شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸
صفحات ۲۳۴-۲۱۹

اثرات سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر شاخص رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی لاشه در ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*)

نجمه اژدری[1]*، پریتا کوچنین[2]، محمد ذاکری[3]، وحید یاوری[2]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۳. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

تاریخ دریافت ۱۳۹۸/۱۰/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۳۰

چکیده

در این مطالعه جهت بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در ماهیان جوان صبیتی *(Sparidentex hasta)*، شش جیره غذایی شامل سه سطح پروتئین (۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد) و دو سطح چربی (۷ و ۱۴ درصد) با سه تکرار طراحی گردید. ماهیان با میانگین وزن اولیه ۰/۲۸ ± ۳۶/۵۵ گرم به صورت تصادفی در ۱۸ مخزن ۳۰۰ لیتری پلی اتیلن ذخیره سازی و به مدت ۵۶ روز، سه بار در روز به روش سیری غذادهی گردیدند. نتایج نشان داد که با افزایش وزن و نرخ رشد ویژه به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی قرار خواهد گرفت ($P<0/05$). سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی، تاثیر معنی‌داری روی ضریب چاقی، درصد چربی درون صفاقی و غذای دریافتی ماهیان نداشتند ($P>0/05$). در سطح ۱۴ درصد چربی جیره غذایی، به طور معنی‌داری شاخص کبدی، احشایی، ضریب بازده پروتئینی و چربی لاشه افزایش یافت، اگر چه ضریب تبدیل غذایی به طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش سطح چربی جیره غذایی، به طور معنی‌داری بقای پروتئین کاهش و بقای انرژی افزایش یافت. بالاترین بازده حفظ نیتروژن در سطح ۴۰ درصد پروتئین مشاهده گردید. سطوح مختلف پروتئین و چربی به طور معنی‌داری بر میزان پروتئین و چربی لاشه اثر گذاشتند ($P<0/05$)، در صورتیکه بر میزان رطوبت و خاکستر لاشه تاثیر معنی‌داری نداشتند ($P>0/05$). در نهایت می توان اظهار داشت که ماهیان جوان صبیتی قادر به مصرف پروتئین در جیره های غذایی با چربی ۱۴ درصد می باشند. بنابراین در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) با افزایش سطح چربی جیره غذایی تا ۱۴ درصد، سطح پروتئین جیره غذایی تا ۴۰ درصد می تواند کاهش یابد.

واژگان کلیدی: پروتئین و چربی جیره غذایی، شاخص رشد، کارایی تغذیه، ترکیبات بیوشیمیایی لاشه، ماهی صبیتی جوان.

* نویسنده مسئول: نجمه اژدری
Email: najmeh_azhdari@yahoo.com

Journal of Fisheries
Vol. 72, No. 3, Autumn 2019
pp. 219-234

Effects of dietary protein and lipid levels on growth performance, feed utilization and carcass biochemical composition in Sobaity juvenile, *Sparidentex hasta*

Najmeh Azhdari[1*], Parita Kochnine[3], Mohammad Zakeri[2], Vahid Yavari[3]

1- M.Sc Graduate, Department of Fisheries, Faculty of Natura; Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology
2- Associate professor, Department of Fisheries, Faculty of Natura; Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology
3- Assistant professor, Department of Fisheries, Faculty of Natura; Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

Received: 25-Dec-2019 Accepted: 20-Jan-2020

Abstract

In this study, the effects of different dietary protein and lipid levels including three dietary protein levels (35, 40 and 45%) and two dietary lipid levels (7 and 14%) were investigated on growth indices and hepatosomatic and viscera somatic index of Sobaity seabream juvenile *(Sparidentex hasta)* in triplicates. Fish with the mean initial weight 36.55±0.28 g were randomly introduced in eighteen 300 l polyethylene tanks and fed dietary treatments three times daily to satiation for a 56- day period. According to the results, weight gain and specific growth rate were significantly affected by different levels of dietary protein ($P<0.05$). But varying levels of dietary protein and lipid had not any significant effects on condition factor, intraperitoneal fat percentage and feed intake ($P>0.05$). At the 14% dietary lipid level, hepatosomatic and viscera somatic index, protein efficiency ratio and carcass lipid content increased significantly ($P<0.05$). However, the food conversion ratio significantly decreased. With increasing the dietary lipid level, protein retention decreased and energy retention increased significantly. The highest nitrogen retention efficiency was observed at 40% protein level. Dietary protein and lipid levels significantly affected carcass protein and lipid contents ($P<0.05$), but had not any significant effect on moisture and ash contents ($P>0.05$). That Sobaity seabream juveniles are able to utilize protein in 14% dietary lipid. Therefore, with increasing dietary lipid level to 14%, dietary protein level can be reduced to 40% in Sobaity seabream juveniles *(S. hasta)*.

Key words: dietary protein and lipid, growth performance, feed utilization, Carcass biochemical composition, *Sparidentex hasta*.

Corresponding author: Najme Azhdari Email: najmeh_azhdari@yahoo.com

۱. مقدمه

مهم‌ترین فاکتور در آبزی پروری موفق، تنظیم یک جیره غذایی مطلوب جهت رشد مناسب و سلامتی گونه است، به نحوی که تمامی مواد مغذی مورد نیاز گونه را فراهم نماید (Pillay, 1990; NRC, 1993; Monentcham *et al*., 2010; Ebrahimi *et al*., 2013). رشد و متابولیسم ماهی از طریق پروتئین یا منابع غیر پروتئینی (چربی و کربوهیدرات) تامین می‌گردد (Wang *et al*., 2006; Torfi Mozanzadeh *et al*., 2017a). پروتئین به عنوان یک ماده مغذی اصلی در جیره غذایی، بر شاخص رشد و قیمت غذای ماهی موثر است (Lovell, 1998; Ebrahimi *et al*., 2013) و با توجه به قیمت بالای اجزای پروتئینی در جیره غذایی، اطلاعات دقیق از پروتئین مورد نیاز برای پرورش هر گونه جدید، مهم و حیاتی است (Ng *et al*., 2008). مصرف پروتئین در جیره غذایی ماهیان بستگی به سطح پروتئین و قابلیت دسترسی به منابع انرژی غیر پروتئینی مانند چربی و کربوهیدرات دارد (Kim and Lee, 2005; Ebrahimi *et al*., 2013; Wang *et al*., 2013). در صورت عدم وجود انرژی کافی درجیره غذایی، با مصرف پروتئین به عنوان منبع انرژی دفع آمونیاک نیز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر با افزایش انرژی در جیره غذایی با کاهش مصرف غذا و کاهش دریافت مواد مغذی ضروری را به همراه خواهد داشت (Salhi *et al*., 2004; Catacutan and Coloso, 1995; Ali and Jauncey, 2005)، در حالی که از دیدگاه اقتصادی پروتئین در جیره غذایی باید جهت سنتز بافت‌های ماهیچه مصرف شود نه برای تولید انرژی (Williams *et al*., 2003; Ozorio *et al*., 2006; Craig *et al*., 2006). بنابراین تعادل و توازن مناسب بین پروتئین و انرژی در جیره غذایی جهت حفظ رشد، ضریب تبدیل غذایی مناسب، بهبود مصرف پروتئین، کاهش تراکم بالای چربی و گلیکوژن در بافت‌های بدن و کبد، کاهش ضایعات نیتروژنی و بهبود کیفیت فاضلاب مزارع پرورش ماهی ضروری است (Ai *et al*., 2004; Mohanta *et al*., 2009; Wang *et al*., 2013).

ماهیان گوشتخوار توانایی محدودی جهت مصرف کربوهیدرات به عنوان انرژی دارند (Cho and Kaushik, 1990; Luo *et al*., 2005; Torfi Mozanzadeh *et al*., 2017b) و از سوی دیگر چربی در جیره غذایی سریعتر و راحت‌تر از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی غیر پروتئینی توسط این ماهیان مصرف می‌شود (NRC,1993; Cho *et al*., 2005; Craig *et al*., 2006; Hossain *et al*., 2011). چربی به عنوان یک ماده مغذی مهم در جیره غذایی و منبع مهمی از انرژی و اسیدهای چرب ضروری جهت تغذیه ماهی می‌باشد. سطوح مطلوب چربی در جیره غذایی، می‌تواند کاهش بار نیتروژنی در محیط و تولیداتی با کیفیت مطلوب را در گونه‌های مختلف آبزی ایجاد کند (NRC, 1993; Santinha *et al*., 1999; Williams *et al*., 2003; Cho *et al*., 2005; Craig *et al*., 2006)، اما از سوی دیگر دریافت میزان چربی بالا توسط ماهی هم ممکن است سبب افزایش رسوب چربی در بدن و در نهایت تاثیر روی کیفیت لاشه و سلامت گونه پرورشی داشته باشد (Bromley, 1980; Hillestad and Johnson, 1994; Craig *et al*., 1999; Chatzifotis *et al*., 2010; Torfi Mozanzadeh *et al*., 2017a). بنابراین، می‌توان با یک تعادل مناسب بین پروتئین و چربی در جیره غذایی، میزان پروتئین در جیره غذایی را جهت رشد ماهی کاهش و سطح چربی را جهت صرفه‌جویی در مصرف پروتئین افزایش داد تا در نهایت پروتئین جهت رشد ماهی ذخیره گردد (Garling and Wilson, 1976; Ng *et al*., 2008; Zakeri *et al*., 2009). اثر صرفه جویی در مصرف پروتئین توسط چربی جیره غذایی در گونه‌های مختلف ماهیان دریایی و آب شیرین *Nibea miichthioides* (Wang *et al*., 2006)، *Lutjanus campechanus* (Miller *et al*., 2005)، *Clarias gariepinus* (Ahmad *et al*., 2008)، *Centropristis striata* (Alam *et al*., 2009) و *Oreochromis niloticus* (Li *et al*., 2013) نیز گزارش شده است تا در نهایت یک جیره غذایی مناسب با کمترین هزینه و دستیابی به یک

رشد مطلوب را تامین نمایند.

ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) (Valenciennes, 1830) از خانواده شانک ماهیان و گونه‌ای مهم و با ارزش اقتصادی بالا در کشورهای حوزه خلیج فارس است (Teng *et al*., 1999; Abu-Rezq *et al*., 2013). قدرت تخم‌ریزی در شرایط اسارت، رشد سریع و مقاومت نسبت به دستکاری در این گونه، سبب ایجاد جایگاه ویژه‌ای در صنعت تکثیر و پرورش ماهیان دریایی شده است (Hussain *et al*., 1981; Yousif *et al*., 2003; Morshedi *et al*., 2018). مطالعات اندکی در خصوص ترکیب مواد مغذی این گونه انجام شده است و بیشترمحدود به شرایط تخمریزی و لاروی (Hussain *et al*., 1981; Teng *et al*., 1999; Yousif *et al*., 2003; Abu-Rezq *et al*., 2013) و مرحله انگشت قدی این گونه (Molayem-Raftar, 2011; Nicknam-Shiri, 2011; Yazdi, 2012, Mozanzadeh *et al*., 2015, 2016) بوده است. همچنین مطالعات مشابهی روی دیگر گونه‌های خانواده شانک ماهیان مانند *Acantopagrus latus* (Sahraeian *et al*., 2011)، *Sparus aurata* (Santinha *et al*., Lupatsch *et al*., 2001)، *Diplodus sargus* (Ozorio *et al*., 2006; Sa *et al*., 1999; 2006) انجام پذیرفته است. بنابراین، دستیابی به یک جیره مناسب و متعادل برای پرورش این گونه دارای اهمیت است. در این مطالعه به بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی لاشه در ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*) پرداخته شد تا بتوان یک جیره غذایی مطلوب جهت پرورش این گونه ارائه داد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. ماهیان و طراحی سیستم آزمایشی

ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) از ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی در بندر امام خمینی (ره) تهیه شدند و به آزمایشگاه خیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر انتقال داده شدند. در طول دوره سازگاری ماهیان به مدت سه هفته در مخازن پلی اتیلن حاوی آب تصفیه شده دریا با شوری ppt ۴۵ گرم در لیتر نگهداری شدند. در این مدت، ماهیان با جیره غذایی پایه (شامل ۳۵ درصد پروتئین و ۷ درصد چربی) سه بار در روز به روش سیری و به صورت دستی غذادهی شدند. بدین منظور غذا به مدت ۴۵ دقیقه در مخازن باقی ماند و سپس غذاهای خورده نشده از طریق سیفون جمع آوری گردیدند (Alvarez-González *et al*., 2001; Zakeri *et al*., 2009; Sahraeian *et al*., 2011; Ebrahimi *et al*., 2013). پس از دوره سازگاری، ۱۸۰ قطعه ماهی سالم با میانگین وزن اولیه ۰/۲۸ ± ۳۶/۵۵ گرم و میانگین طولی ۰/۱۹ ± ۱۱/۶۱ سانتیمتر در مخزن پلی اتیلنی ۳۰۰ لیتری مدور حاوی آب فیلتر شده دریا با شوری ppt ۴۵ (آب تصفیه شده دریا با شوری ppt ۴۵ از ایستگاه تحقیقاتی بندر امام خمینی تهیه شد) گرم در لیتر و مجهز به سیستم هوادهی به صورت طرح کاملا تصادفی ذخیره سازی گردیدند. در طول دوره آزمایش، ماهیان به روش سیری و سه بار در روز در ساعات ۰۸:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۸:۰۰ به مدت ۵۶ روز براساس جیره غذایی مختص هر تیمار به صورت دستی غذادهی شدند (Espinos *et al*., 2003; Hossain *et al*., 2011; Ebrahimi *et al*., 2013). روزانه به طور میانگین ۲۵ درصد از آب مخازن تخلیه و با آب تصفیه شده و تازه دریا تعویض گردید (Zakeri *et al*., 2009). در طول دوره آزمایش دمای آب، شوری، pH و اکسیژن محلول در آب به صورت روزانه و در دو نوبت صبح و عصر اندازه گیری شد. کیفیت آب در محدوده شوری بین ppt ۴۶-۴۴ (با میانگین ۰/۰۴±۴۵/۴۰) گرم در لیتر، دمای آب بین ۲۷-۲۵ درجه سانتی گراد (با میانگین ۰/۰۸±۲۶/۳۱) و pH در محدوده ۷/۹-۷ حفظ گردید. میانگین اکسیژن محلول در آب ۰/۱۳ ± ۶/۱۶ میلی‌گرم بر لیتر بود. در طول دوره آزمایش دوره نوری در حد ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم گردید.

۲.۲. جیره‌های آزمایشی

طرح آزمایش، یک طرح دو عامله شامل شش تیمار و سه تکرار بود. در این مطالعه شش جیره غذایی براساس طرح ماتریکسی شامل سه سطح پروتئین ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد و دو سطح چربی ۷ و ۱۴ درصد وزن خشک جیره غذایی (۳×۲) طراحی گردید (Catacutan and Coloso, 1995; Alvarez-González *et al*., 2001; Ai *et al*., 2004; Luo *et al*., 2004; Sa *et al*., 2006; Abbas *et al*., 2011; Deng *et al*., 2011). جیره‌های آزمایش تحت عنوان جیره یک (P_{35}/L_7) با ۳۵ درصد پروتئین و ۷ درصد چربی، جیره دو (P_{40}/L_7) با ۴۰ درصد پروتئین و ۷ درصد چربی، جیره سه (P_{45}/L_7) با ۴۵ درصد پروتئین و ۷ درصد چربی، جیره چهار (P_{35}/L_{14}) با ۳۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی، جیره پنج (P_{40}/L_{14}) با ۴۰ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی و جیره شش (P_{45}/L_{14}) با ۴۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی نامگذاری شدند. اجزای جیره‌های غذایی شامل پودر ماهی دریایی، پودر سویا، کازئین بعنوان منابع پروتئینی، روغن ماهی دریایی و روغن آفتابگردان بعنوان منابع چربی، مخلوط ویتامین و مواد معدنی، زئولیت و آرد گندم بودند. تمامی تجزیه تقریبی اجزای غذایی و جیره‌های آزمایشی با استفاده از روش کار استاندارد AOAC (1997) انجام پذیرفت. اجزای غذایی، فرمولاسیون و تجزیه تقریبی جیره‌های غذایی آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- اجزای غذایی، فرمولاسیون و آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی آزمایشی ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) در طول دوره آزمایشی (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک جیره غذایی)

اجزای غذایی	تیمارهای غذایی					
	P35/L7	P40/L7	P45/L7	P35/L14	P40/L14	P45/L14
پودر ماهی[1]	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴
پودر سویا[1]	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
کازئین[1]	۳	۱۲	۲۱	۳	۱۲	۲۱
روغن ماهی	۳	۳	۳	۸	۸	۸
روغن آفتابگردان	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴	۴	۴
آرد گندم[1]	۳۳/۵	۲۵/۵	۱۷/۵	۲۸/۵	۲۰	۱۱/۵
زئولیت	۴	۳	۲	۱/۵	۱	۰/۵
مکمل ویتامین[2]	۲	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل معدنی[3]	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی آزمایشی						
ماده خشک	۹۴/۶۱±۰/۲۱	۹۳/۳۱±۰/۲۸	۹۳/۱۶±۰/۲۹	۹۴/۶۹±۰/۲۲	۹۴/۱۱±۰/۱۵	۹۴/۱۶±۰/۶۶
پروتئین	۳۶/۰۶±۰/۲۹	۳۹/۴۷±۰/۱۹	۴۴/۶۷±۰/۲۳	۳۵/۷۰±۰/۳۲	۴۱/۰۲±۰/۲۷	۴۶/۷۰±۰/۳۶
چربی	۷/۰۴±۰/۲۳	۶/۵۲±۰/۱۷	۷/۳۸±۰/۲۹	۱۴/۲۲±۰/۳۱	۱۴/۴۸±۰/۲۶	۱۴/۳۴±۰/۳۹
خاکستر	۱۶/۵۴±۰/۲۴	۱۶/۹۷±۰/۱۷	۱۶/۱۱±۰/۱۶	۱۶/۰۱±۰/۱۵	۱۶/۸۲±۰/۱۹	۱۶/۲۵±۰/۱۷
کربوهیدارت[4]	۳۴/۹۷±۰/۵۴	۳۰/۳۵±۰/۲۵	۲۵±۰/۳۹	۲۸/۷۶±۰/۵۷	۲۱/۷۹±۰/۵۸	۱۶/۸۷±۰/۲۶
GE[5] (مگاژول بر کیلوگرم)	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۷۴	۱/۸۸	۱/۹۱	۱/۹۵

