ و ۱۵:۱۳ حاصل شد. بین افزایش میزان چربی جیره و ضریب رشد ویژه رابطه polynomiyal با ضریب همبستگی بالایی وجود دارد (R^2=1) و با افزایش چربی میزان آن کاهش می یابد (نمودار ۳).



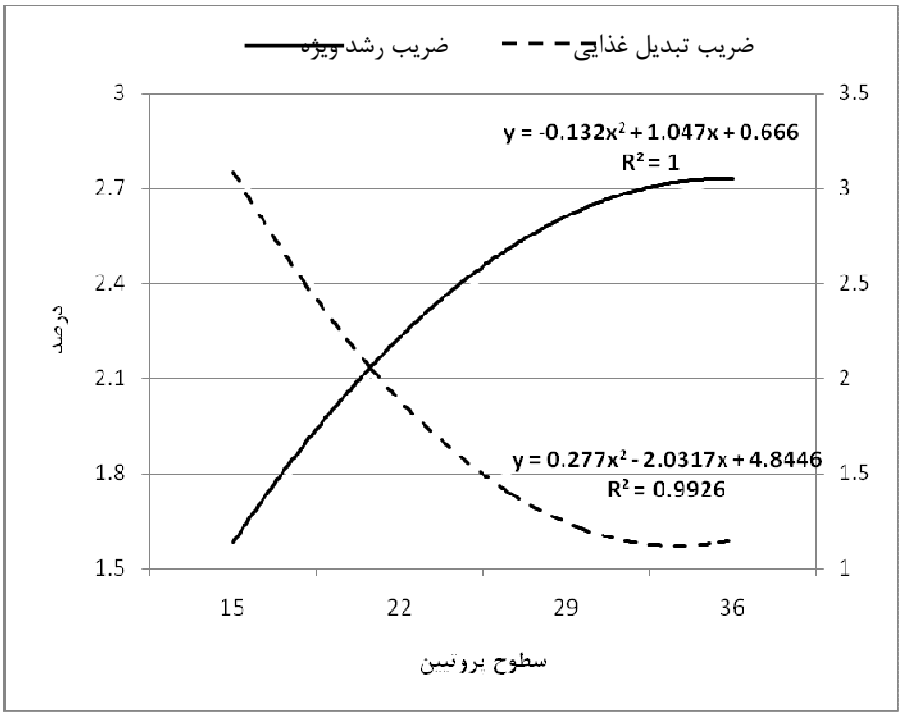
نمودار ۱- روند تغییرات ضریب رشد ویژه با افزایش سطوح پروتیین

۲-۳- شاخصهای راندمان غذا

۱-۲-۳- ضریب تبدیل غذایی (Food conversion efficiency)

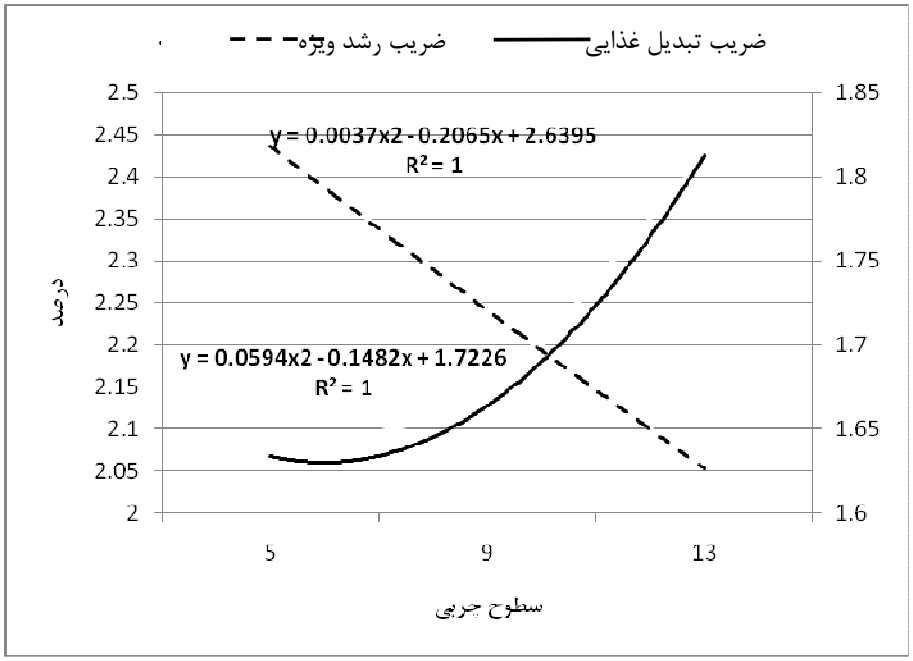
بین افزایش سطوح پروتیین و میزان ضریب تبدیل غذایی رابطه polynomiyal با ضریب همبستگی بالایی وجود دارد (R^2=0.9926). طبق نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده آزمایش، سطوح مختلف پروتئین و چربی بر میزان ضریب تبدیل غذایی (FCR) ماهیان در سطح معنی داری اثر متقابل داشته است ($p<0.01$; $F(6\&22)=8.586$)، بطوری که در سطوح پروتئین ۱۵ و ۲۲ درصد بر خلاف سطوح پروتئین بالاتر که با افزایش سطح چربی تا ۹ درصد بهبود مختصری در ضریب تبدیل غذایی قابل مشاهده است، در سطح ۱۵ درصد میزان

آن با افزایش سطح چربی بطور معنی داری ($p<0.01$) افزایش یافت که می تواند نتیجه تاثیر منفی بیشتر افزایش چربی بر کیفیت خوراک، رشد و راندمان غذا و پروتئین در سطوح پایین پروتئین باشد. در تمام سطوح چربی با افزایش میزان پروتئین ضریب تبدیل غذایی بطور معنی داری بهبود یافته است ($p<0.01$) در حالی که با افزایش سطوح چربی این میزان بجز سطح پروتئینی ۱۵ درصد، تغییرات معنی داری نداشت ($p>0.01$)(جدول ۲). بیشترین ضریب تبدیل غذایی در جیره ۱۵:۱۳ به میزان ۳/۶۷ و کمترین آن (۱/۰۸) در جیره ۳۶:۹ بود. با افزایش سطوح پروتئین کاهش ضریب تبدیل غذایی همزمان با افزایش ضریب رشد ویژه قابل مشاهده است که روند این کاهش و افزایش بعد از سطح پروتئین ۲۹ بسیار کند می باشد (نمودار ۲).



نمودار ۲- ارتباط بین ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه با افزایش سطوح پروتئین

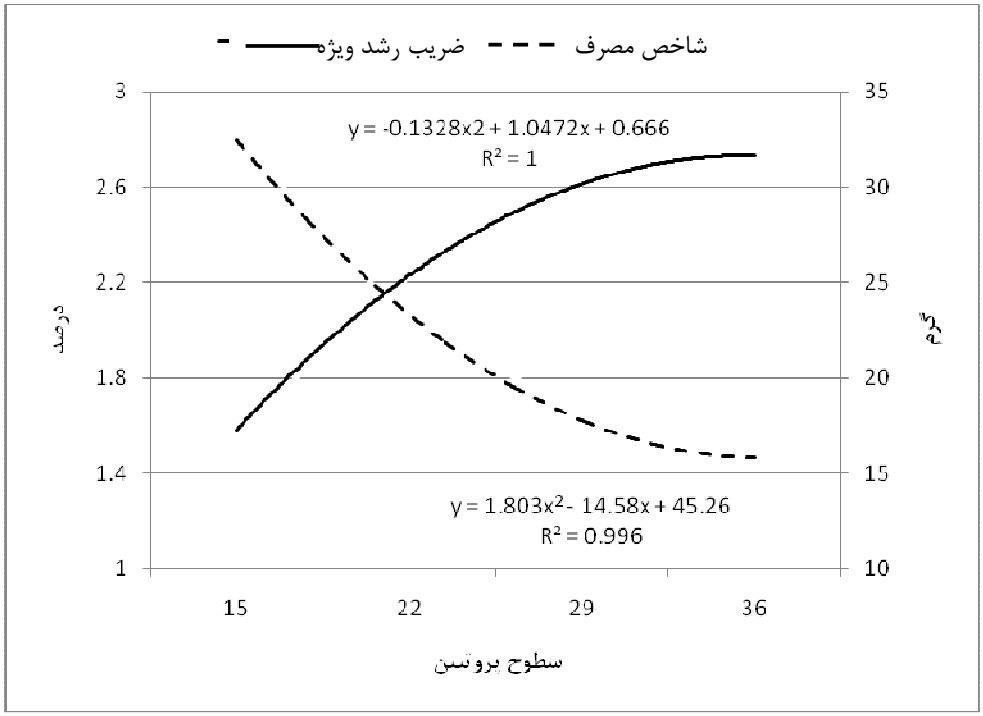
بین ضریب تبدیل غذایی و افزایش سطوح چربی رابطه polynomiyal با ضریب همبستگی بالایی وجود دارد ($R^2=1$). با افزایش سطوح چربی میزان ضریب تبدیل غذایی افزایش و ضریب رشد ویژه کاهش می یابد که البته روند افزایش ضریب تبدیل غذایی بین سطوح چربی ۵ و ۹ شدید نمی باشد (نمودار ۳).



نمودار ۳- ارتباط بین ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه با افزایش سطوح چربی

۲-۲-۳- شاخص مصرف غذا (Consumption)

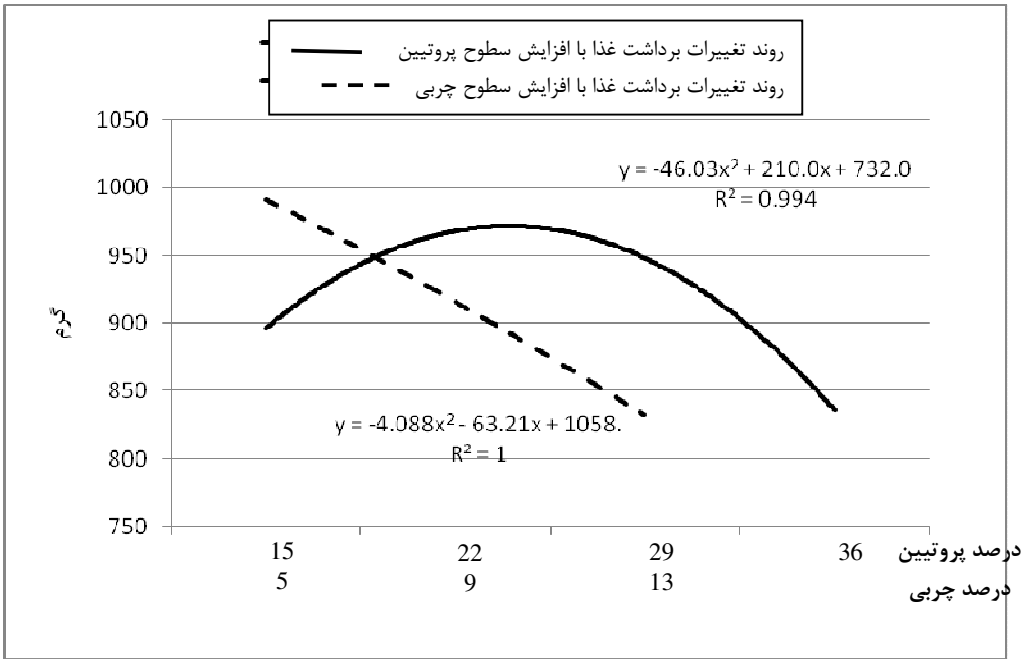
بین افزایش سطوح پروتئین با شاخص مصرف غذا رابطه polynomiyal با ضریب همبستگی بالایی وجود دارد (R^2=9965)(نمودار ۴). سطوح مختلف پروتئین و چربی بر شاخص مصرف غذا (C) اثر متقابل داشتند ($p<0.01$; F(6&22)=9.007). در تمامی سطوح چربی با افزایش میزان پروتئین شاخص مصرف (میلی گرم غذای مصرفی به ازای گرم ماهی در روز) بطور معنی داری کاهش یافته است ($p<0.01$). این در حالی است که با افزایش میزان چربی در تمامی سطوح پروتئین میزان شاخص مصرف اختلاف معنی داری نشان نمی دهد ($p>0.01$)(جدول ۲)، بجز سطح پروتئینی ۱۵ درصد که میزان چربی ۱۳ درصد، غذا را از حالت خشکی خارج کرده و سبب خوش خوراکی آن شده و اثر معنی داری ($p<0.01$) بر میزان مصرف گذاشته و آن را افزایش داده است. بیشترین (۳۵/۸۵) و کمترین (۱۵/۳۴) میزان شاخص مصرف غذا به ترتیب در جیره های ۱۵:۱۳ و ۳۶:۹ بود. بر خلاف ضریب رشد ویژه با افزایش سطوح پروتئین میزان شاخص مصرف کاهش نشان می دهد که میزان کاهش آن بین سطوح پروتئینی ۲۹ و ۳۶ قابل توجه نمی باشد.



