[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

تأثیر کمبود اسیدهای آمینه آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان جیره بر فاکتورهای رشد و ترکیب شیمیایی بدن ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*)

جاسم غفله مرمضی[۱]، مرتضی یعقوبی[۱*]، امید صفری[۲]

* m.yaghoubi@ut.ac.ir

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

چکیده

در این پژوهش اثرات کاهش چهل درصدی اسیدهای آمینه‌ی ضروری آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان در جیره غذایی بر فاکتورهای رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی لاشه ماهی صبیتی به مدت ۴۲ روز مورد بررسی قرار گرفت. از چهار تیمار غذایی در ۳ تکرار استفاده شد که شامل جیره غذایی شاهد با میزان و نسبت مناسب از همه ی اسیدهای آمینه‌ی ضروری بود. در سه تیمار دیگر اسیدهای آمینه آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان به میزان ۴۰٪ نسبت به جیره کنترل کاهش یافتند. جهت متعادل نمودن دقیق اسیدهای آمینه ضروری از اسیدهای آمینه خالص (کریستاله) در ساخت همه جیره‌ها استفاده گردید. در تیمار کمبود اسید آمینه ی آرژنین (ARG) تنها در دو شاخص درصد افزایش وزن (۴/۴±۱۵۶/۳۲) و تثبیت نیتروژن (۰/۷۶±۱۳/۸) نسبت به کنترل به صورت معنی داری کاهش یافت ($p<0/05$). اما در تیمار های کمبود اسید آمینه ی فنیل آلانین (PHE) و تریپتوفان (TRP) همه ی شاخص‌های رشد و تغذیه از جمله وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، میزان مصرف غذا، نرخ کارایی پروتئین و تثبیت نیتروژنی نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$). ترکیب شیمیایی لاشه در تیمار های آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد با افزایش میزان رطوبت در تیمار PHE، کاهش انرژی ناخالص در همه ی تیمار ها و کاهش چربی خام در تیمار های PHE و TRP ، همراه بود ($p<0/05$). کاهش پروتئین کل لاشه در تیمار کمبود اسید آمینه ی آرژنین نشان دهنده استفاده بیشتر از پروتئین نسبت به چربی به عنوان منبع انرژی در این گروه از ماهیان در مواجهه با کمبود اسید امینه ی آرژنین می باشد. کاهش چربی لاشه در همه ی تیمار های آزمایشی نشان دهنده ی اختلال در متابولیسم چربی با کاهش کارایی اسید های آمینه ی ضروری در بدن می باشد. علی رغم کاهش چهل‌درصدی هر یک از اسیدهای آمینه‌ی ضروری آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان در هر یک از جیره‌ها میزان این اسیدهای آمینه در لاشه ماهیان در بین تیمارها تغییر معنی‌داری را نشان ندادند که نشان‌دهنده ذخیره‌سازی این اسیدهای آمینه‌ی محدودشده توسط بدن ماهی در مواجهه با کمبود آنها می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که کاهش یک اسید آمینه ی ضروری تاثیر بسیار زیادی در جذب سایر اسید های آمینه و ساخت پروتئین و در نهایت رشد دارد.

کلمات کلیدی: آرژنین، تریپتوفان، فنیل آلانین، کمبود اسیدآمینه، ماهی صبیتی، *Sparidentex hasta*