۱. آنالیز تقریبی اجزای غذایی براساس درصد وزن خشک: پودر ماهی (۶۴/۱۷٪ پروتئین خام و ۳/۸۵٪ چربی خام)؛ پودر سویا (۴۱/۶۵٪ پروتئین خام و ۲/۱۷٪ چربی خام)؛ پودر کازئین (۶۸/۴۳٪ پروتئین خام و ۳/۳۵٪ چربی خام)؛ آرد گندم (۱۱/۳۹٪ پروتئین خام و ۱/۱۹٪ چربی خام).

۲. در هر کیلوگرم مکمل ویتامین: A: 600000 IU، D_3: 400000 IU، E: 40000 mg، K_3: 1000 mg، B_1: 3000 mg، B_2: 5000 mg، B_6: 3000 mg، B_{12}: 8000 mg، C: 52000 mg، نیکوتنیک اسید: 30000 mg، دی-کلسیم پانتوتنیک: 9000 mg، فولیک اسید: 1600 mg، دی بیوتین: 160 mg، اینوزیتول: 24000 mg، آنتی‌اکسیدانت: 5000 mg.

۳. در هر کیلوگرم مکمل ماده معدنی: منگنز: ۲۶۰۰ میلی‌گرم، مس: ۶۰۰۰ میلی‌گرم، آهن: ۴۰۰۰ میلی‌گرم، روی: ۶۰۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم: ۵۰۰ میلی‌گرم، ید: ۲۰۰۰ میلی‌گرم، کبالت: ۵۰۰ میلی‌گرم، کولین کلراید: ۱۲۰۰۰۰ میلی‌گرم.

۴. (رطوبت+خاکستر+چربی+پروتئین)-۱۰۰=کربوهیدرات

۵. انرژی خام یا Gross Energy (مگا ژول برکیلوگرم)، براساس مقادیر ۰/۰۱۷، ۰/۰۳۹۸ و ۰/۰۲۳۷ مگا ژول بر گرم به ترتیب برای کربوهیدرات، چربی و پروتئین محاسبه شده است.

اجزای جیره غذایی ابتدا با کمک دستگاه آسیاب برقی، پودر و پس از توزین به مدت ۴۵ دقیقه به طور کامل با یکدیگر مخلوط و در نهایت با چرخ گوشت به پلت‌های به قطر ۲ میلی متر تبدیل شدند. حبه‌ها یا پلت‌های مرطوب در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت در آون خشک شدند (رطوبت کمتر از ۱۰ درصد وزن جیره غذایی). در پایان جیره‌های آزمایشی تهیه شده در کیسه‌های پلاستیکی تیره و در فریزر و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان مصرف نگهداری شدند.

۳.۲. جمع‌آوری نمونه‌ها و تجزیه بیوشیمیایی لاشه

در ابتدا و پایان دوره آزمایش، ماهیان براساس شاخص‌های وزن تر و طول کل زیست سنجی شدند و اطلاعات ثبت گردید. در ابتدای دوره آزمایش ۵ ماهی و در پایان دوره هم ۵ ماهی از هر تکرار جهت تجزیه ترکیبات بیوشیمیایی لاشه به طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه‌های انتخابی تشریح و امعا و احشا، کبد و چربی درون صفاقی به طور جداگانه جهت محاسبه شاخص کبدی (HSI)، شاخص احشایی (VSI) و درصد چربی درون صفاقی (IPF) وزن گردید. تمامی نمونه‌های لاشه تا زمان انجام تجزیه در فریزر در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد (DFU- 128CE, Operon, Korea) نگهداری شدند.

تمامی تجزیه بیوشیمیایی تقریبی لاشه اولیه و نهایی، اجزای غذایی و جیره‌های غذایی بر طبق روش کار استاندارد AOAC (1997) انجام پذیرفت. جهت محاسبه میزان رطوبت لاشه، نمونه‌ها در آون (UFB400, Memmert, Germany) با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. خاکستر با سوزاندن نمونه‌های لاشه به مدت ۹ ساعت در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد تعیین گردید. پروتئین خام (نیتروژن کل × ۶/۲۵) با استفاده از دستگاه کجلدال (K-438, Buchi, Germany) و چربی خام با روش سوکسله (Soxtec 2050, Foss, Sweden) و با استفاده از حلال کلروفورم و متانول اندازه گیری شد. میزان کربوهیدرات از مجموع اختلاف پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت جیره غذایی از ۱۰۰ محاسبه شد. جهت محاسبه انرژی خام، مقادیر محاسبه شده از طریق آنالیز بیوشیمیایی در انرژی مربوط به هر ماده غذایی ضرب و مجموع آنها به عنوان انرژی خام در نظر گرفته شد. این معادل‌ها برای چربی ۰/۰۳۹۸، پروتئین ۰/۰۲۳۷ و کربوهیدرات ۰/۰۱۷ مگا ژول بر گرم محاسبه شد (Garling and Wilson, 1976; Ai *et al*., 2004; Wang *et al*., 2013). جهت بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره‌های غذایی بر شاخص‌های رشد و تغذیه در جیره غذایی ماهیان جوان صبیتی (*S.hasta*) استفاده گردید.

۴.۲. پردازش داده‌ها و آنالیز آماری

تمامی داده‌ها در نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد (Mean ± S.E) ارائه شده است. داده‌های به دست آمده با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA) جهت ارزیابی اختلاف بین سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره‌های غذایی مورد مقایسه قرار گرفتند و در صورت وجود اختلاف میان سطوح، از پس آزمون توکی (Tukey's HSD) جهت اندازه‌گیری اختلاف میان سطوح ($P<۰/۰۵$) و تعیین تفاوت‌ها در تیمارها استفاده گردید. از آزمون واریانس یک طرفه جهت مقایسه میانگین در بین تیمارها استفاده گردید. بررسی همبستگی بین نتایج و ارتباط میان شاخص‌ها با کمک آزمون همبستگی دو طرفه پیرسون (Two-tailed Pearson bivariate correlation) و معادله رگرسیونی انجام پذیرفت.

۳. نتایج

۱.۳. شاخص‌های رشد

نتایج شاخص‌های رشد ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در جدول ۲ آورده شده است. افزایش وزن و

نرخ رشد ویژه تنها تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره‌های آزمایشی قرار گرفتند (P<۰/۰۵). بیشترین افزایش وزن در سطح ۴۰ درصد پروتئین مشاهده گردید اما میان سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین جیره غذایی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اگرچه سطوح مختلف چربی تاثیر معنی‌داری بر روی افزایش وزن تیمارهای آزمایشی نداشت (P>۰/۰۵) به گونه‌ای که سطح ۳۵ درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری با دو سطح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین نشان داد اگرچه میان سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین جیره غذایی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. سطوح مختلف چربی تاثیر معنی‌داری بر روی افزایش وزن تیمارهای آزمایشی نداشت (P>۰/۰۵) اما به طور مقایسه ای با افزایش سطوح چربی، افزایش وزن در تیمارها مشاهده گردید. سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر ضریب چاقی و درصد چربی درون صفاقی نداشتند (P>۰/۰۵) اما اثر متقابل پروتئین و چربی جیره غذایی بر ضریب چاقی، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) و تنها در سطح ۴۰ درصد پروتئین با افزایش سطوح چربی، ضریب چاقی کاهش یافت. شاخص کبدی به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی قرار داشت، به گونه‌ای که با افزایش سطح پروتئین در جیره غذایی، شاخص کبدی کاهش یافت و کمترین شاخص کبدی در سطح ۴۵ درصد پروتئین مشاهده گردید هر چند بین سطح ۴۵ و ۴۰ درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اثر متقابل پروتئین و چربی جیره غذایی بر شاخص کبدی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) اما با افزایش سطوح چربی در جیره غذایی، شاخص کبدی و احشایی افزایش معنی‌داری را نشان دادند (P<۰/۰۵) و یک ارتباط مستقیمی هم میان شاخص کبدی و احشایی وجود داشت (Sig=۰/۰۵، R^2=۰/۶۴۵، y=۰/۶۰۵x-۱/۰۱۴).