نمودار ٤- ارتباط بین شاخص مصرف غذا و ضریب رشد ویژه با افزایش سطوح پروتئین

۳-۲-۳- برداشت غذا (Total food intake)

بین سطوح پروتیین و میزان برداشت غذا رابطه polynomiyal با همبستگی بالایی وجود دارد (R^2=9942)(نمودار ۵). طبق نتایج بدست آمده اثر متقابل سطوح مختلف پروتیین و چربی جیره ها بر برداشت غذا (TFI) معنی دار نبود (p=0.024; F(6&22)=3.092). میزان برداشت غذا با افزایش سطوح پروتیین بطور معنی داری ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد (p<0.01). بین افزایش سطح چربی و میزان برداشت غذا رابطه polynomiyal با همبستگی بالایی وجود دارد (R^2=1)(نمودار۵). در هر سطح چربی بین سطوح میانی و همچنین بین سطوح ۱۵ و ۳۶ درصد پروتیین اختلاف معنی دار مشاهده نمی شود(p>0.01)(جدول ۲). بر خلاف آنچه مورد تصور است برداشت غذا در جیره ۲۲:۵ حداکثر (۱۱۰۶/۶ گرم) بود، و حداقل آن (۷۲۶/۷ گرم) در جیره ۳۶:۱۳ بدست آمد.



نمودار ۵- روند تغییرات مصرف غذا با افزایش سطوح پروتئین و چربی

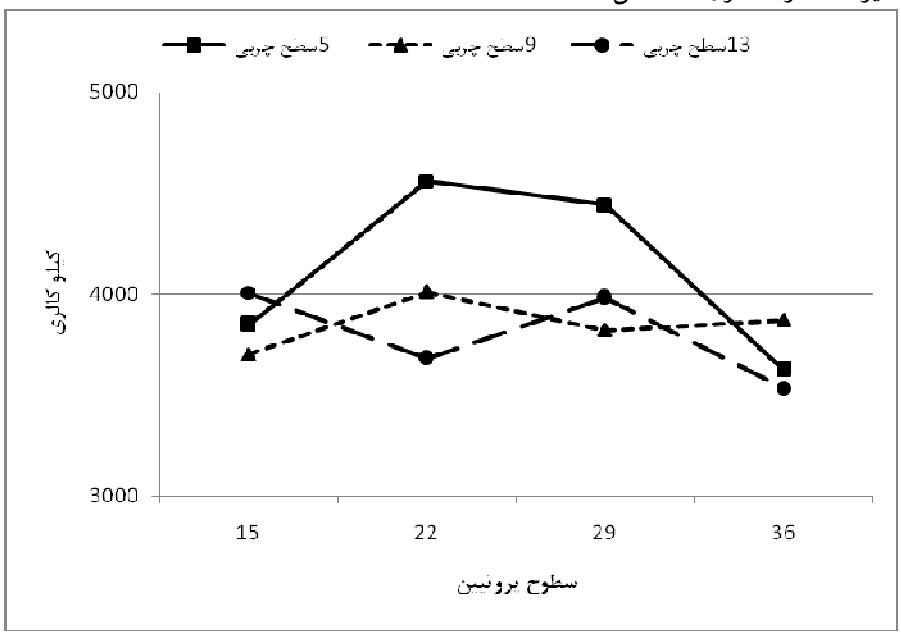
٤-۲-۳- مصرف پروتئین (Protein intake)

سطوح مختلف پروتئین و چربی بر میزان مصرف پروتیین (Pi) اثر متقابل نداشتند (P=0.048; F(6&22)=2.581). با افزایش میزان پروتیین و کاهش میزان چربی جیره میزان مصرف پروتئین افزایش می یابد. این تغییرات به گونه ای است که در سطوح بالای پروتئین ، با افزایش میزان چربی بیشتر از ۵ درصد پروتئین مصرفی بطور معنی داری کاهش نشان می دهد (p<0.01)(جدول ۲). بیشترین (۲۸۵/۴ گرم) و کمترین (۱۲۲/۸ گرم) میزان مصرف پروتئین در سطح چربی ۹ درصد و به ترتیب در سطوح پروتئین ۳۶ و ۱۵ درصد حاصل شد.

۵-۲-۳- مصرف انرژی (Energy intake)

اثر متقابل سطوح مختلف پروتیین و انرژی بر مصرف انرژی (Ei) معنی دار نبود (p=0.027; F(6&22)=3.002). بیشترین مصرف انرژی مربوط به سطوح حد واسط پروتیین به خصوص در سطح چربی ۵ درصد می باشد. در این سطح، در سطوح پروتیین ۱۵ و ۳۶ میزان مصرف انرژی کاهش نشان می دهد. در سطوح چربی ۹ و ۱۳ میزان مصرف انرژی تقریبا در تمامی سطوح پروتیین یکسان می باشد (جدول ۲، نمودار ۶). در سطح پروتیین ۲۲ و

چربی ۵ درصد بیشترین (۴۵۵۸/۷ کیلوکالری) و در سطح پروتیین ۳۶ و چربی ۱۳ کمترین (۳۵۳۳/۸ کیلوکالری) میزان مصرف انرژی حاصل شد.

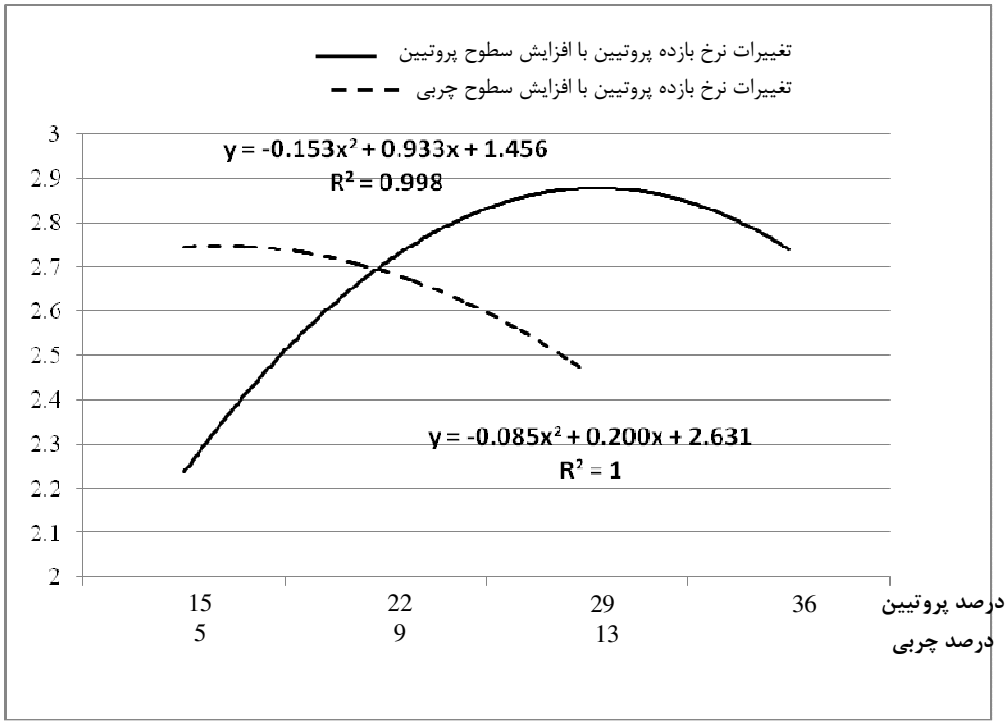


نمودار ٦- روند تغییرات میزان مصرف انرژی با افزایش سطوح پروتئین

۳-۳- شاخصهای بازده پروتئین و انرژی

۱-۳-۳- نرخ بازده پروتئین (Protein efficiency rate)

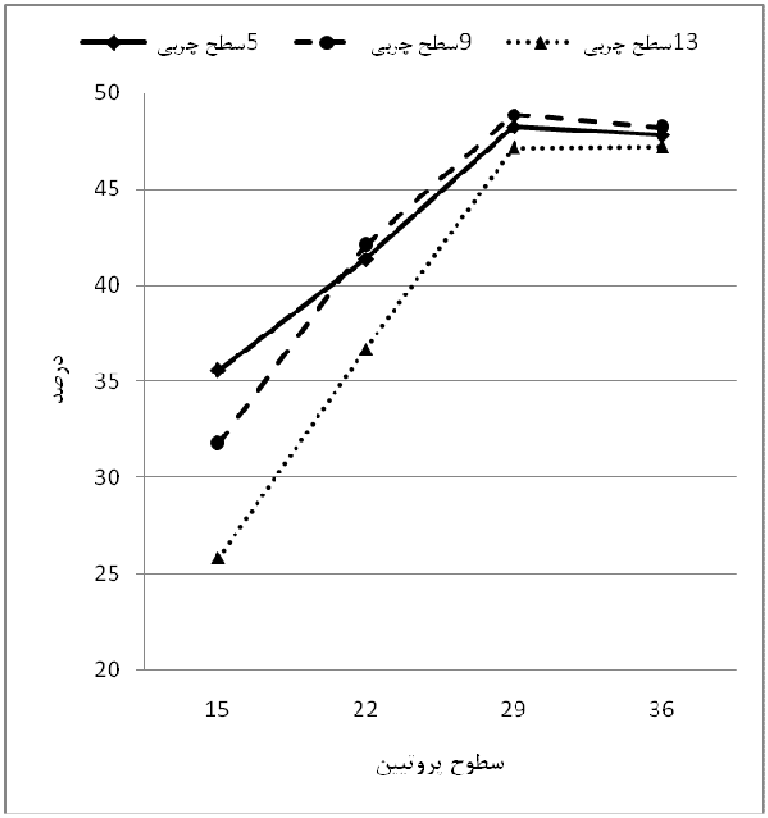
بین نرخ بازده پروتیین (PER) و سطوح پروتیین رابطه polynomiyal با همبستگی بالایی وجود دارد (R^2=9987)(نمودار ۷). نرخ بازده پروتئین تحت تاثیر متقابل سطوح مختلف پروتیین و چربی نبود (p=0.012; F(6&22)=3.587). افزایش سطوح پروتیین و چربی بطور معنی داری (p<0.01) بر میزان نرخ بازده پروتیین اثر گذاشته و به ترتیب سبب افزایش و کاهش آن گردیده است (جدول ۲)، به صورتی که سطح پروتئین ۱۵ درصد از دیگر سطوح پروتئین و سطح چربی ۱۳ درصد از سایر سطوح چربی بطور معنی داری (p<0.01) متفاوت گردیدند و بین سایر سطوح اختلاف معنی داری مشاهده نشد (p>0.01). در واقع با توجه به نتایج آزمون دانکن مشاهده می شود که تنها سطح پروتئین ۱۵ درصد در تمامی سطوح چربی بطور معنی داری (p<0.01) از بقیه سطوح متفاوت شده است. بیشترین میزان نرخ بازده پروتئین (۲/۸۹) در جیره ۲۹:۹ و کمترین (۱/۸۹) در جیره ۱۵:۱۳ بود.