* نویسنده مسئول

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

مقدمه

ماهی صبیتی با نام علمی *Sparidentex hasta* (Valenciennes 1830) تنها گونه از جنس Sparidentex در خانواده‌ی Sparidae می‌باشد و از گونه‌های باارزش دریایی بوده که به میزان زیادی در خلیج‌فارس، سواحل هند و قسمت‌های غربی اقیانوس هند یافت می‌شود. این ماهی به‌آسانی در اسارت تخم‌ریزی می‌کند و در شرایط مطلوب رشد سریعی را از خود نمایش می‌دهد و دامنه‌ی وسیعی از شرایط فیزیکوشیمیایی آب را تحمل می‌کند این گونه به‌عنوان یکی از نمایندگان آبزی‌پروری دریایی در ایران و حوضه‌ی خلیج‌فارس مورد توجه می‌باشد (Basurco *et al.*, 2011). استفاده از روش‌های پیشرفته در تکثیر و پرورش این ماهی برای تأمین نیاز بازار اهمیت زیادی دارد. اگرچه مطالعات وسیعی در مورد این ماهی در پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور به انجام رسیده است و نیاز های تغذیه ای این گونه تا حدودی مشخص شده است (Hossain *et al.*, 2014; Mozanzadeh *et al.*, 2015a; Mozanzadeh *et al.*, 2016b; Mozanzadeh *et al.*, 2015b; Mozanzadeh *et al.*, 2016a; Yaghoubi *et al.*, 2016; Marammazi *et al.*, 2016) ولی این درحالی می باشد که اطلاعات اندکی در زمینه‌ی نیازهای اسیدهای آمینه‌ای (Marammazi *et al.*, 2016) در دسترس می‌باشد.

اسیدهای آمینه مولکول‌هایی هستند که عملکرد هر دو گروه آمین و کربوکسیلیک را دارا می باشند. عملکرد اصلی اسیدآمینه کاربرد آن‌ها در ساختن پروتئین می‌باشد. بیست عدد از ۸۰ اسیدآمینه ممکن طبیعی در ساختن پروتئین نقش دارند که یک‌دوم از آن‌ها به‌عنوان محدودکننده یا ضروری تلقی می‌شوند و باید حتماً در جیره غذایی فراهم شوند زیرا زنجیره‌ی کربنی آن‌ها توسط بدن حیوانات قابل ساختن نیستند (Rønnestad *et al.*, 2000). اسیدهای آمینه می‌توانند به‌صورت پروتئین یا به‌صورت خالص به حالت کریستاله به‌عنوان مکمل غذایی فراهم گردند. افزایش استفاده از پروتئین‌های گیاهی در جیره‌ی ماهیان در سال‌های اخیر باعث افزایش استفاده از اسیدهای آمینه‌ی خالص برای رفع کمبودهای ایجادشده در اثر استفاده در سطوح بالا از این تولیدات گیاهی گردیده است (Ambardekar *et al.*, 2009). به جهت شناخت تأثیرات منفی جیره‌های نامتعادل ازنظر پروفیل اسیدآمینه، در این مطالعه به بررسی جیره‌های داری کمبود اسیدهای آمینه‌ی آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان پرداخته شد.

ماهیان نیاز زیادی به آرژنین غذایی دارند که این نیازمندی دلایلی همچون زیاد بودن میزان این اسیدآمینه در پروتئین که به‌عنوان یک اسیدآمینه با باندهای پپتیدی مطرح می‌باشد و در بافت به‌عنوان محرک به شکل فسفوآرژنین که یک ذخیره‌ی اصلی از ATP می‌باشد، حضور دارد (Li *et al.*, 2009). دلیل دیگر بر نیاز بیشتر به این اسیدآمینه ضروری بودن آن می‌باشد یعنی ساخت مجدد آن محدود و یا حتی اصلاً صورت نمی‌پذیرد (Li *et al.*, 2009). ماهیان غضروفی و استخوانی‌های Ureogenic (ماهیان که اوره به عنوان ماده دفعی تولید می کنند) ممکن است قادر به تبدیل سیترولین به آرژنین به‌وسیله‌ی ساخت argininosuccinate و لایزین در کبد باشند (Mommsen *et al.*, 2001). هرچند این موضوع که آیا تولید خالصی از سیترولین یا آرژنین توسط این ارگان در سایر حیوانات آبزی وجود دارد یا نه، ناشناخته می‌باشد. در برخی موارد آرژنین اسپارین تحت تأثیر گلوتامات غذایی می‌باشد که در گربه‌ماهی کانالی مشاهده شده است (Buentello & Gatlin, 2000)؛ اما این تأثیر ممکن است نتیجه‌ی ممانعت از کاهش آرژنین باشد. در حال حاضر گذرگاه‌های ساخت آرژنین از گلوتامین، گلوتامات، پروتئین یا اسیدآمینه‌های به‌غیراز سیترولین برای ماهیان بیان نگردیده است. آرژنین پرکاربردترین اسیدآمینه می‌باشد این اسیدآمینه به‌عنوان پیشرو برای ساخت پروتئین، نیتریک اکسید، اوره، پلی آمین‌ها، پرولین، گلوتامات، سرین و agmatine در حیوانات خشکی زی می‌باشد (Wu & Morris, 1998). آرژنین همچنین نقش مهمی در تنظیم ترشحات درون‌ریز و نقش‌های تولیدمثلی دارد و همچنین مشخص کننده ترشحات درون‌ریز اضافه می‌باشد (شامل AMP-activated protein kinase و به‌عنوان هدف Rapamycin) (Jobgen *et al.*, 2006; Yao *et al.*, 2008). ماهی‌ها می‌توانند نیتریک اکساید (NO) را با استفاده از ترکیب tetrahydrobiopterin-dependent NO (Buentello & Gatlin, 1999) و همچنین از ترکیب اوره و اورنیتین، به‌وسیله‌ی آرژنیناز تولید کنند (Gouillou-Coustans *et al.*, 2002). اورنیتین حاصله می‌تواند برای ساخت پرولین یا پلی آمین استفاده شود. کاهش در غلظت آرژنین و اورنیتین پلاسما در ماهی کفشک سنگالی (*Solea senegalensis*)