۲.۳. شاخص‌های تغذیه

با افزایش سطوح پروتئین و چربی در جیره غذایی، ضریب تبدیل غذایی به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). به گونه‌ای که دو سطح ۴۰ و ۴۵ درصد تفاوت معنی‌داری با سطح ۳۵ درصد پروتئین داشتند. بر طبق آزمون واریانس دو طرفه، ضریب بازده پروتئینی در سطح ۴۰ درصد پروتئین، اختلاف معنی‌داری با سطح ۳۵ درصد پروتئین جیره غذایی نشان داد و با افزایش سطوح چربی در جیره غذایی، ضریب بازده پروتئینی به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). اثر متقابل سطوح پروتئین و چربی جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر میزان ضریب تبدیل غذایی و ضریب بازده پروتئینی نداشت (P>۰/۰۵). شاخص های غذای دریافتی و غذای دریافتی روزانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف جیره‌های غذایی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). پروتئین دریافتی روزانه و پروتئین رسوبی روزانه اختلاف معنی‌داری را در سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی نشان دادند و با افزایش سطوح پروتئین جیره غذایی، این دو شاخص افزایش یافتند (P<۰/۰۵). همچنین پروتئین رسوبی روزانه و ابقای پروتئین به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح چربی جیره غذایی قرار گرفتند و با افزایش سطوح چربی، کاهش یافتند (P<۰/۰۵). بازده حفظ نیتروژن تفاوت معنی‌داری را در سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی نشان داد (P<۰/۰۵)، به گونه ای که سطح ۳۵ درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری با سطح ۴۰ درصد دارد، اما سطح ۴۵ درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری را با دو سطح دیگر نشان نداد (۴۰>۴۵>۳۵). همچنین رابطه همبستگی مثبت معنی‌داری میان ضریب بازده پروتئینی و بازده حفظ نیتروژن مشاهده گردید (Sig=۰/۰۰، R^2=۰/۸۵۹، y=۰/۰۱۶x-۰/۰۲۱). سطوح مختلف چربی جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر درصد ابقای انرژی و بازده حفظ انرژی داشتند و با افزایش سطوح چربی، افزایش یافتند (P<۰/۰۵). رابطه همبستگی معنی دار مثبتی میان شاخص ابقای انرژی و چربی جیره غذایی وجود داشت (R^2=۰/۶۸۵، Sig =۰/۰۰

y= ۰/۱۳۶x+۰/۵۸۰). بازده حفظ انرژی اختلاف معنی‌داری را نیز در سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی نشان داد (P<۰/۰۵)، به گونه ای که سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد تفاوت معنی‌داری با سطح ۳۵ درصد نشان دادند.

نتایج شاخص های تغذیه ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۲- میانگین (میانگین ± انحراف معیار) شاخص‌های رشد ماهیان جوان صبیتی *(S. hasta)* تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در طول دوره آزمایشی (n=3)

تیمارهای غذایی	وزن اولیه بدن (گرم)	وزن نهایی بدن (گرم)	افزایش وزن (گرم)	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	ضریب چاقی (درصد)	شاخص کبدی (درصد)	شاخص احشایی (درصد)	چربی درون صفاقی (درصد)
(P_{35}/L_7)	۳۹/۹۸±۰/۱۹	۵۲/۴۳±۰/۶۰^{ab}	۱۲/۴۴±۰/۵۶^{a}	۰/۴۸±۰/۰۱^{a}	۱/۷۶±۰/۰۳	۱/۵۷±۰/۰۸^{ab}	۴/۰۵±۰/۲۲	۱/۰۴±۰/۱۷
(P_{40}/L_7)	۳۴/۱۵±۰/۷۰	۴۹/۴۴±۱/۳۰^{a}	۱۵/۲۹±۰/۹۸^{ab}	۰/۶۵±۰/۰۳^{c}	۱/۸۰±۰/۰۲	۱/۲۷±۰/۰۷^{a}	۳/۷۴±۰/۱۵	۰/۹۵±۰/۱۹
(P_{45}/L_7)	۳۶/۳۵±۰/۶۳	۵۱/۸۷±۱/۱۱^{ab}	۱۵/۵۱±۰/۸۷^{ab}	۰/۶۳±۰/۰۳^{bc}	۱/۷۲±۰/۰۲	۱/۲۶±۰/۰۵^{a}	۳/۸۶±۰/۱۷	۰/۵۹±۰/۱۳
($P35/L_{14}$)	۳۸/۸۱±۰/۸۹	۵۱/۸۹±۰/۹۴^{ab}	۱۳/۰۸±۰/۶۸^{a}	۰/۵۲±۰/۰۲^{ab}	۱/۸۰±۰/۰۲	۱/۷۴±۰/۱^{b}	۴/۳۵±۰/۲۹	۰/۷۸±۰/۱۳
(P_{40}/L_{14})	۳۶/۸۷±۰/۴۷	۵۳/۸۳±۰/۹۹^{b}	۱۶/۹۶±۰/۹۳^{b}	۰/۶۷±۰/۰۳^{c}	۱/۷۳±۰/۰۲	۱/۴۵±۰/۰۸^{ab}	۴/۲۷±۰/۱۸	۰/۸۰±۰/۱۴
(P_{45}/L_{14})	۳۵/۴۵±۰/۳۹	۵۲/۱۹±۰/۷۰^{ab}	۱۶/۷۴±۰/۵۳^{b}	۰/۶۸±۰/۰۱^{c}	۱/۷۹±۰/۰۲	۱/۴۵±۰/۰۷^{ab}	۴/۲۲±۰/۱۹	۰/۸۰±۰/۱۵
آزمون واریانس دو طرفه[1]								
P	–	ns	۰/۰۰	۰/۰۰	ns	۰/۰۰	ns	ns
L	–	ns	ns	ns	ns	۰/۰۰	۰/۰۱	ns
P×L	–	۰/۰۴	ns	ns	۰/۰۳	ns	ns	ns

-حروف متفاوت در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

۱. P: سطح پروتئین، L: سطح چربی، P×L: اثر متقابل پروتئین و چربی جیره غذایی. علامت ns: not significant (p>۰/۰۵) و بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳- میانگین (میانگین ± انحراف معیار) شاخص‌های تغذیه ماهیان جوان صبیتی *(S. hasta)* تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در طول دوره آزمایشی (n=3)

پارامترهای تغذیه	تیمارهای غذایی						آزمون واریانس دو طرفه[1]		
	(P_{35}/L_7)	(P_{40}/L_7)	(P_{45}/L_7)	(P_{35}/L_{14})	(P_{40}/L_{14})	(P_{45}/L_{14})	P	L	P×L
ضریب تبدیل غذایی	۳/۸۰±۰/۲۵^{b}	۲/۸۴±۰/۲۳^{ab}	۲/۸۰±۰/۱۷^{ab}	۳/۳۰±۰/۳^{ab}	۲/۴۳±۰/۱۶^{a}	۲/۳۳±۰/۰۴^{a}	۰/۰۰	۰/۰۲	ns
ضریب بازده پروتئینی	۰/۷۳±۰/۰۵^{a}	۰/۹±۰/۰۷^{ab}	۰/۸±۰/۰۴^{ab}	۰/۸۶±۰/۰۷^{ab}	۱/۰۱±۰/۰۶^{b}	۰/۹۲±۰/۰۱^{ab}	۰/۰۴	۰/۰۲	ns
غذای دریافتی (گرم)	۴۷/۸۸±۴/۵۱	۴۴/۰۴±۵/۳۶	۴۳/۲۵±۱/۳۲	۴۲/۷۳±۴/۲۱	۴۰/۶۴±۲/۱۰	۳۹/۰۵±۱/۱۰	ns	ns	ns
غذای دریافتی روزانه (٪)	۰/۴۵±۰/۰۴	۰/۴۶±۰/۰۲	۰/۴۴±۰/۰۱	۰/۴۲±۰/۰۵	۰/۴±۰/۰۳	۰/۳۹±۰/۰۰۸	ns	ns	ns
پروتئین دریافتی روزانه (٪)	۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۱۸±۰/۰۰۸	۰/۲۰±۰/۰۰۵	۰/۱۵±۰/۰۲	۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۱۸±۰/۰۰۵	۰/۰۵	ns	ns
درصد ابقای پروتئین	۲/۲۵±۰/۶۷	۲/۲۲±۰/۱۷	۱/۹۷±۰/۱۷	۲/۰۵±۰/۶۰	۰/۹۶±۰/۰۷	۰/۹۳±۰/۰۳	ns	۰/۰۴	ns
درصد ابقای انرژی	۱/۷۴±۰/۰۹^{ab}	۱/۲۷±۰/۲۴^{a}	۱/۵۷±۰/۱۹^{ab}	۲/۵۵±۰/۴۰^{b}	۲/۵۰±۰/۱۰^{b}	۲/۵۰±۰/۱۴^{b}	ns	۰/۰۰	ns
پروتئین رسوبی روزانه (٪)	۳/۷۶±۰/۴۵^{b}	۶/۵۰±۰/۲۸^{c}	۶/۵۴±۰/۱۹^{c}	۲/۸۲±۰/۰۸^{ab}	۲/۳۶±۰/۱۸^{a}	۳/۱۴±۰/۰۹^{ab}	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
بازده حفظ نیتروژن	۴۸/۵۷±۳/۸	۶۲/۱۱±۵/۰۴	۵۵/۵۴±۲/۵۶	۵۴/۶۲±۴/۶۲	۶۱/۸۶±۳/۷۲	۵۷/۳۲±۰/۸۰	۰/۰۴	ns	ns
بازده حفظ انرژی	۳۹/۰۶±۲/۰۸^{a}	۵۱/۳۲±۳/۳۱^{ab}	۵۲/۳۵±۳/۴۱^{ab}	۴۵/۹۰±۵/۱۸^{ab}	۵۸/۰۱±۳/۷۰^{b}	۶۰/۹۷±۱/۴۸^{b}	۰/۰۰	۰/۰۲	ns

-حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی می‌باشد (p<۰/۰۵).