نمودار ۷- روند تغییرات نرخ بازده پروتیین با افزایش سطوح پروتئین و چربی

۲-۳-۳- راندمان پروتئین تبدیلی (Protein conversion efficiency)

نتایج نشان می دهد سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره اثر متقابل معنی داری بر راندمان پروتئین تبدیلی (PCE) ندارد ($p=0.147$; $F(6\&22)=1.791$). اما با افزایش میزان پروتئین جیره راندمان پروتیین تبدیلی بطور معنی داری افزایش یافت ($p<0.01$) در حالی که بین سطوح بالای پروتیین اختلاف معنی دار مشاهده نشد ($p>0.01$)(جدول ۲، نمودار ۸). با افزایش سطح چربی نیز میزان آن کاهش یافت که این اختلاف بین سطوح بالا و پایین چربی معنی دار بود ($p<0.01$). بیشترین (۴۸/۸۹) و کمترین (۲۵/۹۰) میزان راندمان پروتئین تبدیلی به ترتیب در جیره های ۲۹:۹ و ۱۵:۱۳ مشاهده گردید.



نمودار ۸- روند تغییرات راندمان پروتئین تبدیلی با افزایش سطوح پروتئین

٤-۳- ترکیبات لاشه ماهیان

۱-٤-۳- پروتئین (Crud Protein)

در حالی که اثر متقابل سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره بر میزان پروتیین لاشه ماهیان معنی دار نبود (p=0.254; F(6&24)=1.402)، با افزایش پروتئین در جیره های غذایی میزان آن در لاشه بطور معنی داری افزایش نشان می دهد (p<0.01) که البته این اختلاف بین سطوح پروتئینی پایین (۱۵ و ۲۲) معنی دار نیست (p>0.01)(جدول ۲). با افزایش مقدار چربی جیره تغییر معنی داری در پروتئین لاشه مشاهده نشد (p>0.01). بیشترین میزان پروتئین خام لاشه ۱۷/۴۹ درصد در جیره ۳۶:۱۳ و کمترین آن (۱۴/۵۷ درصد) در جیره ۱۵:۵ دیده شد.

۲-٤-۳- چربی (Crud Lipid)

با توجه به نتایج حاصله سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره اثر متقابل معنی داری بر میزان چربی خام لاشه ماهیان نداشتند (p=027; F(6&24)=2.946). افزایش میزان پروتیین جیره اثر کاهشی معنی داری بر میزان چربی خام لاشه داشت (p<0.01) که روند این کاهش بین سطوح پروتیین ۲۲ و ۲۹ شدیدتر بود و اختلاف معنی داری بین سطوح پروتیین ۱۵ و ۲۲ مشاهده نشد (p>0.01)(جدول ۲). افزایش میزان چربی جیره اثر افزایشی معنی داری بر چربی لاشه داشت (p<0.01) که این اختلاف بین سطوح چربی ۹ و ۱۳ معنی دار نبود (p>0.01). بیشترین میزان چربی لاشه (۱۱/۰۱ درصد) در جیره ۱۵:۹ و کمترین آن (۵/۵۶ درصد) در جیره ۳۶:۵ بود.

٤- بحث

جهت بررسی نیاز غذایی در گام اول پروتیین به دلیل اهمیت از لحاظ ساختاری و نیز هزینه ای ابتدا مورد ارزیابی قرار می گیرد این در حالی است که میزان انرژی و در واقع منابع تامین کننده انرژی غیر پروتئینی بر تعیین این نیاز تاثیر بسزایی دارند و نیاز پروتیینی جانور را تحت تاثیر قرار می دهند (Kim and Lee, 2009). محققین جهت ارزیابی میزان نیاز به پروتئین و چربی و به تبع آن انرژی در آزمایشاتی به صورت فاکتوریل تاثیر سطوح مختلف پروتئین و چربی یا انرژی را بر شاخص های رشد ماهی، کیفیت غذا و پروتئین مورد ارزیابی قرار می دهند. میزان نیاز جهت دستیابی به حداکثر رشد و یا رشدی که بیشترین سود اقتصادی را داشته باشد بر اساس پاسخ آبزی به جیره های طراحی شده در سه دسته شاخص های نمایانگر رشد، راندمان غذا و راندمان پروتئین قابل ارزیابی است. در این آزمایش سطوح مختلف پروتئین و چربی و اثر متقابل آنها بر میزان بقا تاثیر معنی داری نداشتند. عدم تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر میزان بقای تیلاپیای قرمز (De Silva, *et al*., 1991)، تیلاپیای آبی *Tilapia aurea* (Winfree and Stickney, 1981)، Tiger puffer (Kim and Lee, 2009) نیز گزارش شده است. سطوح مختلف پروتئین بر بقای هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus * O. aureus*)(Twibell and Brown, 1998) و تیلاپیای نیل انگشت قد (Siessegger, *et al*., 2006; Al-Hafedh, 1999) و سطوح مختلف چربی بر بقای تیلاپیای نیل (Lim, *et al*., 2009) اثر معنی دار نداشت.

٤-١- شاخص های رشدی

در این آزمایش شاخص های افزایش وزن (WG) و ضریب رشد ویژه (SGR) جهت ارزیابی عملکرد رشدی مورد توجه قرار گرفتند. سطوح مختلف پروتئین بر هر دوی این شاخص ها اثر معنی دار گذاشت بطوریکه با افزایش سطوح پروتئین این شاخص ها افزایش نشان دادند. بهبود رشد با افزایش سطوح پروتئین توسط El-Dahhar و Lovell (۱۹۹۵)، Kheir (۱۹۹۸) و (Ng and Hanim, 2007; Siessegger, *et al*., 2006; Al-Hafedh, 1999; De Silva, *et al*., 1991) به ترتیب بر روی تیلاپیای موزامبیک *O. mossambicus*، *O. aureus* و *O. niloticus* نیز گزارش شده است. در سطوح پایین چربی، بیشترین میزان افزایش وزن (۳۹۵/۱ و ۳۹۶/۹ در سطح پروتیین ۳۶ و به ترتیب

سطوح چربی ۵ و ۹ درصد) و ضریب رشد ویژه (۲/۸۶ و ۲/۸۵ در سطح پروتئین ۳۶ و به ترتیب سطوح چربی ۵ و ۹ درصد) در سطح پروتئین ۳۶ درصد بود که توسط Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) طی مطالعه ای بر روی تیلاپیای نیل انگشت قد تایید می شود. آنها برای ماهیان ۸ گرمی با ضریب رشد ویژه ۳/۳ بیشترین رشد و بهترین بازده غذایی را در سطح پروتئین قابل هضم ۳۵ درصد گزارش کردند. Liebert و همکاران (۲۰۰۶) نیز افزایش میزان ضریب رشد ویژه تیلاپیای نیل تک جنس نر را با افزایش سطح پروتئین تا سطح ۴۰/۳ درصد با چربی ۱۲/۹ درصد (ضریب رشد ویژه ۳/۳۶) گزارش کرده اند. برای تیلاپیای نیل ۲۲/۹ و ۳۹/۸ گرمی بیشترین رشد به ترتیب در سطوح پروتئین ۳۰ و ۲۵ درصد و در سطوح انرژی به ترتیب ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم غذا گزارش شده است (Sweilum, *et al*., 2005). برای بچه ماهیان fry تیلاپیای آبی *Tilapia aurea* ۲/۵ گرمی و ۷/۵ گرمی به ترتیب رشد بهتر در سطح پروتیین ۵۶ و ۳۴ درصد بدست آمده است (Winfree and Stickney, 1981).

بهترین عملکرد رشد (WG و SGR) در تمامی سطوح پروتئین در سطح چربی ۵ درصد بود که البته در این سطح میزان رشد بین سطوح پروتیینی ۲۹ و ۳۶ درصد تفاوت معنی دار ندارد. در سطح بالای چربی (۱۳ درصد) با افزایش پروتئین جیره تا سطح ۲۹ درصد شاخص های رشدی بهبود می یابند و بعد از آن کاهش نشان می دهند که البته معنی دار نیست. لذا بر اساس نتایج بدست آمده در این آزمایش و آنچه که مورد تایید سایر محققین نیز می باشد افزایش سطح پروتئین تا حدی باعث افزایش رشد شده و سپس با افزایش سطح پروتئین میزان آن کاهش می یابد و یا پایدار باقی می ماند (طالبی حقیقی، ۱۳۸۷ و Abdel-Tawwab, *et al.*, 2010; Ng, *et al*., 2001; De Silva, *et al*., 1989; Shiau and Huang, 1989; Moor, *et al*., 1988; De Silva and Pereira, 1985; Jauncey, 1982).

بر اساس شاخص های رشدی (SGR و WG) و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی سطح پروتئینی ۲۹ درصد جهت دستیابی به رشد مناسب کافی است. میزان پروتئین جهت رشد اپتیمم تیلاپیای نیل انگشت قد ۳۵ درصد گزارش شده است (Siessegger, *et al.*, 2006; Ahmad, *et al*., 2004)، در حالی که اقتصادی ترین سطح پروتئین برای تیلاپیای نیل انگشت قد ۴۰ درصد (Al-Hafedh, 1999) و تیلاپیای پرورشی در تانک بتنی را ۲۵ درصد (El-Saidy and Gaber, 2005) اعلام کردند. در مطالعه ای De Silva و همکاران (۱۹۸۹) بر روی تیلاپیای زیر ۵ گرمی علی رغم حصول حداکثر رشد در سطح ۳۶-۳۴ درصد، میزان نیاز پروتئین تیلاپیا را ۲۸-۲۵ درصد اعلام کردند،

و در آزمایشی دیگر در سال ۱۹۹۱، پروتئین مطلوب مورد نیاز گونه های تیلاپیا را حدود ۳۰ درصد بیان کردند. Twibell و Brown (۱۹۹۸) بر اساس مرور بر مقالات، سطح بهینه پروتئین برای تیلاپیا پرورشی در تانک را ۳۵-۳۰ درصد آورده اند و بیان کرده اند که کیفیت پروتئین مصرفی بر آن اثر گذار است. در سایر مطالعات نیز، میزان پروتئین ۳۰ درصد (Siddiqui, *et al.*, 1988; Wang, *et al.*, 1985b)، ۳۸-۲۹ درصد (Cruz and Laudencia, 1977)، ۳۶ درصد (Davis and Stickney, 1978)، ۳۲ درصد (Shiau, *et al.*, 1987)، ۴۰ درصد (Jauncey, 1982) و ۳۵-۳۰ درصد (Mazid, *et al.*, 1979) برای تیلاپیا اعلام شده است. حداقل پروتئین مورد نیاز برای حداکثر رشد و راندمان غذا هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus * O. aureus*) ۲۱ گرمی ۲۶ درصد (Twibell and Brown, 1998) و ۲.۹ گرمی در شوری ۳۴ گرم در لیتر ۲۴ درصد اعلام شده است (Shiau and Huang, 1989).