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

تحت استرس مشاهده شده است (Aragao *et al.*, 2008). آرژنین می‌تواند آزاد سازی چندین هورمون مانند انسولین، هورمون رشد و گلوکاگون را تحریک کند درواقع آرژنین یک فعال‌کننده قوی‌تری برای انسولین نسبت به گلوکز در ماهیان می‌باشد (Mommsen *et al.*, 2001). ارتقای رشد و سلامت در برخی از ماهیان و تأمین احتیاجات ساخت پروتئین در مورد آرژنین غذایی گزارش شده است به‌عنوان‌مثال بازماندگی گربه‌ماهی کانالی در مقاومت در برابر باکتری *Edwardsiella ictaluri* به سطح آرژنین غذایی وابسته است (Buentello & Gatlin III, 2001).

فنیل آلانین می‌تواند به تیروزین تبدیل شود (به‌وسیله‌ی tetrahydrobiopterin-dependent phenylalanine hydroxylase در کبد و کلیه)؛ بنابراین افزودن تیروزین به جیره برای ماهی می‌تواند نیاز به فنیل آلانین را کاهش دهد (Li *et al.*, 2009). تحقیقات در مورد افزودن غذایی فنیل آلانین و تیروزین به غذاهای آبزیان و تأثیر احتمالی آن بر حیوانات آبزی در حال حاضر محدود می‌باشد. تیروزین ماده متشکله عمومی برای هورمون‌های مهم و انتقال‌دهنده‌های عصبی شامل تیروکسین (T4)، triiodothyronine، اپینفرین، نوراپینفرین، دوپامین و ملانین می‌باشد. این مولکول‌ها نقش‌های مهم تنظیم‌کنندگی دارند (Chang *et al.*, 2007; Yoo *et al.*, 2000). ازاین‌رو سطح غذایی فنیل آلانین و تیروزین می‌تواند به میزان زیادی بر توسعه رنگ‌دانه‌ها، غذا گیری، عملکرد رشد، ایمنی و بقای ماهی در محیط طبیعی مؤثر باشد. درنتیجه نیاز غذایی به فنیل آلانین و تیروزین در ماهیان به میزان زیادی در دگردیسی و مراحل ابتدایی لاروی افزایش می‌یابد (Pinto *et al.*, 2009). به‌علاوه بکار بردن خوراکی T4 در ماهیان کپور، گربه‌ماهی کانال، و کفشک ماهی هضم پروتئینی، فعالیت آنزیم‌های گوارشی، بقای نیتروژنی، میزان رشد و کارایی غذا را افزایش می‌دهد (Garg, 2007).