۱. P : سطح پروتئین، L: سطح چربی، P×L: اثر متقابل پروتئین و چربی جیره غذایی. علامت ns: not significant (p>۰/۰۵) و بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

۳.۳. تجزیه بیوشیمیایی لاشه

نتایج تجزیه بیوشیمیایی لاشه اولیه و نهایی ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در جدول ۴ آورده شده است. سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر میزان رطوبت، ماده خشک و خاکستر لاشه ماهیان تاثیر معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). با افزایش سطوح پروتئین جیره غذایی، پروتئین خام لاشه افزایش یافت. به گونه‌ای که سطح ۳۵ درصد پروتئین جیره تفاوت معنی‌داری با دو سطح دیگر داشت (P<۰/۰۵). با افزایش سطوح چربی در جیره غذایی، کاهش پروتئین خام لاشه مشاهده گردید (P<۰/۰۵). چربی خام لاشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف چربی جیره غذایی قرار گرفت و رابطه همبستگی مثبتی میان چربی جیره غذایی و محتوای چربی خام لاشه مشاهده گردید (Sig=۰/۰۰، R^2=۰/۷۹۷، y= ۱/۷۱۱x-۲۶/۹۲۸) به گونه‌ای که با افزایش سطوح چربی جیره، محتوای چربی لاشه نیز افزایش یافت (P<۰/۰۵). همبستگی منفی معنی‌داری نیز میان محتوای پروتئین و چربی لاشه مشاهده گردید (y= -۰/۳۵۰x+۶۶/۹۹۱، R^2=۰/۴۸۱، Sig=۰/۰۰).

جدول ۴- میانگین (میانگین ± انحراف معیار) ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهیان صبیتی جوان *(S. hasta)* تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی در طول دوره آزمایشی (n=3)

تیمارهای غذایی	ماده خشک (درصد)	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)
(P_{35}/L_7)	۳۱/۷۶±۰/۵۸^{b}	۶۸/۲۳±۰/۵۸^{a}	۵۹/۰۶±۰/۲۵^{cd}	۲۰/۳۶±۰/۸۵^{a}	۱۸/۵۷±۰/۳۸^{a}
(P_{40}/L_7)	۳۱/۷۰±۰/۳۲^{b}	۶۸/۲۹±۰/۳۲^{a}	۶۰/۵۹±۰/۱۵^{d}	۱۹/۸۶±۰/۰۱^{a}	۱۸/۰۵±۰/۹۶^{a}
(P_{45}/L_7)	۳۱/۶۲±۰/۳۶^{b}	۶۸/۳۷±۰/۳۶^{a}	۶۰/۶۱±۰/۱۰^{d}	۲۰/۵۵±۰/۵۰^{ab}	۱۷/۸۸±۰/۴۸^{a}
($P35/L_{14}$)	۳۱/۷۶±۰/۴۴^{b}	۶۸/۲۳±۰/۴۴^{a}	۵۸/۵۳±۰/۰۴^{bc}	۲۳/۲۶±۰/۷۵^{bc}	۱۸/۰۶±۰/۲۱^{a}
(P_{40}/L_{14})	۳۱/۸۸±۰/۳۸^{b}	۶۸/۱۱±۰/۳۸^{a}	۵۸/۲۷ ±۰/۱۰^{b}	۲۳/۴۴±۰/۳۲^{c}	۱۷/۹۲±۰/۲۱^{a}
(P_{45}/L_{14})	۳۱/۵۱±۰/۰۹^{b}	۶۸/۴۹±۰/۰۹^{a}	۵۸/۷۱±۰/۰۵^{bc}	۲۴/۳۲±۰/۵۱^{c}	۱۷/۲۰±۰/۲۶^{a}
نمونه اولیه	۲۷/۵۸±۰/۸۱^{a}	۷۲/۴۱±۰/۸۱^{b}	۵۶/۹۵±۰/۰۸^{a}	۱۹/۰۹±۰/۰۷^{a}	۲۱/۲۵±۰/۲۶^{b}
آزمون واریانس دو طرفه[1]					
P	ns	ns	۰/۰۰	ns	ns
L	ns	ns	۰/۰۰	۰/۰۰	ns
P×L	ns	ns	۰/۰۰	ns	ns

-حروف متفاوت در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

۱. P: سطح پروتئین، L: سطح چربی، P×L: اثر متقابل پروتئین و چربی جیره غذایی. علامت ns: not significant (p>۰/۰۵) و بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

۴. بحث و نتیجه گیری

در ماهیان گوشتخوار، با افزایش سطوح پروتئین و چربی در جیره غذایی رشد ماهیان نیز افزایش می یابد، ولی قیمت غذا نیز افزایش خواهد داشت (NRC, 1993; Arredondo-Figueroa *et al*., 2012). از سوی دیگر، اگر افزایش میزان پروتئین در جیره غذایی منجر به افزایش تولید نشود کاری عاقلانه انجام نشده است (Azevedo *et a*l., 2002, Craig *et al*., 2006). بنابراین، در این ماهیان می توان از چربی جیره غذایی به عنوان منبع انرژی جهت کاهش مصرف پروتئین و هزینه تولید استفاده نمود (Lee *et al*., 2002; Kim *et a*l., 2004; Monentcham *et al*., 2010). لذا، رسیدن به یک جیره متعادل و مناسب از نظر نسبت بین پروتئین و چربی دارای اهمیت زیادی در جیره نویسی آبزیان است (Garling and Wilson, 1976; Ng *et al*., 2008;

(Zakeri *et al*., 2009).

میانگین افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) با افزایش سطوح پروتئین در جیره غذایی، به طور معنی‌داری افزایش یافتند. کمترین افزایش وزن در سطح ۳۵ درصد پروتئین مشاهده گردید، که می تواند به دلیل ناکافی بودن سطح ۳۵ درصد پروتئین برای رشد این گونه باشد. همچنین سطح ۳۵ درصد اختلاف معنی‌داری را با سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین نشان داد. اگر چه میان سطح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین جیره غذایی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما بنظر می رسد زمانی که میزان پروتئین جیره غذایی ماهی از سطح ۴۰ به ۴۵ درصد افزایش یافته است، پروتئین جیره غذایی جهت متابولیسم اسید آمینه های جذب شده اضافی مصرف شده و انرژی لازم جهت رشد، ثابت باقی می ماند و در نتیجه افزایش وزن معنی‌داری مشاهده نگردید (Jauncey, 1982; Alvarez-Gonzalez *et al*., 2001). دو سطح چربی تاثیر معنی‌داری را در رشد ماهی نشان نداد. اما در جیره های حاوی ۷ درصد چربی، افزایش وزن کمتری نسبت به سطوح ۱۴ درصد چربی در تیمارها مشاهده گردید. میزان نرخ رشد ویژه در این مطالعه بین ۰/۴۸ -۰/۶۸ بود، زیرا ماهیان جوان و بالغ معمولا سرعت رشد کمتری را نسبت به ماهیان انگشت قد و لاروی نشان می دهند (Santinha *et al*., 1999; Cho *et al*., 2005; Alam *et al*., 2009). Deng و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که با افزایش چربی جیره غذایی از ۱۰ به ۱۴ درصد، هیچ افزایش وزنی در ماهی *Polydactylus sexfilis* دیده نمی یابد. آنان بیان کردند که چربی ۱۰ درصد، نیازهای چربی و اسید چرب را برای این گونه فراهم می کند و افزایش چربی تا حدی می تواند بر افزایش رشد تاثیر داشته باشد، جهت اثبات اثر صرفه جویی پروتئین توسط چربی بایستی در شرایط مختلف (دمای آب، سن گونه، جنس، تراکم ذخیره سازی، نوع گونه و روش های غذادهی)، آزمایش را دنبال کرد. تنظیم سطح انرژی و کیفیت منابع پروتئینی در جیره های غذایی نیز نقش مهمی را خواهد داشت (Alvarez-Gonzalez *et al*., 2001; Webster and Lim, 2002; Ebrahimi *et al*., 2013).