اختلاف بین محققین به دلیل شرایط آزمایش متفاوت شامل اندازه، گونه، سن، تراکم، کیفیت پروتئین و شرایط محیطی به ویژه دما و شوری و نیز سایر عوامل ناشناخته (Ahmad, *et al.*, 2004; Wilson, 1989; Jauncey and Ross, 1982) و همچنین نسبت پروتئین به انرژی (Al-Hafedh, 1999; El-Sayed and Teshima, 1992) است که همه بر نیاز پروتئین اثر گذارند. یکی از مشکلاتی که در تعیین نیاز پروتئین برای تیلاپیا با آن روبرو هستیم استفاده از جیره هایی با انرژی یکسان می باشد (Siddiqui, *et al.*, 1988; De Silva and Pereira, 1985; Wang, *et al.*, 1985a,b; Mazid, *et al.*, 1979) زیرا نسبت پروتئین به انرژی در تعیین نیاز به پروتئین و انرژی بسیار مهم می باشد و بهترین راندمان غذایی رشد در مناسب ترین نسبت پروتئین به انرژی رخ می دهد (El-Sayed and Teshima, 1992; El-Sayed, 1987; Teshima, *et al.*, 1985a; Winfree and Stickney, 1981). یکی دیگر از دلایل اختلاف در نتایج محققین به میزان غذای مصرفی توسط ماهی بر می گردد که بسیار در بین مطالعات مختلف متفاوت است که این خود بر ارزیابی میزان نیاز پروتئین اثر گذار است. ضمن اینکه در تعیین میزان نیاز پروتئین ، تشخیص و تامین میزان انرژی بهینه اهمیت دارد (kaushik, *et al.*, 1995).

با افزایش سطح چربی و در حقیقت سطح انرژی در تمام تیمارهای پروتئین میزان شاخص های رشد (WG و SGR) کاهش نشان داد که البته در بسیاری از سطوح این کاهش معنی دار نبود، لذا می توان نتیجه گرفت ماهی از انرژی مازاد ایجاد شده با چربی بالا برای رشد استفاده نمی کند، برداشتی که توسط Hanley (۱۹۹۱) و Liebert و

همکاران (۲۰۰۶) نیز بر روی تیلاپیا نیل تک جنس نر تایید شده است. محققین دیگر نیز عدم تاثیر افزایش سطح چربی جیره بر رشد تیلاپیای نیل (Lim, *et al.*, 2009)، هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus * O. aureus*)(Gao, *et al.*, 2011)، Atlantic cod (Hansen, *et al*., 2008; Helland, *et al*., 2008; Wang, *et al*., 2005)، Meagre (*Argyrosomus regius*) (Chatzifotis, *et al*., 2010) و گربه ماهی *Heteropneustes fossilis* (Anwar and Jafri, 1995) و لارو ماهی سفید (طالبی حقیقی، ۱۳۸۷) را گزارش کرده اند و حتی Ringrose (۱۹۷۱) بیان داشته چربی بالای جیره ممکن است بازدارنده رشد نیز قرار گیرد. محققین بیان کرده اند در سطح پروتئین مناسب اگر میزان چربی جیره نسبت به سطح پروتئین از حد مطلوب بالا رود در ماهی افزایش رشد مشاهده نمی شود (Berge and Storebakken, 1991; De Silva, *et al*., 1991). Bromely (۱۹۸۰) معتقد است از آنجایی که در جیره هایی با چربی بالا انرژی کمتر به صورت پروتئین ذخیره می شود و بیشتر این ذخیره سازی به صورت چربی است و افزایش وزن حاصل از یک واحد انرژی به صورت پروتئین ۸ برابر افزایش وزن حاصل از یک واحد انرژی به شکل چربی می باشد، رشد با افزایش چربی کاهش نشان می دهد اگر چه مقدار ذخیره انرژی همانند سطح بالای پروتئین باشد. Hanley (۱۹۹۱) بیان داشته اگر چه افزایش چربی لاشه تحت تاثیر افزایش چربی جیره رخ می دهد ولی به دلیل سبکی چربی این تغییر آنقدر زیاد نیست که بطور معنی داری رشد و بیومس نهایی را تحت تاثیر قرار دهد. Morais و همکاران نیز معتقدند که رشد نتیجه افزایش ذخیره پروتئین است و کاهش رشد در اثر افزایش چربی ممکن است نتیجه اثر منفی افزایش چربی بر جذب و متابولیسم اسید های آمینه ضروری باشد. این در حالی است که نتایج برخی محققین خلاف آنرا نشان می دهد و با افزایش چربی جیره در تیلاپیای آبی وزن بدن بطور معنی داری افزایش یافته است (Wille, *et al*., 2002).

بر اساس شاخص های رشدی (WG و SGR) سطح چربی مناسب برای تیلاپیای نیل تک جنس نر در آب لب شور ۵ درصد می باشد. Hanley (۱۹۹۱) سطح چربی مناسب برای تیلاپیای نیل را ۹-۵ درصد معرفی کرد. Chou و Shiau (۱۹۹۶) سطح چربی مناسب برای تیلاپیا را ۱۲ درصد و حداقل چربی مورد نیاز را ۵ درصد اعلام کردند. سطح چربی توصیه شده در گونه های مختلف تیلاپیا بر اساس یافته های محققین متفاوت می باشد مثلا سطح

چربی مناسب برای تیلاپیای آبی ۱۰-۶ درصد (Jauncey and Ross, 1982) و برای هیبریدهای نوجوان (*Oreochromis niloticus* * *Oreochromis aureus*) ۱۲ درصد ارزیابی شده است (Chou and Shiau, 1996).

سطح چربی اپتیمم بدست آمده برای تیلاپیای نیل تک جنس نر در آب لب شور شبیه آن چیزی است که برای برخی ماهیان دریایی مانند ماهی کوبیا، ۵.۸ درصد (Chou, *et al*., 2001)، و سایر ماهیان همه چیز خوار مانند گربه ماهی، *Heteropneustes fossilis* ۷ درصد (Anwar and Jafri, 1995)، گزارش شده است.

بر اساس نتایج حاصل از رابطه polynomiyal حاصله بین سطوح پروتیین و ضریب رشد ویژه (Al-Hafedh, 1999; De Silva, *et al*., 1989; Clifford and Brick, 1978; Colvin and Brand, 1977; Maynard and Loosli, 1969) در سطح چربی ۵ درصد، سطحی از پروتیین که حداکثر رشد را دارد ۳۳.۹ درصد می باشد. Twibell و Brown (۱۹۹۸) حداقل پروتئین مورد نیاز برای هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* * *O.* aureus) ۲۱ گرمی را بر اساس مدل های ریاضی (Quadratic curve و Broken line) ۲۸ درصد بیان کردند.

۲-٤- شاخص های راندمان غذا

سطوح مختلف پروتئین و چربی و اثر متقابل آنها بطور معنی داری بر ضریب تبدیل غذایی اثر گذار بودند. Winfree و Stickney (۱۹۸۱) نیز تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی و اثر متقابل آنها را بر تیلاپیای آبی *Tilapia aurea* گزارش کرده اند. با افزایش میزان پروتئین جیره ضریب تبدیل غذایی بطور معنی داری کاهش یافت. لذا بهترین ضریب تبدیل غذایی (۱/۰۸) در سطح پروتئین ۳۶ درصد (جیره ۳۶:۹) بود که البته با پروتئین ۲۹ درصد اختلاف معنی دار ندارد. نتایج مشابهی از بهبود ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطوح پروتئین توسط El-Dahhar و Lovell (۱۹۹۵)، Kheir (۱۹۹۸) و (Ng and Hanim, 2007; Ahmad, *et al*., 2004; Al-Hafedh, 1999; De Silva, *et al*., 1991) به ترتیب بر روی تیلاپیای موزامبیک *O. mossambicus*، *O. aureus* و *O. niloticus* موجود می باشد. بهترین ضریب تبدیل غذایی برای تیلاپیای نیل انگشت قد (۱/۹۲) و تیلاپیای نیل تمام نر ۱۲/۳ گرمی (۱/۰۷) به ترتیب در سطوح پروتئین ۳۵ و ۴۰/۳ درصد توسط Ahmad و همکاران (۲۰۰۴) و Liebert و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده است. در واقع در سطوح بالای پروتئین ضریب تبدیل غذایی بهتر است که سبب رشد بهتر در

ماهیان می گردد (Gunasekera, *et al*., 1995). De Silva و همکاران (۱۹۸۹) نیز ارتباط معکوس بین ضریب تبدیل غذایی و سطوح پروتئین جیره را در تیلاپیا گزارش کردند. در حالی که Sweilum و همکاران (۲۰۰۵) افزایش میزان ضریب تبدیل غذایی را با افزایش سطوح پروتئین مشاهده کردند.

با افزایش چربی جیره میزان ضریب تبدیل غذایی در سطوح پایین پروتئین افزایش یافت که این روند در سطح پروتئینی ۱۵ درصد معنی دار بود در حالی که Wille و همکاران (۲۰۰۲) بیان کرده اند که جیره هایی با انرژی بالاتر میزان راندمان غذا را افزایش می دهند. Sweilum و همکاران (۲۰۰۵) نیز افزایش ضریب تبدیل غذایی را همگام با کاهش انرژی جیره گزارش کردند، که البته این موارد در شرایطی است که ماهی از سطح مناسب پروتئین بهره مند است. Hanley (۱۹۹۱) در سطح پروتئین مناسب مانند سطوح بالای پروتیین در تحقیق حاضر اختلاف معنی داری در میزان ضریب تبدیل غذایی در تیلاپیای نیل تک جنس نر گزارش نکرد. Gao و همکاران (۲۰۱۱) نیز عدم اختلاف معنی دار در ضریب تبدیل غذایی با افزایش چربی را در سطوح پروتئین ۲۵ و ۳۸ درصد در هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus * O. aureus*) گزارش کردند.

با افزایش میزان پروتئین میزان مصرف غذا به ازای واحد وزن (شاخص مصرف یا C) در روز بطور معنی داری کاهش یافت و کمترین میزان شاخص مصرف در سطح پروتئین ۳۶ درصد بود. در سطح پروتئین ۲۲ درصد با افزایش میزان چربی میزان شاخص مصرف کاهش نشان می دهد، در سطح پروتیین ۲۹ و ۳۶ درصد نیز این میزان با افزایش چربی تا سطح ۹ درصد کاهش نشان می دهد که البته این تغییرات معنی دار نیست و به دلیل افزایش کارآمد انرژی جیره می باشد که توسط De Silva و همکاران (۱۹۹۱) نیز روی تیلاپیای قرمز جوان گزارش شده است و شاخصی از کیفیت غذا می باشد. در سطوح پروتئین بالای ۱۵ درصد شاخص مصرف با افزایش چربی بیش از ۹ درصد افزایش یافت که البته معنی دار نیست و می تواند به دلیل اثر منفی انرژی مازاد و یا چربی مازاد بر قابلیت جذب پروتئین و کاهش مصرف غذا و در نتیجه کاهش مصرف پروتئین بطور اثر گذار بر شاخص های ارزیابی کیفیت غذا مانند عملکرد رشد، راندمان غذا و پروتئین باشد. در سطح پروتئینی ۱۵ درصد، میزان مصرف غذا به ازای واحد وزن بدن در روز با افزایش میزان چربی بطور معنی داری افزایش یافت که می تواند با توجه به بهبود ضریب تبدیل غذایی آن نتیجه اثر منفی چربی زیادی بر قابلیت جذب پروتیین باشد.