تریپتوفان می‌تواند به سراتونین (۵ هیدروکسی تریپتامین) که یک انتقال‌دهنده عصبی است و ملاتونین که یک آنتی‌اکسیدانت می‌باشد، تبدیل شود (Fang *et al.*, 2002). عکس‌العمل‌های پرخاشگرانه و هم‌جنس خواری در ماهیان گوشت‌خوار می‌توانند ضررهای قابل توجهی را تحت شرایط پرورش متراکم ایجاد کند. افزایش مزمن غلظت و تبدیل سراتونین در مغز با توقف پرخاشگری همراه است. افزودن غذایی ال-تریپتوفان می‌تواند مانع پرخاشگری در ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان شود (Höglund *et al.*, 2007). همچنین باعث کاهش هم‌جنس خواری و کاهش کم‌اشتهایی ناشی از استرس در ماهی جوان هامور (Hseu *et al.*, 2003) و جلوگیری از استرس القاشده توسط افزایش کورتیزول (Lepage *et al.*, 2002) می‌شود. به علت تأثیرات منفی طولانی شدن افزایش کورتیزول بر رشد، غذا گیری، افزایش پروتئین، ایمنی و مواجه شدن با بیماری (Vijayan *et al.*, 1996)، استفاده از تریپتوفان ممکن است یک استراتژی تغذیه‌ای نویدبخش برای مدیریت سلامت در آبزی‌پروری در مراحلی چون انتقال، دست‌کاری و واکسیناسیون باشد. سراتونین مغز وقتی در نورون ها تولید می شود که سراتونین داخلی از طریق موکوس روده تولید و آزاد می گردد که این سراتونین پیرامونی به‌وسیله‌ی موکوس روده در پاسخ به تحریک‌کننده‌های مختلف مانند افزایش حجم معده، حضور گلوکز یا محلول با شرایط اسمزی بالا تشکیل و آزاد می‌شود. هر دو سراتونین داخلی و خارجی (غذایی) می‌تواند غذا گیری ماهی را کاهش دهد که مصداق آن در ماهی باس دریایی و حیوانات خشکی زی بیان شده است (Rubio *et al.*, 2006). ملاتونین از دیگر متابولیت های تریپتوفان در اندام پینه آل، شبکیه چشم و لوله‌ی گوارش ماهی تولید می‌شود و در کبد از بین می‌رود. ساخت ملاتونین در غده پینه آل ماهی به‌وسیله‌ی دوره‌ی نوری تنظیم می‌شود و نقش میانجی‌گرانه‌ی مهمی را در بلوغ بیضه‌ها در چندین ماهی مانند ماهی آزاد ماسو (masu salmon) (Amano *et al.*, 2004) و کپور هندی (Bhattacharya *et al.*, 2007) ایفا می‌کند. بکار بردن ملاتونین خارجی در ماهی می‌تواند باعث افزایش غلظت پلاسما همچنین تحریک بلوغ بیضه‌ها شود. به این نکته باید توجه شود که غلظت ملاتونین، زمان استفاده، دوره نوری و فصل شاخص‌های مهمی هستند که کارایی استفاده از ملاتونین خارجی را به‌عنوان واسطه در عملکرد تولیدمثلی ماهی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Li *et al.*, 2009).

هدف از این پژوهش مشخص کردن تأثیرات کاهش اسیدهای آمینه‌ی ضروری آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان در جیره به یک میزان ثابت بر روی فاکتورهای رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدآمینه‌ی لاشه ماهیان مورد تغذیه می‌باشد. با نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان تأثیر جیره‌های غیر متوازن ازلحاظ این اسیدهای

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

آمینه ضروری را بر روی ماهی صبیتی جوان بررسی کرد و نقش‌های فیزیولوژیک آنها را بیشتر شناخت. و این در حالی می باشد که در بیشتر تحقیقات تاثیر افزودن غذایی این اسید های آمینه بر ماهیان مورد بررسی قرار گرفته است اما در مورد کمبود این اسید های آمینه و سایر اسید های آمینه ی ضروری بر روی ماهیان کمیاب می باشد.