سلول‌های کبدی حساسیت بالایی نسبت به سطوح چربی جیره غذایی دارند و هرگونه تغییرات در شکل، ساختار و بافت کبدی به رژیم غذایی و میزان چربی و انرژی در غذای آبزی بستگی دارد (Fynn-Aikin *et al*., 1993; Craig *et al*., 1999; Santinha *et al*., 1999; Hemre *et al*., 2000; Zabayeh Najafabadi *et al*., 2018). در این تحقیق نیز با افزایش سطح چربی در جیره غذایی، شاخص کبدی و احشایی به طور معنی‌داری افزایش یافت. این موضوع نشان می دهد که با افزایش چربی درجیره غذایی، بخشی از چربی در کبد و احشا ذخیره شده است، زیرا کبد مکان بسیار مهمی برای ذخیره چربی در ماهیان آب شور محسوب می‌شود (Santinha *et al*., 1999; Torfi Mozanzadeh *et al*., 2017b; Zabayeh Najafabadi *et al*., 2018). در جیره‌های حاوی سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی در مقایسه با جیره غذایی دارای سطح ۳۵ درصد پروتیین، شاخص‌های کبدی و احشایی کاهش یافتند که نشان دهنده شرایط مطلوب تغذیه‌ای در تیمارهای با سطوح ۱۴ درصد چربی در این ماهی است (Lee *et al*., 2002). بالاترین شاخص کبدی در سطوح ۳۵ درصد پروتئین جیره غذایی ثبت شد و با افزایش سطح پروتئین در جیره غذایی، شاخص کبدی به طور معنی‌داری کاهش یافت، هر چند بین سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. این نتایج همسو با نتایج Sa و همکاران (۲۰۰۶) است که گزارش کردند که با افزایش پروتئین در جیره غذایی *Diplodus sargus* جوان، شاخص کبدی کاهش می‌یابد. در مجموع می‌توان گفت، سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین جیره غذایی تاثیر مثبتی بر شاخص کبدی ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) دارد.

ضریب تبدیل غذایی شاخص معتبری برای پرورش دهندگان جهت دستیابی به یک تغذیه مطلوب و با کمترین هزینه است (Alvarez-Gonzalez *et al*., 2001). در این مطالعه با افزایش سطوح چربی و پروتئین جیره، سطح انرژی جیره‌های غذایی افزایش و ضریب تبدیل غذایی به طور معنی‌داری کاهش یافت. زمانی که ماهی به

روش سیری تغذیه می‌شود تنظیم غذای دریافتی به صورت اختیاری بوده تا به بالاترین رشد برسد (Santinha *et al*., 1999). از سوی دیگر غذای دریافتی توسط آبزی نیز بستگی به کالری اجزا و جیره غذایی دارد (De la Higuera, 2001; Webster and lim, 2002; Ebrahimi *et al*., 2013). در این مطالعه نیز با افزایش سطوح چربی جیره غذایی میزان دریافت غذا توسط ماهیان کاهش معنی‌داری نشان نداد و در واقع، اثر سودمندی در مصرف غذا توسط این گونه داشته است. به گونه‌ای که در سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین، با افزایش چربی جیره هیچ گونه کاهش وزنی مشاهده نگردید و جیره‌های غذایی به خوبی توسط این گونه پذیرفته شدند. این نتایج مشابه نتایجی است که روی ماهی *Epinephelus malabaricus* (Tuan and Williams, 2007) و *Gadus morhua* (Grisdale-Helland *et al*., 2008) صورت پذیرفت. Lupatsch و همکاران (۲۰۰۱) و Hossain و همکاران (۲۰۱۱) نیز عنوان کردند که در گونه‌های *Sparus aurata* و *Pampus argenteus* با افزایش سطوح چربی و پروتئین جیره غذایی، کاهش دریافت غذا و رشد مشاهده گردید. زیرا وابستگی بیشتری به میزان پروتئین جیره نسبت به چربی داشتند و به علت عدم تعادل میان پروتئین و چربی جیره غذایی، میزان رشد کاهش یافت. ضریب بازده پروتئینی شاخصی است که نشان می دهد منابع پروتئین موجود در جیره غذایی تا چه حد توانایی تامین نیاز پروتئینی آبزی را دارد و نشان دهنده چگونگی تعادل میان انرژی و پروتئین است (Lovell, 1998; Sahraeian *et al*., 2011). در این مطالعه ضریب بازده پروتئینی و بازده حفظ نیتروژن از سطح ۳۵ درصد تا ۴۰ درصد پروتئین افزایش و سپس در سطح ۴۵ درصد کاهش یافتند، این کاهش در سطح ۴۵ درصد پروتئین را می‌توان به ورود حجم بالای پروتئین در جیره ۴۵ درصد برای این گونه نسبت داد که موجب مصرف مقدار بیشتر انرژی برای تجزیه کردن پروتئین و حذف اسیدآمینه‌های اضافی شده است (Vergara *et al*., 1996; Skalli *et al*., 2004). با افزایش سطوح چربی در جیره غذایی، ضریب بازده پروتئینی نیز افزایش یافت. Lee و همکاران (۲۰۰۲)، Alam و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند با افزایش در سطوح چربی جیره غذایی، استفاده مناسبی از پروتئین جیره غذایی جهت رشد *Sebastes schlegeli* و *C. striata* شده است.

با افزایش سطوح پروتئین در جیره غذایی، درصد پروتئین دریافتی روزانه افزایش یافت. درصد هضم و جذب پروتئین روزانه با افزایش سطوح چربی جیره غذایی، به طور معنی‌داری کاهش یافتند. جذب پروتئین با توجه به میزان غذا و پروتئین دریافتی، اندازه ماهی، نوع گونه و در بافت‌های مختلف بدن تغییر می‌کند (Halver and Hardy, 2002). در ماهیان با نرخ رشد کم، میزان جذب پروتئین کمتر از ماهیان با رشد سریع است. بسیاری از گونه‌های پرورشی، زمان زیادی جهت جذب پروتئین در بدن نیاز دارند (Carter *et al*., 1998). با توجه به نرخ رشد کم در این آزمایش، به نظر می رسد این ماهی برای هضم و جذب پروتیین به زمان زیادی نیاز دارد و با افزایش طول دوره پرورش، با بکار گیری سطوح بیشتری ازچربی بتوان نتایج مشخص‌تری را به دست آورد.

درصد ابقای انرژی و بازده حفظ انرژی به طور معنی‌داری با افزایش سطوح چربی جیره، افزایش یافتند. واضح است که با افزایش چربی جیره غذایی، میزان چربی در بدن نیز افزایش و در نتیجه ابقای انرژی هم افزایش می‌یابد و می‌توان گفت، این گونه توانایی ابقای انرژی را در سطوح بالاتر چربی را دارا است. بازده حفظ انرژی نیز به طور معنی‌داری در سطوح ثابت چربی با افزایش سطوح پروتئین در جیره غذایی، افزایش یافت. همسو با این نتایج Wang و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که با افزایش سطوح انرژی در سطوح ثابت پروتئین جیره غذایی *Nibea miichthioides*، بازده حفظ انرژی نیز افزایش می‌یابد. آنان بیان کردند که می‌توان با بالا بردن سطح منابع انرژی غیرپروتئینی، در پروتئین جیره غذایی این گونه صرفه جویی کرد. در این مطالعه سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر میزان رطوبت و خاکستر لاشه تاثیر معنی‌داری نداشتند. این نتیجه در گونه‌های دیگری نظیر *Paralabrax maculatofasciatus* (Alvarez-Gonzalez *et al*., 2001)، *D. sargus* (Sa *et al*., 2006) و