برداشت غذا با افزایش سطح پروتئین افزایش و سپس کاهش نشان داد. نتایج مشابه در تیلاپیای نیل انگشت قد (Abdel-Tawwab, *et al.*, 2010) و در تیلاپیای قرمز (De Silva, *et al.*, 1991) و در ماهی سفید (طالبی حقیقی، ۱۳۸۷) گزارش شده است. در سطح پروتئین ۱۵ درصد حجم معده ماهی می تواند محدود کننده باشد و سبب شود ماهی جهت تامین نیاز پروتئین خود غذای بیشتری نتواند مصرف کند. نتایج مشابه بر روی بچه ماهیان fry تیلاپیای آبی *Tilapia aurea* (Winfree and Stickney, 1981)، تیلاپیای نیل (Day, *et al.*, 2008) و هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* * *O. aureus*) (Gao, *et al.*, 2011) بدست آمده که در زمان استفاده از جیره هایی با میزان کمتر پروتئین و انرژی، ماهیان قادر نبودند جهت دستیابی به رشد متعادل به اندازه کافی غذا مصرف کنند به عبارت دیگر افزایش در مصرف غذا جهت تامین انرژی مورد نیاز کافی نبوده است. در سطوح میانی پروتئین میزان مصرف غذا تفاوت معنی داری نداشته و بیشتر از حدود بالا و پایین آن می باشد، و در سطح پروتئین ۳۶ درصد به دلیل تامین انرژی و پروتیین کافی دیگر ماهی نیازی به مصرف غذای بیشتر نداشته است لذا میزان مصرف غذا کاهش نشان می دهد.

به استثنای سطح پروتئین ۱۵، برداشت غذا با افزایش میزان چربی کاهش می یابد که دلیل آن می تواند افزایش میزان انرژی جیره باشد و چون ماهی سریعتر انرژی مورد نیاز خود را تامین می کند غذای کمتری مصرف می کند و این روند تغییرات کاملا مطابق با روند کاهش شاخص های رشدی با افزایش چربی است. زمانی که ماهی از جیره ای که انرژی زیادی دارد تغذیه می کند رشد به جهت کاهش مصرف غذا و نهایتا کاهش پروتئین مصرفی کاهش می یابد (Wang, *et al.*, 2005; Kaushik and Medale, 1994; Ellis and Reigh, 1991; Watababe, 1982; Winfree and Stickney, 1981; Page and Andrews, 1973). Gao و همکاران (۲۰۱۱) نیز بر روی هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* * *O. aureus*)، Santinha و همکاران (۱۹۹۹) در تیلاپیا و طالبی حقیقی (۱۳۸۷) در لارو ماهی سفید به نتایج مشابه دست یافتند.

میزان مصرف پروتئین با افزایش سطوح پروتیین افزایش معنی داری پیدا می کند در حالی که با افزایش سطح چربی کاهش معنی دار نشان نمی دهد. De Silva و همکاران (۱۹۹۱) بیان کردند در حالت معمول مصرف پروتئین زمانی که چربی آن حداکثر باشد حداقل است و با انرژی جیره همبستگی منفی و با رشد ارتباط مثبتی

دارد، در آزمایش حاضر نیز در هر سطح پروتئین با افزایش چربی و در واقع انرژی جیره میزان مصرف پروتئین کاهش می یابد و میزان رشد و مصرف پروتئین از یک الگوی مشابه پیروی می کند.

الگوی افزایش و کاهش میزان مصرف انرژی مطابق رشد تیلاپیا می باشد که این روند در ماهی کاد نیز گزارش شده است (Helland, *et al*., 2008). در این آزمایش اگر چه ماهیان میزان مصرف انرژی تقریبا یکسانی داشتند ولی آنهایی که از جیره هایی با درصد پروتئین پایین استفاده کرده اند قادر نبودند رشد مناسبی داشته باشند. در ماهی turbot زمانی که تا حد سیری تغذیه می شود مانند آنچه در این آزمایش عمل شده، مصرف انرژی در بین تمامی جیره ها مشابه بوده است و میزان غذای خورده شده ظاهرا بستگی به انرژی جیره دارد تا سطح پروتئین (bromely, 1980). سایر محققین نیز نشان دادند زمانی که ماهیان به صورت اشباع تغذیه می شوند، میزان غذای مصرفی را آن طور تنظیم می کنند تا انرژی مورد نیازشان تامین گردد (Kaushik and Medale, 1994; Ellis and Reigh, 1991; Lee and Putnam, 1973; Page and Andrews, 1973) و به همین دلیل است که میزان مصرف غذا با افزایش سطح چربی کاهش می یابد.

با توجه به جداول ۱ و ۲، میزان انرژی مصرفی تقریبا یکسان بوده و تحت تاثیر تفاوت میزان انرژی جیره ها نبود و ماهی تیلاپیا توانست با تنظیم غذای مصرفی میزان تفاوت موجود بین جیره های آزمایشی را پوشش دهد. بطوریکه بیشترین انرژی مصرفی در سطوح پروتئین ۲۲ و ۲۹ و چربی ۵ درصد بود که خصوصا در سطح پروتئین ۲۹ بهترین راندمان غذایی (FCR و C) و پروتئین (PER و PCE) و رشد (WG و SGR) را در بر داشت، در حالی که بیشترین انرژی جیره در پروتئین ۳۶ و چربی ۱۳ درصد بود. ارتباط قوی بین میزان انرژی مصرفی و رشد در عین عدم تاثیر پذیری انرژی مصرفی از تفاوت انرژی جیره در ماهی کاد نیز گزارش شده است (Helland, *et al*., 2008).

از مقایسه میزان مصرف غذا با میزان مصرف انرژی به الگوی تقریبا مشابهی می توان رسید. که می تواند شاهدی بر میزان مصرف غذا به حد تامین انرژی لازم در تیلاپیا تک جنس نر باشد. Kaushik و همکاران (۱۹۸۱) و Kaushik و Luquet (۱۹۸۴) بیان کردند که اختیار جانور در تنظیم مصرف غذا در قزل آلا توسط میزان انرژی در دسترس کنترل می شود. در ماهی کاد نیز گزارش شده که میزان غذای مصرف شده با افزایش انرژی رابطه عکس دارد (Helland, *et al*., 2008).

۳-٤- شاخص های راندمان پروتئین

اطلاعات نشان می دهد بیشتر از شاخص های رشدی، اطلاعات مربوط به استفاده از پروتئین و انرژی برای ارزیابی نیاز رشدی و پایه (maintenance) باید مورد استفاده قرار گیرد (kaushik, *et al*., 1995). شاخص های نرخ بازده پروتئین (PER) و راندمان پروتئین تبدیلی (PCE) نشانه کیفیت و کمیت پروتئین در ماهی و بالانس اسید های آمینه در آن می باشد (Ahmad, *et al.*, 2004). بنا بر شواهد موجود اگر میزان پروتئین جیره زیاد باشد ماهی میزان اضافی آنرا بجای استفاده جهت رشد خود برای تولید انرژی می سوزاند که نتیجه آن در بررسی شاخصهای راندمان پروتیین جیره از جمله نرخ بازده پروتئین و راندمان پروتئین تبدیلی آشکار می شود (Adron, *et al*., 1976; Lee and Putnam, 1973). لذا در این آزمایش شاخص های نرخ بازده پروتئین ، راندمان پروتئین تبدیلی از مجموعه شاخص های ارزیابی راندمان پروتئین مورد سنجش قرار گرفتند.

در تمامی سطوح چربی با افزایش میزان پروتیین جیره نرخ بازده پروتئین تا سطح ۲۹ درصد پروتیین افزایش و سپس کاهش نشان می دهد که البته روند تغییرات بین سطوح ۲۲، ۲۹ و ۳۶ معنی دار نیست. بیشترین نرخ بازده پروتئین (۲/۸۶) در جیره ۲۹:۹ مشاهده شد. در هیبرید ۲۱ گرمی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus * O. aureus*) نیز این اختلاف در سطوح پروتئین بین ۲۴ تا ۳۴ درصد معنی دار نبود و با افزایش سطح پروتئین کمی افزایش یافته بود و حداکثر نرخ بازده پروتئین (۲/۵۸) در سطح پروتئین ۲۸ درصد حاصل شد (Twibell and Brown, 1998). نرخ بازده پروتئین ۱/۳۵، ۱/۹۲ و ۲/۹ به ترتیب برای تیلاپیای نیل ۲۲/۹ گرمی، تیلاپیای نیل انگشت قد و تیلاپیای نیل ۸ گرمی در سطح پروتئین به ترتیب ۳۰، ۲۵ و ۲۴ درصد توسط Sweilum و همکاران (۲۰۰۵)، Abdel-Tawwab و همکاران (۲۰۱۰) و Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش شده است.

با افزایش میزان چربی جیره، نرخ بازده پروتئین کاهش نامحسوسی نشان می دهد که به استثنای سطح پروتئینی ۱۵ در بقیه معنی دار نیست. نتایج بدست آمده توسط Sweilum و همکاران (۲۰۰۵) روی ماهی تیلاپیای نیل خلاف این را نشان می دهد. در حالی که Chatzifotis و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ماهی Meagre (*Argyrosomus regius*) و Gao و همکاران (۲۰۱۱) روی هیبرید تیلاپیا (*Oreochromis niloticus * O. aureus*) به نتایج مشابهی دست یافتند.

میزان راندمان پروتئین تبدیلی با افزایش پروتئین جیره تا سطح ۲۹ درصد افزایش نشان می دهد و سپس کاهش می یابد به صورتی که بیشترین میزان آن (۴۸/۸۹) در جیره ۲۹:۹ نمایان شد، البته تغییرات در سطوح بالای پروتئین معنی دار نیست که در تایید آن Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) بهترین استفاده از انرژی و پروتئین ماهیان تیلاپیای نیل انگشت قد را در سطح پروتئین قابل هضم ۳۰ درصد گزارش کرده اند. در حالی که Ahmad و همکاران (۲۰۰۴) حداکثر راندمان پروتئین تبدیلی (۲۶/۸) را برای ماهیان تیلاپیای انگشت قد در سطح ۲۵ درصد بدست آوردند. این میزان برای تیلاپیای قرمز ۲/۵ گرمی در سطح پروتئین ۲۵ درصد و چربی ۴ درصد ۵۶ گزارش شده است (Gao, *et al*., 2011). بر اساس منحنی polynomiyal بین سطوح پروتئین و راندمان پروتئین تبدیلی در سطح ۵ درصد چربی، بهترین سطح پروتئین که بالاترین ضریب تبدیل را داشته است ۳۵/۳ درصد بود. لذا با توجه به نمودار ۷ و ۸ به نظر می رسد از این سطح پروتئین به بعد میزان ذخیره پروتئین کاهش می یابد که فرضیه آمینه شدن پروتئین و مصرف آن به عنوان منابع کربنی بدن جهت تولید انرژی گرمایی یا ذخیره چربی (طالبی حقیقی، ۱۳۸۷ و Abdel-Tawwab, *et al*., 2010; Kim and Lee, 2009; Shiau and Huang, 1989; Cho and Kaushik, 1985; De Silva and Pereira, 1985; Jauncey, 1982; Cowey, 1979, 1980; Garling and Wilson, 1976) تقویت می شود.