مواد و روش‌ها

جیره نویسی و تهیه‌ی غذاها: در تحقیق حاضر از چهار تیمار در سه تکرار استفاده گردید که هر ۴ جیره‌ی آزمایشی برای هر تیمار به‌گونه‌ای فرموله شدند که به‌طور میانگین حاوی ۴۷۰ گرم پروتئین بر کیلوگرم جیره و انرژی خالص ۲۰/۷ کیلوژول بر گرم بودند (جدول ۲). در جیره‌ی تهیه‌شده برای هر چهار تیمار از الگوی اسیدهای آمینه‌ی پودر ماهی کیلکا برای متعادل کردن جیره استفاده شد و در همه تیمارها ۶۰٪ منبع پروتئین از پودر ماهی کیلکا و ژلاتین و ۴۰٪ مابقی از اسیدهای آمینه کریستاله تأمین گردید. در تمیار شاهد (Control) هیچ محدودیتی در اسیدهای آمینه‌ی ضروری لحاظ نگردید ولی در تیمار کمبود اسیدآمینه‌ی آرژنین (ARG) از ۴۰ درصد ترکیب اسیدهای آمینه‌ی خالص استفاده‌شده در تیمار اول، میزان آرژنین صفر در نظر گرفته شد و با میزان مشابهی از مخلوط اسیدهای آمینه‌ی غیرضروری جایگزین گردید. برای تهیه‌ی تیمار کمبود اسیدآمینه‌ی فنیل آلانین (PHE) و تیمار کمبود تریپتوفان (TRP) نیز روند مشابه ای همانند تیمار آرژنین به انجام رسید. به‌این‌ترتیب همه‌ی جیره‌ها هم نیتروژن بودند و تنها تفاوت تیمار شاهد با تیمارهای دارای کمبود اسیدآمینه در کاهش ۴۰ درصدی میزان اسیدهای آمینه‌ی آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان به ترتیب در تیمارهای آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان بود. ترکیب اسیدآمینه‌ی جیره‌ها بر اساس پروفیل اسیدآمینه اجزای جیره به‌دست‌آمده از NRC و پروفیل اسیدآمینه‌ی پودر ماهی کیلکا (Köprücü & Özdemir, 2005; NRC, 2011) توسط نرم‌افزار WUFFF DA (Yaghoubi *et al.*, 2016) محاسبه و در جدول ۳ گزارش شده است. سایر اقلام غذایی هم به‌جز اسیدهای آمینه‌ی ضروری طوری تنظیم شدند که همه‌ی جیره‌ها هم انرژی نیز باشند. اسیدهای آمینه خالص با یک درصد آگار به جهت تأخیر انداختن در هضم و جذب و افزایش کارایی آن‌ها در بدن بجای پروتئین پوشش دهی شدند (Green & Hardy, 2002) (جدول ۱). برای متعادل کردن جیره‌ها با منابع غذایی استفاده‌شده از نرم‌افزار WUFFF DA نسخه 1.0 استفاده شد. برای تهیه جیره‌های غذایی تمامی مواد با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. ابتدا ترکیبات خشک جیره که قبلاً آسیاب شده بود به‌اضافه اسیدهای آمینه‌ی خالص به مدت تقریباً ۲۰ دقیقه با یکدیگر مخلوط گردیدند سپس روغن با مواد ویتامینی مخلوط گشته و به مواد خشک اضافه گردید و همراه با اضافه کردن آب به مقدار لازم کاملاً مخلوط شدند. سپس خمیر حاصله به چرخ‌گوشت با قطر چشمه ۲ میلی‌متری منتقل شد سپس رشته‌های ایجادشده بر روی سینی‌های خشک‌کن قرارگرفته و به دستگاه خشک‌کن (در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت) منتقل شد (Yaghoubi *et al.*, 2016). جیره‌ها پس از خشک شدن با توجه به قطر رشته ها که با بررسی مطالعات گذشته (Yaghoubi *et al.*, 2016) متناسب اندازه دهان ماهی انتخاب شده بودند، به‌صورت دستی تا حد ممکن شکسته شد تا متناسب با اندازه دهان ماهی گردند.