P. argenteus (Hossain *et al*., 2011) نیز مشاهده گردید. در این مطالعه چربی لاشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر چربی جیره غذایی قرار داشت و با افزایش سطوح چربی جیره غذایی، افزایش یافت به گونه‌ای که همبستگی مثبت معنی‌داری میان چربی جیره غذایی و محتوای چربی خام لاشه مشاهده گردید (Sig=۰/۰۰، R^2=۰/۷۹۷، y= ۱/۷۱۱x-۲۶/۹۲۸). میزان چربی لاشه تحت تاثیر جیره غذایی و سن ماهی تغییر می‌کند. بنابراین افزایش رشد و وزن ماهی سبب افزایش چربی در لاشه می‌گردد (Abbas *et al*., 2011). بنابراین در جیره‌های با چربی بالا، به طور معنی‌داری جذب چربی در لاشه‌ی این گونه افزایش داشت (Peres and Oliva-Teles, 1999; Alam *et al*., 2003; Alam *et al*., 2009). با افزایش سطوح پروتئین جیره غذایی، محتوای پروتئین خام لاشه افزایش یافت. اما با افزایش سطوح چربی جیره غذایی در سطوح ثابت پروتئین جیره غذایی، پروتئین خام لاشه کاهش یافت و در واقع یک همبستگی منفی میان محتوای پروتئین و چربی لاشه مشاهده گردید. Skalli و همکاران (۲۰۰۴) و Abbas و همکاران (۲۰۱۱) علت را عمل جایگزینی میان پروتئین لاشه و چربی لاشه در سطوح بالاتر چربی عنوان کردند که کاهش هضم و جذب پروتئین روزانه را نیز سبب می‌شود. همچنین براساس نظرات Alvarez-Gonzalez و همکاران (۲۰۰۱) و Sa و همکاران (۲۰۰۶) می‌توان علت عدم تفاوت معنی‌دار میان ترکیب بیوشیمیایی لاشه را دوره کوتاه آزمایشی دانست. از سوی دیگر در سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین جیره غذایی در دو سطح چربی جیره غذایی، اختلاف معنی‌داری را در محتوای پروتئین خام لاشه نشان ندادند که می‌تواند بیانگر مناسب بودن این سطوح برای ماهیان جوان صبیتی باشد. زیرا با افزایش سطح پروتئین جیره غذایی از ۴۰ به ۴۵ درصد، تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین لاشه مشاهده نگردید. در مجموع، وجود اختلاف در نتایج ترکیبات بیوشیمیایی لاشه در این مطالعه با سایر مطالعات مشابه، می‌تواند به علت تفاوت در روش‌های آزمایش، نوع اجزای غذایی، عوامل موثر در پاسخ ماهی به دریافت غذا و خلوص مواد مغذی خورده شده باشد (Tuan and Williams, 2007). توانایی ماهیان جهت مصرف چربی جیره غذایی به عنوان انرژی در میان گونه‌ها، متغیر است. بنابراین سطح مطلوب چربی در جیره غذایی می‌تواند مانع از افزایش بار نیتروژنی محیط و کاهش کیفیت محصول شود (Alam *et al*., 2009). در نهایت با توجه به نتایج مربوط به تجزیه بیوشیمیایی لاشه در ماهیان صبیتی (*S. hasta*) در این تحقیق، با افزایش چربی در سطوح ثابت پروتئین، میزان چربی لاشه افزایش و پروتئین لاشه کاهش یافت. اما در سطوح ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین، با افزایش چربی جیره غذایی هیچ گونه کاهش وزنی مشاهده نگردید و جیره‌های غذایی به خوبی توسط این گونه پذیرفته شدند. توانایی ماهیان جهت مصرف چربی جیره غذایی به عنوان انرژی در میان گونه‌ها متغیر است. در این مطالعه اثرات سطوح مختلف پروتئین و چربی جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی لاشه در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) بررسی شد. در مجموع نتایج مربوط به رشد، ضریب تبدیل غذایی، ضریب بازده پروتئینی و بازده حفظ نیتروژن نشان داد که پروتئین جیره می‌تواند با افزایش چربی در جیره غذایی کاهش یابد. نشان داده شدکه این گونه توانایی مصرف چربی در جیره غذایی را به عنوان منبع انرژی تا سطح ۱۴ درصد دارا ست. بنابراین کاهش سطح پروتئین جیره غذایی تا ۴۰ درصد، با افزایش چربی تا سطح ۱۴ درصد در جیره غذایی ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) پیشنهاد می‌گردد. این یافته ها می تواند به تنظیم جیره غذایی با کارایی مناسب تر در پرورش این گونه کمک کند.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از همکاری صمیمانه مسئولین ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی در بندر امام خمینی (ره) و کارشناسان محترم دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر که ما را در انجام این پروژه یاری نمودند، تشکر می‌شود.

References

Abbas, G., Siddiqui, P. J., Jamil, K., 2011. The Optimal Protein Requirements of Juvenile Mangrove Red Snapper, *Lutjanus argentimaculatus* Fed Isoenergetic Diets. *Pakistan Journal Zoology* 44, 469-480.

Abu-Rezq, T., Al-Abdul-Elah, K., El-Dakour, S., Al-Marzouk, A. 2013. Hybridization and Larval Rearing of *Sparidentex hasta* × *Acanthopagrus latus* and their Reciprocals. *Open Marine Biology Journal* 7, 1-7.

Ahmad, M. H., 2008**.** Response of African catfish, *Clarias gariepinus*, to different dietary protein and lipid levels in practical diets. *Journal of the World Aquaculture Society* 39, 541-548.

Ai, Q., Mai, K., Li, H., Zhang, C., Zhang, L., Duan, Q., Tan, B., Xu, W., Ma, H., Zhang, W., 2004. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture* 230, 507-516.

Alam, M. S., Teshima, S., Koshio, S., Uyan, O., Ishikawa, M., 2003. Efects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus* fed intact or crystalline amino acid diets. *Journal of Applied Aquaculture* 14, 115-132.

Alam, M. S., Watanabe, W. O., Carroll, P. M., Rezek, T., 2009. Effects of dietary protein and lipid levels on growth performance and body composition of black sea bass *Centropristis striata* (Linnaeus 1758) during grow- out in a pilot- scale marine recirculating system. *Aquaculture research* 40, 442-449.

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

Alvarez-Gonzalez, C. A., Civera-Cerecedo, R., Ortiz-Galindo, J. L., Dumas, S., Moreno-Legorreta, M., Grayeb-Del Alamo, T., 2001. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. *Aquaculture* 194, 151-159.

AOAC., 1997. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists,16th ed. AOAC, Arlington, VA, 1298p.

Arredondo-Figueroa, J., Matsumoto-Soule, J., Ponce-Palafox, J., Shirai-Matsumoto, K., Gomez-Marquez, J. 2012. Effects of Protein and Lipids on Growth Performance, Feed Efficiency and Survival Rate in Fingerlings of Bay Snook (*Petenia splendida*). *International Journal of Animal and Veterinary Advances* 4(3), 204-213.

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

Bromley, P. 1980. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus L.*). *Aquaculture* 19, 359-369.

Carter, C., Houlihan, D., Owen, S., 1998. Protein synthesis, nitrogen excretion and long- term growth of juvenile *Pleuronectes flesus*. *Journal of fish biology* 53, 272-284.

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

Chatzifotis, S., Panagiotidou, M., Papaioannou, N., Pavlidis, M., Nengas, I., 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, S. H., Kim, H. S., Myung, H. S., Jung, W-G., Choi, J., Lee, S-M., 2014**.** Optimum dietary protein and lipid levels for juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*, Hilgendorf 1880). *Aquaculture Research* 45, 2954-2961.

Cho, C., Kaushik, S. 1990. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World review of nutrition and dietetics* 61, 132-172.

Cho, S., Lee, S., Lee, J., 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus L*) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquaculture Nutrition* 11, 235-240.

Craig, S., Washburn, B., Gatlin Iii, D. 1999. Effects of dietary lipids on body composition and liver function in juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Fish Physiology and Biochemistry* 21, 249-255.

Craig, S. R., Schwarz, M. H., McLean, E. 2006. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. *Aquaculture* 261, 384-391.

De la Higuera, M., 2001. Effects of nutritional factors and feed characteristics on feed intake. In: Houlihan, D., Boujard, T., Jobling, M. (eds.), Food Intake in Fish. Blackwell, London, pp. 250-268.

Deng, D.-F., Ju, Z. Y., Dominy, W., Murashige, R., Wilson, R. P., 2011. Optimal dietary protein levels for juvenile Pacific threadfin *(Polydactylus sexfilis*) fed diets with two levels of lipid. *Aquaculture* 316, 25-30.

Ebrahimi, G., Ouraji, H., Firouzbakhsh, F., Makhdomi, C., 2013. Effect of dietary lipid and protein levels with different protein to energy ratios on growth performance, feed utilization and body composition of *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii, 1901) fingerlings. *Aquaculture research* 44, 1447-1458.

El-Sayed, A. F. 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, 179-184.

Espinos, F., Tomas, A., Perez, L., Balasch, S., Jover, M., 2003. Growth of dentex fingerlings (*Dentex dentex*) fed diets containing different levels of protein and lipid. *Aquaculture* 218, 479-490.

Fynn-Aikins, K., Hung, S. S., Hughes, S. G., 1993. Effects of feeding a high level of D-glucose on liver function in juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Fish Physiology and Biochemistry* 12, 317-325.

Garling, J. r., Wilson, R. P. 1976. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. *The Journal of nutrition* 106, 1368-1375.

Grisdale-Helland, B., Shearer, K. D., Gatlin III, D. M., Helland, S. J., 2008. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, protein digestibility, feed utilization and body composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 283, 156-162.

Halver, J. E., Hardy, R. W., 2002. Nutrient flow and retention. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish nutrition. 3rd Edn. Academic Press, USA, pp.755-770.

Hemre, G.I., Shiau, S.Y., Deng, D.F., Storebakken, T., Hung, S., 2000. Utilization of hydrolysed potato starch by juvenile Atlantic salmon *Salmo salar L*., when using a restricted feeding regime. *Aquaculture research* 31, 207-212.

Hillestad, M., Johnsen, F. 1994. High-energy/low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. *Aquaculture* 124, 109–116.