همانند آنچه که Degani و همکاران (۱۹۸۹) بر روی گربه ماهی آفریقایی *Clarias gariepnus* گزارش کردند، افزایش نرخ بازده پروتیین و راندمان پروتئین تبدیلی با افزایش پروتئین جیره حاصل شد که با یافته های سایر محققین (Kim and Lee, 2009; Singh, *et al*., 2009; Sweilum, *et al*., 2005; Ahmad, *et al*., 2004; Siddiqui, *et al*., 1988; Jauncey, 1982; Bromely, 1980) تناقض دارد. Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند در تیلاپیای نیل انگشت قد با افزایش میزان پروتئین جیره، نرخ بازده پروتئین و ذخیره آن کاهش می یابد. لذا بیان داشتند به علت کاهش استفاده از پروتئین با افزایش پروتئین قابل هضم جیره که توسط سایر محققین پیشین نیز برای این گونه بدست آمده، نرخ بازده پروتئین و ذخیره آن نمی تواند شاخص خوبی برای ارزیابی نیاز پروتئین جیره باشد. De Silva و همکاران (۱۹۸۹) نیز از ارتباط معکوس بین نرخ بازده پروتئین و سطوح پروتئین درتیلاپیای زیر ۵ گرم خبر دادند که البته برای گروه زیر یک گرم این ارتباط معنی دار نبوده است. طالبی حقیقی (۱۳۸۷) بر روی لارو

ماهی سفید با افزایش سطوح پروتئین ، کاهش نرخ بازده پروتئین را همزمان با افزایش راندمان پروتئین تبدیلی گزارش کردند. البته با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق و تایید آن توسط De Silva و همکاران (۱۹۹۱) به نظر می رسد این کاهش در زمانی است که حداقل میزان پروتئین مورد نیاز ماهی تامین گردد لذا با توجه به سطوح پایین پروتئین ۱۵ و ۲۲ درصد برای ماهی، نرخ بازده پروتئین و راندمان پروتئین تبدیلی تا سطح ۲۹ درصد افزایش و سپس کاهش نشان می دهد. Twibell و Brown (۱۹۹۸) علت افزایش نرخ بازده پروتئین با افزایش سطوح پروتئین جیره را در هیبرید تیلاپیا استفاده از پودر سویا در جیره و قابلیت جذب موثر آن توسط ماهی عنوان کردند که در این آزمایش نیز بیشترین منبع تامین کننده پروتئین سویا بوده است. در رابطه با این اختلاف نتیجه ارائه شده در گزارشات، Dabrowski (۱۹۷۹) معتقد است ارتباط بین نرخ بازده پروتئین و سطح پروتئین از گونه ای به گونه دیگر متفاوت می باشد و حتی برای گونه های مشابه نیز متفاوت گزارش شده است.

اگر میزان انرژی جیره با افزایش سطح اقلام غذایی غیر پروتئینی حفظ شود میزان پروتئین جیره برای قزل آلای قهوه ای *Salmo* trutta می تواند بدون تاثیر منفی بر رشد کاهش یابد و این برای سایر ماهیان مانند گربه ماهی کانالی *Ictalurus* punctatus و ماهی دم زرد *Seriola* quinqueradiata نیز گزارش شده است، این نشان می دهد که نسبت مناسب انرژی پروتئینی و غیر پروتئینی برای تهیه کالری و مواد خام مورد نیاز برای رشد سریع و استفاده کافی از غذا لازم است اما این نسبت تنها برای جیره هایی که به میزان کافی انرژی متابولیسمی داشته باشند پاسخگو است (Winfree and Stickney, 1981). استفاده از جیره هایی با انرژی بالا یا چربی بیش از میزان مورد نیاز در تیلاپیا آزمایش شده و شواهدی مبنی بر صرفه جویی پروتئین با افزایش سطح چربی از میزان توصیه شده ۱۰-۶ درصد (Jauncey and Ross, 1982) تا سطح ۱۲ درصد (Chou and Shiau, 1996) یا ۱۸ درصد (De Silva, *et al.*, 1991) وجود دارد. Bromely (۱۹۸۰) معتقد است تا یک سوم از میزان پروتئین جیره می تواند بوسیله چربی جهت صرفه جویی در مصرف پروتئین برای رشد، جایگزینی صورت گیرد. ایشان در آزمایشی بر روی turbot به این نتیجه رسیدند که سطح چربی ۶٪ عملکرد راندمان پروتئین تبدیلی را بهبود می بخشد و صرفه جویی پروتیین تا سطح چربی ۹٪ امکان پذیر است که این محدودیت می تواند به دلیل محدودیت در تامین اسید های آمینه ضروری برای ماهی باشد. در این آزمایش بجز سطح پروتئین ۱۵ درصد، راندمان پروتیین با افزایش سطح چربی

تا سطح ۹ درصد در تمامی سطوح پروتیین افزایش و سپس کاهش پیدا می کند که البته معنی دار نیست لذا اثر صرفه جویی پروتئین بطور ظعیفی نمود پیدا کرده است. Hanely (۱۹۹۱) و Peres و Oliva-Teles (1999,b) معتقدند که تیلاپیا زمانی که میزان پروتئین محدود نباشد قادر به استفاده از چربی به عنوان منبع انرژی نیست و نیز سطح بالای پروتئین جیره مانع از بروز اثر صرفه جویی پروتئین می گردد و چربی بالا سبب کاهش معنی دار ذخیره پروتئین می گردد که تاییدی بر تحقیق حاضر است. Helland و همکاران (۲۰۰۸) نیز برای ماهی کاد بیان کردند که زمانی اثر صرفه جویی پروتیین رخ می دهد که میزان پروتیین جیره به نسبت پایین تر از حد نیاز ماهی باشد. اما در این آزمایش در سطح پروتئین ۱۵ درصد نیز با افزایش چربی راندمان پروتیین بطور معنی داری کاهش نشان می دهد و اثر صرفه جویی پروتیین بروز نمی کند. از طرف دیگر Bromely (۱۹۸۰) معتقد است در زمانی که غذا دهی نزدیک اشباع صورت می گیرد مانند تحقیق حاضر بطور معمول راندمان غذا در همه جیره ها پایین می آید و صرفه جویی پروتئین بوسیله انرژی بسیار کم است که این می تواند به دلیل عدم راندمان متابولیکی، جذب غذای پایین و یا هدر رفتن غذا توسط ماهی باشد. در این نوع غذادهی گاهی اوقات ماهیان غذای خرد شده و خورده شده را به محیط بر می گردانند که سبب عدم جمع آوری کامل غذای اضافی شده و در ارزیابی میزان مصرف و راندمان غذا اختلال ایجاد می کند. ایشان بیان داشتند تنوع در نرخ غذادهی و ترکیبات غذا از جمله پرکننده آن (filler) بر راندمان غذا، پذیرش آن توسط ماهی، راندمان پروتئین تبدیلی و در نهایت اثر صرفه جویی پروتئین اثرگذار است. لذا قضاوت بر دلیل اختلاف نتایج حاصله در ارتباط با بروز اثر صرفه جویی پروتئین بسیار مشکل است.

۵-٤- ترکیبات لاشه ماهیان

افزایش چربی جیره بر خلاف پروتیین اثر معنی دار بر میزان پروتئین لاشه ماهیان نداشت. در حالی که Sweilum و همکاران (۲۰۰۵) و Hanley (۱۹۹۱) کاهش پروتئین لاشه را با افزایش انرژی جیره در تیلاپیای نیل گزارش کردند. این روند توسط دیگر محققین در سایر ماهیان نیز دیده شده است (Wang, *et al*., 2005; Page and Andrews, 1973). با افزایش پروتئین میزان پروتئین لاشه افزایش یافت که این افزایش بین سطوح ۲۲ و ۲۹ شدید بود و سطوح پایین و بالای پروتئین با یکدیگر اختلاف معنی دار نداشتند که این توسط سایر محققین تایید شده است (Siessegger, *et al*., 2006; Liebert, *et al*., 2006; Sweilum, *et al*., 2005; Ahmad, *et al*., 2004; Twibell and Brown, 1998; Shiau and Huang, 1989; Cowey, *et al*., 1972). از آنجایی که با افزایش پروتیین جیره میزان پروتئین مصرفی نیز افزایش پیدا می کند لذا این امری طبیعی به نظر می رسد. Bromely (۱۹۸۰) بیان کرده در جیره هایی با پروتئین بالا، در اکثر موارد انرژی به صورت پروتئین ذخیره می شود و Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) نیز تایید کردند که با افزایش پروتئین مصرفی، ذخیره پروتئین و انرژی در واحد وزن بدن افزایش پیدا می کند.

افزایش پروتئین جیره سبب کاهش معنی دار چربی لاشه گردید که این روند در سطوح بالای پروتئین شدید بود، نتایج مشابه توسط دیگر محققین نیز بدست آمده است (Kim and Lee, 2009; Siessegger, *et al*., 2006; Sweilum, *et al*., 2005; Ahmad, *et al*., 2004; Ng, *et al*., 2001; Twibell and Brown, 1998; Shiau and Huang, 1989; Jauncey, 1982; Winfree and Stickney, 1981).

در سطح پروتئین ۲۹ درصد با افزایش سطوح چربی، چربی لاشه افزایش معنی داری نشان داد در حالی که در سایر سطوح بالاتر و پایین تر پروتئین این افزایش محسوس نیست و در سطح پروتیین ۳۶ درصد میزان چربی لاشه با افزایش چربی افزایش می یابد ولی بین سطوح بالای چربی اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود.

Hansen و همکاران (۲۰۰۸) افزایش میزان ذخیره چربی را در اثر افزایش سطح چربی جیره در Atlantic cod گزارش کردند. نتایج تحقیقات مختلف متفاوت به نظر می رسد، گروهی بیان می دارند چربی بالای جیره معمولا سبب بالا رفتن میزان چربی لاشه ماهیان می گردد (Chatziforis, *et al*., 2010; Gumus and Ikiz, 2009; Anwar and Jafri, 1995; Ellis and Reigh, 1991; Bromely, 1980; Cowey, *et al*., 1976a, b; Stickney and Andrews, 1972) که

تیلاپیا نیز از این قاعده مستثنا نیست (Lim, *et al.*, 2009; Sweilum, *et al.*, 2005; Chou and Shiau, 1996; Hanley, 1991; Winfree and Stickney, 1981)، ضمن اینکه این افزایش اثری منفی بر کیفیت لاشه و جذب غذا دارد (Gumus and Ikiz, 2009; Wille, *et al.*, 2002; Bromely, 1980) در حالی که Chou و Shiau (۱۹۹۶) معتقدند با افزایش چربی جیره میزان فعالیت آنزیم Lipogenic که عامل تولید چربی بدن است کاهش می یابد. با افزایش میزان پروتیین جیره میزان پروتیین لاشه زیاد و چربی آن کاهش می یابد در واقع رابطه معکوسی بین میزان پروتئین و چربی جیره تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین وجود دارد که این توسط Garling و Wilson (۱۹۷۶) بر روی گربه ماهی کانالی و El-Saidy و Gaber (۲۰۰۲a و ۲۰۰۵) بر روی تیلاپیای نیل نیز بدست آمده است.

۵- نتیجه گیری

با افزایش سطوح پروتیین میزان راندمان غذا و پروتئین تا سطح **۲۹** درصد بهبود حاصل می کند در حالی که با افزایش میزان چربی جیره خصوصا در سطوح بالای پروتیین تا سطح **۹** درصد راندمان غذا و پروتئین بهبود مختصری پیدا می کند و بعد از آن از راندمان آنها کاسته می شود. لذا بر اساس نتایج حاصله بهترین و اقتصادی ترین سطح پروتئین و چربی جهت دستیابی به عملکرد رشد، راندمان غذا و پروتئین مناسب به ترتیب **۲۹** و **۵** درصد می باشد. بر اساس مدل ریاضی در میزان چربی **۵** درصد جیره، سطحی از پروتئین که رشد و راندمان پروتئین حداکثر را ایجاد کرده است بین **۳۳/۹** تا **۳۵/۳** درصد می باشد. افزایش سطوح پروتئین به ترتیب سبب افزایش و کاهش میزان پروتئین و چربی لاشه ماهیان گردید و افزایش چربی جیره نیز اثری بر پروتئین لاشه نداشته و سبب افزایش چربی لاشه گردید.