جدول ۱: درصد و اجزاء غذایی $(n = 1)$, g 100 g^{-1} dry Diet تشکیل‌دهنده جیره‌ها

Table 1: Ingredient of the experimental diets (g $100g^{-1}$ dry diet)

اقلام غذایی	جیره‌ها			
	Control	ARG	PHE	TRP
پودر ماهی[1]	۳۶/۰۰	۳۶/۰۰	۳۶/۰۰	۳۶/۰۰
نشاسته ذرت[1]	۲۰/۵۰	۲۰/۵۰	۲۰/۵۰	۲۰/۵۰
آرد سفید گندم[1]	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰
ژلاتین[1]	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰
روغن ماهی[1]	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰
آگار[2]	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
مکمل ویتامینی[a] [1]	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
مکمل معدنی[a] [1]	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
L-arginine[3]	۰/۸۵	۰/۰۰	۰/۸۵	۰/۸۵
L-lysine-HCl[3]	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵
L-threonine[3]	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰
L-histidine[3]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
L-isoleucine[3]	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
L-leucine[3]	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰
L-methionine[3]	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
L-phenylalanine[3]	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۷۵
L-tryptophan[3]	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۰
L-valine[3]	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵
NEAA mixture[b]	۱۰/۳۵	۱۱/۳	۱۱/۲	۱۰/۶۵

[1] موارد تهیه‌شده از شرکت خوراک دام، طیور و آبزیان ۲۱- بیضا. [2] تهیه‌شده از شرکت مرک. [3] موارد تهیه‌شده از شرکت فلوکا. [a] ویتامین A ۲۰۰۰ IU/kg، ویتامین D: ۸۰۰ IU/kg، ویتامین E: ۸۸ IU/kg، ویتامین K: ۳ mg/kg، ویتامین C: ۲۰۰ mg/kg، ویتامین B1: ۱۲ mg/kg، ویتامین B2: ۱۴ mg/kg، ویتامین B5: ۷۰ mg/kg، ویتامین B3: ۵۰ mg/kg، ویتامین B6: ۱۲ mg/kg، ویتامین B9: ۳ mg/kg، ویتامین B12: ۰/۰۱۶ mg/kg، ویتامین H2: ۰/۱۴ mg/kg، سلنیم: ۱۶۸ mg/kg، سولفات آهن ۲۰ mg/kg ، سولفات مس ۲ mg/kg ،یدات کلسیم: ۲ mg/kg، اکسیدمنگنز: ۱۶/۸ mg/kg ، اکسیدروی: ۳۳/۲ mg/kg ، کبالت: ۰/۳۳۶ mg/kg. [b] ترکیب اسیدهای آمینه‌ی غیرضروری برحسب درصد شامل: L-alanine: 13; L-aspartic acid: 20; sodium glutamate: 32; L-glycine: 15; L-serine: 10; and L-proline: 10. _علامت خط زیر نشان‌دهنده عدم جایگزینی اسیدهای آمینه‌ی ضروری بعد از حذف ۴۰٪ از جیره می‌باشد.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

جدول ۲: آنالیز بیوشیمیایی ترکیب جیره‌ها (%) (n = 3)

Table 2: Proximate composition of the experimental diets (%) (n = 3)

	Control	ARG	PHE	TRP
ماده خشک	۹۲/۹۱±۰/۴	۹۲/۹۸±۰/۲	۹۲/۱۳±۰/۱۴	۹۱/۹۸±۰/۳
انرژی ناخالص[1]	۲۰/۹۱±۰/۰۵	۲۰/۷۹±۰/۱۵	۲۰/۳۲±۰/۰۱	۲۰/۵۱±۰/۱۵
پروتئین	۴۶/۶۷±۰/۵۷	۴۷/۷۵±۱/۶۱	۴۶/۷۱±۰/۲۲	۴۸/۴۴±۲/۱۵
چربی	۲۰/۱۴±۰/۰۱	۱۹/۵۱±۰/۴۳	۱۹/۲۹±۰/۰۲	۱۹/۸۲±۰/۱۱
فیبر خام	۱/۰۸±۰/۰۴	۰/۷۶±۰/۱۶	۰/۲۸±۰/۰۶	۰/۴۶±۰/۱۱
عصاره‌ی عاری از ازت[2]	۱۹/۱۳±۰/۵	۱۹/۶۴±۱/۸۲	۱۹/۹۹±۰/۳۱	۱۷/۶۸±۲/۲۵
خاکستر	۶/۷۵±۰/۰۷	۶/۰۷±۰/۰۲	۶/۲۴±۰/۰۷	۶/۰۲±۰/۰۱

[1] محاسبه انرژی ناخالص بر اساس میزان انرژی موجود در هر گرم پروتئین (۶/۲۳ کیلوژول بر گرم)، چربی (۵/۳۹ کیلوژول بر گرم) و کربوهیدرات (۲/۱۷ کیلوژول بر گرم) محاسبه شد (NRC, 2011). [2] عصاره عاری از نیتروژن = ۱۰۰ – (فیبر+خاکستر+رطوبت+چربی+پروتئین).