Hossain, M. A., Almatar, S. M., James, C. M., 2011. Effect of varying dietary lipid levels and protein to energy (P:E) ratios on growth performance, feed utilization and body composition of sub-adult silver pomfrets, *Pampus argenteus* (Euphrasen, 1788). *Pakistan Journal of Nutrition* 10, 415-423.

Hussain, N., Akatsu, S., Al-Zahr, C., 1981. Spawning, egg and early larval development, and growth of *Acanthopagrus cuvieri* (Sparidae). *Aquaculture* 22,181-194.

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.

Kim, K. W., Wang, X., Choi, S. M., Park, G. J., Bai, S. C., 2004. Evaluation of optimum dietary protein- to- energy ratio in juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). *Aquaculture research* 35, 250-255.

Kim, L. O., Lee, S. M., 2005. Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. *Aquaculture* 243, 323-329.

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

Li, Y., Bordinhon, A. M., Davis, D. A., Zhang, W., Zhu, X., 2013. Protein: energy ratio in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture International* 21, 1109-1119.

Lovell, R.T. 1998. Nutrition and Feeding of Fish. Kluwer Academic Publishing, Boston, USA, 267p.

Luo, Z., Liu, Y., Mai, K., Tian, L., Liu, D., Tan, X. 2004. Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. *Aquaculture Nutrition* 10, 247-252.

Luo, Z., Liu, Y. J., Mai, K. S., Tian, L. X., Liu, D. H., Tan, X. Y., Lin, H. Z., 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isonitrogenous diets in floating netcages. *Aquaculture International* 13, 257-269.

Lupatsch, I., Kissil, G. W., Sklan, D., Pfeffer, E., 2001. Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata L*.). *Aquaculture Nutrition* 7, 71-80.

Miller, C. L., Allen Davis, D., Phelps, R. P., 2005. The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and sub- adult red snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). *Aquaculture research* 36, 52-60.

Mohanta, K., Mohanty, S., Jena, J., Sahu, N., 2009. A dietary energy level of 14.6 MJ kg^{-1} and protein- to- energy ratio of 20.2 g MJ− 1 results in best growth performance and nutrient accretion in silver barb *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 15, 627-637.

Molayem-Raftar, T., 2011. Effects of short starvation and refeeding on growth performance, feed utilization and body biochemical composition in Sobaity fingerling *(Sparidentex hasta)*. M.Sc Thesis. Faculty of Marine Natural Resources. Department of fisheries. Khorramshahr University of Marine Science and Technology, 71p. (In Persian).

Monentcham, S. E., Pouomogne, V., Kestemont, P., 2010. Growth, feed utilization and body composition of African bonytongue, *Heterotis niloticus*, fingerlings fed diets containing various protein and lipid levels. *Aquaculture research* 41, 438-445.

Morshedi, V., Agh, N., Noori, F., Jafari, F., Tukmechi, A., Marammazi, J., Pagheh, E. 2018. Effects of dietary xylooligosaccharide on growth and feeding performance, body composition and physiological responses of sobaity seabream *(Sparidentex hasta*) juvenile. *Aquaculture nutrition* 24(6), 1796-1803.

Mozanzadeh, M. T., Marammazi, J. G., Yavari, V., Agh, N., Mohammadian, T., Gisbert, E., 2015. Dietary n− 3 LC-PUFA requirements in silvery-black porgy juveniles *(Sparidentex hasta). Aquaculture* 448, 151-161.

Mozanzadeh, M. T., Agh, N., Yavari, V., Marammazi, J. G., Mohammadian, T., Gisbert, E., 2016. Partial or total replacement of dietary fish oil with alternative lipid sources in silvery-black porgy *(Sparidentex hasta)*. *Aquaculture* 451, 232-240.

National Research Council. 1993. Nutrient Requirements Fishes. National Academy Press,Washington, DC, USA.

Ng, W. K., Abdullah, N., De Silva, S.S., 2008. The dietary protein requirement of the Malaysian mahseer, *Tor tambroides* (Bleeker), and the lack of protein-sparing action by dietary lipid. *Aquaculture* 284, 201-206.

Nicknam-Shiri, A., 2011. Effect of different dietary protein concentration on tissue structure of intestine, liver and blood parameters of Sobaity fingerling *(Sparidentex hasta)*. M.Sc Thesis. Faculty of Marine Natural Resources. Department of fisheries. Khorramshahr University of Marine Science and Technology, 64p. (In Persian).

Ozorio, R. O., Valente, L. M., Pousao- Ferreira, P., Oliva- Teles, A., 2006. Growth performance and body composition of white seabream *(Diplodus sargus)* juveniles fed diets with different protein and lipid levels. *Aquaculture research* 37, 255-263.

Peres, H., Oliva-Teles, A. 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 179, 325-334.

Pillay, T.V.R., 1990. Aquaculture. Principles and Practices. Fishing News Books, London, UK, 575p.

Sa, R., Pousao- Ferreira, P., Oliva- Teles, A., 2006. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and feed utilization of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. *Aquaculture Nutrition* 12, 310-321.

Sahraeian, M., Yavari, V., Marammazi, J. G., Rajabzadeh, E., Pasha-Zanoosi, H., 2011**.** Effect of different levels of dietary protein and energy on growth performance and body composition in silver sea bream *(Acanthopagrus latus). Journal of Marine Science and Technology* 10(4), 22-33. (In Persian).

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

Santinha, P., Medale, F., Corraze, G., Gomes, E., 1999. Effects of the dietary protein: lipid ratio on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata L*.). *Aquaculture Nutrition* 5, 147-156.

Shearer, K. D. 1994**.** Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture* 119, 63-88.

Skalli, A., Hidalgo, M., Abellán, E., Arizcun, M., Cardenete, G., 2004. Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex *(Dentex dentex L.*) at different growth stages. *Aquaculture* 235, 1-11.

Teng, S. K., EL-Zahr, C., AL-Abdul-Elah, K., Almatar, S., 1999. Pilot- scale spawning and fry production of blue fin porgy, *Sparidentex hasta* (Valenciennes, 1830) in Kuwait. *Aquaculture* 178, 27-41.

Torfi Mozanzadeh, M., Marammazi, J. G., Yaghoubi, V., Yavari, V., Agh, N., Gisbert, E., 2017a. Somatic and physiological responses to cyclic fasting and re-feeding periods in sobaity seabream (*Sparidentex hasta*, Valenciennes, 1830). *Aquaculture Nutrition* 23, 181-191.

Torfi Mozanzadeh, M., Yavari, V., Marammazi, J.G., Agh, N., Gisbert, E., 2017b. Optimal dietary carbohydrate- to- lipid ratios for silvery- black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles. *Aquaculture nutrition* 23(3), 470-483.

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

Vergara, J. M., Fernandez-Palacios, H., Robaina, L., Jauncey, K., Higuera, M. D. L., Izquierdo, M., 1996. The effects of varying dietary protein leve1 on the growth, feed efficiency, protein utilization and body composition of Gilthead Sea Bream Fry. *Fish Science* 62, 620-623.

Wang, Y., Guo, J. l., Li, K., Bureau, D. P., 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture* 252, 421-428.

Wang, Y., Ma, G., Shi, Y., Liu, D., Guo, J., Yang, Y., Chen, C., 2013. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization and body composition in *Pseudobagrus ussuriensis* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 19, 390-398.

Webster, C. D., Lim, C. E., 2002. Introduction to fish nutrition. In: Webster, C. D., Lim, C. E. (eds.), Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing, New York, USA, pp. 1-27.

Williams, K. C., Barlow, C. G., Rodgers, L., Hockings, I., Agcopra, C., Ruscoe, I., 2003. Asian seabass *(Lates calcarifer*) perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. *Aquaculture* 225, 191-206.

Yazdi, N., 2012. Effects of short starvation and refeeding on digestive enzymes function of Sobaity fingerling *(Sparidentex hasta)*. M.Sc Thesis. Faculty of Marine Natural Resources. Department of fisheries. Khorramshahr University of Marine Science and Technology, 97p. (In Persian).

Yousif, O., Ali, A., Kumar, K., 2003. Spawning and hatching performance of the silvery black porgy *Sparidentex hasta* under hypersaline conditions. Naga, *Worldfish Center Quarterly* 26, 13-15.

Zabayeh Najafabadi, M., Torfi Mozanzadeh, M., Pagheh, E., Ghafleh Maramazi, J., Hosseini, J., Mahrjooyan, S., Osooli, R., Saghavi, H., Monem, J., Nahavandi, R., 2018 Effects of feeding rate on growth and feed efficiency of Sobaity seabream (*Sparidentex hasta*) fry in nursery phase. *Iranian Fisheries Science Research Institute*. 27 (3), 159-163. (In Persian).

Zakeri, M., Marammazi, J. G., Kochanian, P., Savari, A., Yavari,V., Haghi, M., 2009. Effects of protein and lipid concentrations in broodstock diets on growth, spawning performance and egg quality of yellowfin sea bream (*Acanthopagrus latus*). *Aquaculture* 295, 99–105.