پیشنهادها

- به دلیل پراکندگی اطلاعات و نتایج حاصل از آزمایشات تعیین احتیاجات غذایی حتی در یک گونه و سن خاص باید استانداردهای لازم جهت انجام این گونه تحقیقات از نظر نوع اقلام غذایی مصرفی، شرایط انجام آزمایش، دما و شوری مورد استفاده بر اساس نیازها و اقلیم کشور تعریف گردد.
- این آزمایش برای گروه های سنی مختلف و مولدین تیلاپیا انجام شود.
- در سیستم گسترده و نیمه متراکم در استخرهای خاکی به دلیل استفاده ماهیان خصوصا بچه ماهیان از غذای زنده که حاوی پروتئین بالایی می باشد می توان میزان پروتئین جیره را بدون اثر کاهنده بر رشد ماهیان کاهش داد که این توسط دیگر محققین (Winfree and Stickney, 1981; Clark, *et al*., 1990) نیز گزارش شده بطوری که میزان آن در قفس ۱۵/۸-۲۵/۵ (Xie, *et al*., 1998) و پایین تر از ۲۰ درصد در جیره ای بر پایه پودر سویا به همراه کوددهی (Kangombe and Brown, 2008) گزارش شده است. لذا با توجه به آنچه که برای آینده تیلاپیا مفروض است نیاز به تحقیق دیگری در این خصوص در استخرهای خاکی محرض است.

تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت مالی موسسه تحقیقات شیلات ایران در ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی بافق انجام پذیرفت. بر خود لازم می دانم از تمامی همکاران، مشاوران و اساتیدی که در مجموعه موسسه تحقیقات شیلات ایران به ویژه ایستگاه تحقیقات ماهیان آب شور داخلی بافق اینجانب را همراهی نمودند از جمله پرسنل اداری و خدماتی تشکر و قدردانی نمایم. در نهایت تشکر ویژه ای از پروفسور Carl Webster در مرکز تحقیقات آبزی پروری دانشگاه Kentucky دارم که در طول مراحل اجرای پروژه راهنمایی های ارزنده ای داشتند.

منابع

- طالبی حقیقی، د.، ۱۳۸۷. تعیین سطوح مناسب پروتئین و چربی در جیره غذایی لارو ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* با استفاده از غذای مصنوعی.تهران: موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۸۷/۶۵۱.
- Abdel-Tawwab, M. Ahmad, M. H., Khattab, Y. A. E. and Shalaby, A. M. E., 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, 298, 267-274.
- Adron, J. W., Blair, A., Cowey, C. B. and Shanks, A. M., 1976. Effects of dietary energy level and dietary energy source on growth, feed conversion and body composition of turbot *Scophthalmus maximus* L.. Aquaculture, 7, 125-132.
- Ahmad, M. H., Abdel-Tawwab, M. and Khattab, Y. A. E., 2004. Effect of dietary protein levels on growth performance and protein utilization in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* with different initial body weight. In: Boliver RB, Mair GC, Fitzsimmous K (eds) Proceedings of 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Philippine International Convension Center, Roxas Boulevard, Manila, Philippines, pp 249-263.
- Al-Hafedh, Y. S. A., 1999. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture Research, 30, 358-393.
- Anwar, M. F. and Jafri, A. K., 1995. Effect of varying dietary lipid levels on growth, feed conversion, nutrient retention and carcass composition of fingerling cat fish *Heteropneustes fossilis*. Asian Fisheries Science, 8, 55-62.
- AOAC (Association of official Analytical chemists). (1990). *Official Methods of Analysis AOAC*. Washington, DC: 1263 pp.
- Berge, G. M. and Storebakken, T., 1991. Effect of dietary fat level on weight gain, digestibility, and fillet composition of Atlantic haliut. Aquaculture, 99, 331-338.
- Bromley, P. J., 1980. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot *Scophthalmus maximul* L.. Aquaculture, 19, 359-369.
- Biswas, B. K., Ji, S., Biswas, A. K., Seoka, M. and Kim, Y., 2009. Dietary Protein and lipid requirement for the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* juvenile. Aquaculture, 288, 114-119.
- Chatzifotis, S., Panagiotidou, M., Panaioannou, N., Pavlidis, M., Nengas, I. and Mylonas, C. C., 2010. Effect of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and serum metabolites of Meagre *Argyrosomus regius* juveniles. Aquaculture, 307, 65-70.
- Cho, C. Y., Kaushik, S. J., 1985. Effects of protein intake on metabolisable and net energy values of fish diets. In: Coway, C. B., Mackie, A. M., Bell, J. G. (Eds.), Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press. London, pp. 96-117.
- Chou, B. S., Shiau, S. Y., 1996. Optimal dietary lipid levels for growth of juvenile hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* * *Oreochromis aureus*. Aquaculture, 143, 185-195.
- Chou, R. L., Su, M. S., Chen, H. Y., 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 193, 81-89.
- Clark, A. E., Watanabe, W. O., Olla, B. L. and Wicklund, R. I., 1990. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed socaloric diets with different protein levels in sea water pools. Aquaculture, 88, 75-85.
- Clifford, H. C. III and Brick, R. W., 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricult. Soc., 9, 195-208.
- Colvin, L. and Brand, C., 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life-cycle stages in controlled environment system. Proc. World Maricult. Soc., 8, 821-840.
- Cowey, C. B., 1975. Aspects of protein utilization by fish. Proc. Nutr. Soc., 34, 57-63.
- Cowey, C. B., 1979. Protein and amino acid requirements of finfish. In: J. Halver and K. Tiews (Editors), Proc. World Symp. Finfish Nutrition and Fish Feed Technology, Hamburg, 20-23 June 1978, Vol. I. Heenemann, Berlin, pp. 4-15.
- Cowey, C. B., 1980. Protein and amino acid requirements in fish. In: H. J. Oslage and K. Rohr (Editors), Proc. Eur. Aquacult. Assoc. Symp. Protein Metabolism and Nutrition, EAAP Publication no. 27, pp. 729-774.
- Cowey, C. B., Pope, J. A., Adron, J. W. and Blair, A., 1972. Studies on the nutrition of marine flatfish. The protein requirement of plaice *Pleuronectes platessa*. Brit. J. Nutr., 28, 447-456.
- Cowey, C. B. and Sargent, J. R., 1972. Fish nutrition. Mar. Biol., 10, 383-492.

- Cowey, C. B., Adron, J. W., Owen, J. M. and Roberts, R. J., 1976a. The effect of different dietary oils on tissue fatty acid and tissue pathology in turbot *Scophthalmus maximus*. Comp. Biochem. Physiol., 536, 399-403.
- Cowey, C. B., Owen, J. M., Adron, J. W. and Middleton, C., 1976b. Studies on the nutrition of marine flatfish. The effect of different dietary fatty acids on the growth and fatty acid composition of turbot *Scophthalmus maximus*. Br. J. Nutr., 36, 479-486.
- Cruz, E. M. and Laudencia, R. L., 1977. Protein requirements of *Tilapia mossambica* fingerlings. Kalilasan, Philip. Journal of Biology, 6, 177-182.
- Dabrowski, K., 1979. Feeding requirements of fish with particular attention to common carp. A review. Pol. Arch. Hydrobiol., 26, 135-158.
- Davis, A. T. and Stickney, R. R., 1978. Growth responses of *Tilapia aurea* to dietary protein quality and quantity. Trans. Am. Fish. Soc., 107, 479-483.
- Day, A. T., Smit, B., Dam, A. A. V. and Schrama, J. W., 2008. Effects of dietary starch and energy levels on maximum feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 277, 213-219.
- Degani, G., Ben-Zvi, Y. and Levanon, D., 1989. The effect of different protein levels and temperatures on feed utilization, growth and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Aquaculture, 76, 293-301.
- De Silva, S. S., Gunasekera, R. M. and Atapattu, D., 1989. The dietary protein requirements of young Tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. Aquaculture, 80, 271-284.
- De Silva, S. S., Gunasekera, R. M., Gooley, G. and Ingram, B. A., 2001. Growth of Australian shorfin eel *Anguilla australis* elvers given different dietary protein and lipid levels. Aquaculture Nutrition, 7, 53-57.
- De Silva, S. S., Gunasekera, R. M. and Shim, K. F., 1991. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture, 95, 305-318.
- De Silva, S. S. and Pereira, M. K., 1985. Effects of dietary protein level on growth, food conversion and protein use in young *Tilapia nilotica* at four salinities. Trans. Am. Fish. Soc. 114, 584-589.
- Einen, O., Roem, A. J., 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlantic salmin in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality. Aquaculture Nutrition, 3, 115-126.
- El-Dahhar, A. A. and Lovell, R. T., 1995. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus*. Aquaculture, 26, 451-557.
- El-Saidy, D. M. S. D. and Gaber, M. M. A., 2002a. Complete replacement of fishmeal by soybean with the dietary L-lysine supplementation in Nile tilapia fingerlings. Journal of the World Aquaculture Society, 33, 297-306.
- El-Saidy, D. M. S. D. and Gaber, M. M. A., 2005. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. Aquaculture Research, 36, 163-171.
- El-Sayed, A. M., 1987. Protein and energy requirements of *Tilapia zilli*. PhD thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.
- El-Sayed, A. M., 2006. Tilapia culture. CABI Publishing, UK, 277p.
- El-Sayed, A. M. and Teshima, S., 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, fry. Aquaculture, 103, 55-63.
- El-Sayed, A. M., Kawanna, M., 2008. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. Aquaculture, 280 (1-4), 179-184.
- Ellis, S. C., Reigh, R. C., 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition o fjuvenile red drum *Sciaenops ocellstus*. Aquaculture, 97, 383-394.
- Gao, W., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Liang, G. Y., Yang, H. J., Huai, M. Y. and Luo, W. J., 2011. Protein-sparing capability of dietary lipid in herbivorous and omnivorous freshwater finfish: a comparative case study on grass carp *Ctenopharyngodon idella* and tilapia *Oreochromis niloticus***O. aureus*. Aquaculture nutrition, 17, 2-12.
- Garling, D. L. and Wilson, R. P., 1976. The optimum dietary calorie to protein ratio for channel catfish fingerlings *Ictalurus punctatus*. J. Nutr., 106, 1369-1375.
- Gumus, E. and Ikiz, R., 2009. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum. Pakistan vet. J., 29 (2), 59-63.
- Gunasekera, R. M., Shim, K. F. and Lam, T. J., 1995. Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, 134, 169-183.

- Hanley, F., 1991. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, 93, 323-334.
- Hansen, J. O., Berge, G. M., Hillestad, M., Krogdahl, A., Galloway, T. F., Holm, H., Holm, J. and Ruyter, B., 2008. Apparent digestion and apparent retention of lipid and fatty acids in Atlantic cod *Gadus morhua* fed increasing dietary lipid levels. Aquaculture, 284, 159-166.
- Helland, B. G., Shearer, K. D., Gatlin III, D. M. and Helland, S. J., 2008. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, protein digestibility, feed utilization and body compositin of Atlantic cod *gadus morhua*. Aquaculture, 283. 156-162.
- Jauncey, K., 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias *Sarotherodon mossambicus*. Aquaculture, 27, 43-54.
- Jauncey, K., Ross, B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, Stirling, 111pp.
- Kangombe, J. and Brown, J. A., 2008. Effect of using low-protein diets insemi intensive pond cage culture of tilapia *Tilapia rendall* (Boulenger). Journal of Applied Aquaculture, 20, 234-255.
- Kaushik, S. J., 1993. Recent trends in the development of high-energy diets for salmonids. In: Piva, G. (Ed.), Proceedings of the 2nd international feed production conference (Piacenza, Italy), 1992/02/25-26. Facolta di Agraria, Catholic University of Milan, pp. 361-372.
- Kaushik, S. J., Doudet, T., Medale, F., Aguirre, P. and Blanc, D., 1995. Protein and energy needs for maintenance and growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. J. Appl. Ichthyol., 11, 290-296.
- Kaushik, S. J. and Luquet, P., 1984. Relationship between protein intake and voluntary energy intake as affected by body weight with an estimation of maintenance needs in Rainbow trout. Z. Tierphysiol. Tierernahr. Futtermittelkd., 51, 57-69.
- Kaushik, S. J., Luquet, P. and Blanc, D., 1981. Usefulness of feeding protein and non protein calories a part in studies on energy protein interrelaitonships in Rainbow trout. Ann. Zootech., 30, 411-424.
- Kaushik, S. J. and Medale, F., 1994. Energy requirement, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture, 124, 81-97.
- Kheir, M. T., 1998. Growth response and feed utilization in *Oreochromis aureus* fed on three dietary protein levels. Egyptian Journal of Zoology, 31, 349-359.
- Kim, S. and Lee, K., 2009. Dietary protein requirement of juvenile tiger puffer *Takfugu rubripes*. Aquaculture, 287, 219-222.
- Lee, S. M., Jeon, I. G., Lee, J. Y., 2002. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish *Sebastes schlegeli*. Aquaculture, 211, 227-239.
- Lee, D. J. and Putnam, G. B., 1973. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. J. Nutr., 103, 916-922.
- Liebert, F., Sunder, A. and Mohamed, K., 2006. Assessment of nitrogen maintenance requirement and potential for protein deposition in juvenile Tilapia genotypes by application of an exponential nitrogen utilization model. Aquaculture, 216, 1346-1355.
- Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Li, M. H., Welker, T. L. and Klesius, P. H., 2009. Influence of dietary levels of lipid and vitamin E on growth and resistance of nile tilapia to *Streptococcus iniae* challenge. Aquaculture, 298, 76-82.
- Maynard, L. A. and Loosli, J. K., 1969. Animal Nutrition, 6th edn. McGraw Hill Book Company, London, p. 613.
- Mazid, R. M., Tanaka, Y., Katayama, T., Asadur, R. M., Simpson, K. L. and Chichester, C. O., 1979. Growth response of *Tilapia zillii* fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels. Aquaculture, 18, 115-122.
- Moore, B. J., Hung, S. S. O. and Medrano, J. F., 1988. Protein requirement of hatchery produced juvenile white sturgeon *Acipenser transmontanus*. Aquaculture, 71, 235-245.
- Morais, S., Koven, W., Ronnestad, I., Dinis, M. T. and Conceicao, L. E. C., 2005. Dietary protein/lipid ratio affects growth and amino acid and fatty acid absorption and metabolism in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858) larvae. Aquaculture, 246. 347-357.
- Mohammadi, M., Sarsangi, H., Askar, M., Bitaraf, A., Mashaii, N., Rajabipour, F. and Alizadeh, M., 2011. Use of underground brackish water for reproduction and larviculture of Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Applied Aquaculture, 23, 103-111.
- Ng, W. K., Hanim, R., 2007. Performance of genetically improved Nile tilapia compared with red hybrid tilapia fed diets containing two protein levels. Aquaculture Research, 38, 965-972.
- Ng, W. K., Soon, S. C. and Hashim, R., 2001. The dietary protein requirement of a bagrid catfish *Mystus nemurus* (Cuvier and Valenciennes), determined using semipurified diets of varying protein level. Aquaculture nutrition, 7, 45-51.

- NRC (national research council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Prss, Washington, D. C., USA.
- Page, J. W. and Andrews, J. W., 1973. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish *Ictalurus punctatus*. J. Nutr. 103, 1339-1346.
- Peres, H. and Oliva-Teles, A., 1999b. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juvenile *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 179, 325-334.
- Rich, M., Trottier, M. L., Ku, P. K. and Garling, D. L., 2001. Apparent digestibility of crude protein and apparent availability of individual amino acids in tilapia *Oreochromis niloticus* fed phytase pretreated soybean meal diets. Fish physiology and Biochemistry, 25, 181-194.
- Ringrose, R. C., 1971. Calorie-to-protein ratio for brook trout *Salvelinus fontinalis*. J. Fish. Res> Board Can., 28, 1113-1117.
- Santiago C. B. and Lovell, R. T., 1988. Amino acid requirements for growth of Nile Tilapia, J. NUtr. 188, 1540-1546.
- Santinha, P. J. M., Medale, F., Corraze, G. and Gomes, E. F. S., 1999. Effects of the dietary protein: lipid ratio on growth and nutrient utilization in Gilthead seabream *Sparus aurata* L.. Aquac. Nutr., 5, 147-156.
- Shiau, S. Y., Chuang, J. I. and Sun, C. L., 1987. Inclusion of soybean meal in tilapia *Oreochromis niloticus * Oreochromis aureus* diets at two protein levels. Aquaculture, 65, 251-261.
- Shiau, S. Y. and Huang, S. L., 1989. Optimal dietary protein level for hybrid tilapia *Oreochromis niloticus*O. aureus* reared in sea water. Aquaculture, 81, 119-127.
- Shiau, S. Y. and Lin, Y. H., 2006. Vitamin requirements of tilapia-a review. En: Editores: L. Elizabeth Cruz Suarez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto Lopez, David A. Villarreal Cavazos, Ana C. Puello Cruz y Armando Garcia Ortega. Avances en Nutricion Acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 15-17 Noviembre. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. ISBN 970-694-333-5.
- 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, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 70, 63-73.
- Siessegger, J. G., Focken, U. and Becker, K., 2006. Effect of dietary protein/carbohydrate ratio on activities of hepatic enzymes involved in the amino acid metabolism of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L.. Fish Physiol. Biochem., 32, 275-282.
- Singh, R. K., Desai, A. S., Chavan, S. L. and Khandagale, P. A., 2009. Effect of water temperature on dietary protein requirement, growth and body composition of Asian catfish *Clarias batrachus* fry. Journal of Thermal Biology, 34, 8-13.
- Stickney, R. R. and Andrews, J. W., 1972. Effects of dietary lipids on growth, food conversion, lipid and fatty acid composition of channel catfish. J. Nutr., 102, 249-258.
- Sweilum, M. A., Abdellah, M. M. and Salah El-Din, S. A., 2005. Effect of dietary protein-energy levels and fish initial sizes on growth rate, development and production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L.. Aquaculture research, 36, 1414-1421.
- Tacon, A. G. J., 1988. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-a training manual 3. Feeding methods. FAO.
- Teshima, S., Kanazawa, A. and Uchiyama, Y., 1985a. Effects of dietary protein, lipid and digestible carbohydrate levels on the weight gain, feed conversion efficiency and protein efficiency ratin of *Tilapia nilotica*. Mem. Kagoshima Univn, Res. Center South Pacific, 6, 56-71.
- Twibell, R. G. and Brown, P. B., 1998. Optimal dietary protein concentration for hybrid tilapia *Oreochromis niloticus * Oreochromis aureus* fed all plant diets. Journal of the world aquaculture society, 29 (1), 9-16.
- Wang J. T., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Du, Z. Y., Wang, Y. and Yang, H. J., 2005. Effect of dietary lipid level on growth pergormance, lipid depositin, hepatic lipogenesis in juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 249, 439-447.
- Wang, K. W., Takeuchi, T. and Watanabe, T., 1985a. Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 51, 133-140.
- Wang, K. W., Takeuchi, T. and Watababe, T., 1985b. Optimum protein and digestible energy levels in diets for *Tilapia nilotica*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 51, 141-146.
- Watababe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. Comp. Biochem. Physiol. 73B, 3-15.
- Wille, K., Mc Lean, E., Goddard, J. S. and Byatt, J. C., 2002. Dietary lipid level and growth hormone alter growth and body comformation of Blue tilapia, *Oreochromis aureus*. Aquaculture, 209, 219-232.
- Wilson, R. P., 1989. Protein and amino acid requirements of fish. In: Progress in Fish Nutirtion (ed. By S. Shiau), pp. 51-76. Natinal Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan.

- Winfree, R. A. and Stickney, R. R., 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. Nutr. 111, 1001-1012.
- Xie, S., Cui, Y., Yang, Y. and Liu, J., 1998. Effect of protein level in supplemental diets on the growth of cage cultured Nile tilapia in the east lake, P. R. China. Asian Fisheries Science, 10, 233-240.
- Yong, W. Y., Takeuchi, T., Watanabe, T., 1989. Relationship between digestible energy contents and optimum energy to protein ratio in *Oreochromis niloticus* diet. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 55, 869-873.

Abstract

Tilapia is one of African native fishes has been introduced to many thermal and temperate regions in the world for second part of twentieth century. First, intensive culture system dependes on complete and wide information in nutrition requirements, specially protein as most expensive nutrient; second, the importance of tilapia in future of Iran; and third, lipid as first non-protein energy source that is so influent and it's unsufficient values affect negatively on growth and protein requirement, make us to investigating the protein and lipid requirement of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* to achive a convience diet causing most economical interest by maximum growth and minimum feed conversion ratio.

This experiment performed in Bafgh Inland Saline Water Fish Research Station. It was planned in four protein (15, 22, 29 and 36%) and three lipid (5, 9 and 13%) levels in factorial system. Thirty six 300 l tanks with 150 l water and 3 l/min water flow used for 12 treatments with triplicates. 15 male Nile tilapia fingerlings (13.94±0.88 g) kept in every tank and fed near satiation during 8 weeks experiment.

There was any significant different in survival in all treatments. Growth performance (WG & SGR), feed and protein efficiency (FCR & C and PER & PCE respectively) improved with increasing proein level until 29%, however, significant positive effect was not observed by lipid increasing. Then, best economical protein and lipid level for convinienc growth performance and protein and lipid efficiency is 29 and 5% respectively. In 5% lipid, maximum growth and protein efficiency appears between 33.9 to 35.3% protein according to the mathematical method (polynomiyal curve).

Key words: optimal diet, rearing, Black tilapia, brackish water, Bafgh

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Inland Saline ,Waters Aquaculture Research Center

---

Title : Determine Optimal Diet for Rearing Black Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Bafgh Brackish Water
Apprpved Number: 12-12-12-8703-88014
Author: Mohammadi Mohammadi
Executor *:* Mohammadi Mohammadi
Collaborator *:* H.SarsangiAliabad , N.Mashaii , A.Bitaraf ,D.TalebiHaghighi , F.Rajabipour, M,Hafeziyeh
Advisor(s): -
Supervisor: -
Location of execution : Yazd province
Date of Beginning : 2009
Period of execution : 2 Years & 4 Months
Publisher : ***Iranian Fisheries Research Organization***
Circulation : ***20***
Date of publishing : 2013
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Inland Saline ,Waters Aquaculture Research Center

Title:

Determine Optimal Diet for Rearing Black Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Bafgh Brackish Water

Executor :
Mohammadi Mohammadi

Registration Number
40914