جدول ۳: ترکیب اسیدآمینه‌ی $g\ 100\ g^{-1}$Diet (n = 1)، جیره‌های آزمایش

Table 3: amino acids profile of the experimental diets. $g\ 100\ g^{-1}$Diet, (n = 1)

	Control	ARG	PHE	TRP
آرژنین	۲/۵۶	۱/۷۳	۲/۵۵	۲/۴۶
لایزین	۲/۱۵	۲/۱۷	۲/۲	۲/۱۵
ترئونین	۱/۹۰	۱/۹۵	۱/۷۲	۱/۹۸
هیستیدین	۱/۱۵	۱/۲	۱/۲۴	۱/۲
ایزولوسین	۲/۰۷	۲/۱	۲/۱۶	۲/۲۲
لوسین	۲/۴۳	۲/۳۸	۲/۳	۲/۴۰
متیونین	۱/۳۸	۱/۳۰	۱/۳۶	۱/۳۸
سیستین	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۶
فنیل آلانین	۱/۸۴	۱/۸۶	۱/۱۱	۱/۹
تیروزین	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۵
تریپتوفان	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۳۶
والین	۲/۱۳	۲/۱۵	۲/۱۳	۲/۱۲
آلانین	۳/۶۲	۳/۷۵	۳/۷۵	۳/۷۹
آسپارتیک اسید	۵/۵	۵/۶۲	۵/۵۹	۵/۶۷
گلوتامیک اسید	۷/۸	۷/۹	۷/۸۴	۷/۸۴
گلایسین	۵/۰۰	۵/۱۶	۵/۱۴	۵/۰۴
پرولین	۲/۳۴	۲/۲۶	۲/۳۴	۲/۳۷
سرین	۲/۰۴	۲/۱۲	۲/۱۱	۲/۰۶

_ خط زیر نشان‌دهنده اسیدهای آمینه‌ی کاهش‌یافته در هر جیره می‌باشد.

شرایط آزمایش و نگهداری ماهیان: محل انجام تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) وابسته به پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور بود. تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی ۴/۷ گرمی به محل انجام آزمایش انتقال داده شد. شرایط دمایی (°C ۱/۵± ۲۸/۹)، pH (۰/۲± ۷/۶) و شوری (ppt ۰/۵± ۴۸) متناسب با شرایط طبیعی منطقه بود و در طول دوره به‌صورت روزانه اندازه‌گیری گردید. برای انجام آزمایش از ۱۲ مخزن ۳۰۰ لیتری پلی اتیلنی مدور استفاده گردید که در داخل هر تانک یک سنگ هوا برای تأمین اکسیژن (میانگین اکسیژن محلول: $mg\ L^{-1}$ ۰/۴ ± ۶/۸) و یک لوله‌ی تعویض آب به‌گونه‌ای که در طول شبانه‌روز دو بار آب کاملاً تعویض شود، تعبیه شد. برای آبگیری مخازن، آب دریا به حوضچه‌های رسوب‌گیر منتقل و پس از عبور از فیلتر شنی، حوضچه کلرزنی و فیلتر اشعه‌ی ماروابنفش به سالن آزمایش منتقل شد. در هر تانک ۱۵ قطعه ماهی قرار داده و به مدت ده روز قبل از شروع آزمایش با شرایط جدید سازگاری یافتند. در تمام مراحل آزمایش ماهی‌ها ۳ نوبت در روز در ساعات ۷ و ۱۲ و ۱۷ در حد سیری غذادهی شدند (Yaghoubi *et al.*, 2016). این آزمایش با ۴ تیمار و در ۳ تکرار اجرا گردید. تنها تفاوت موجود در تیمارهای این آزمایش کاهش ۴۰ درصد از کل اسیدهای آمینه آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد بود. آزمایش فوق ۶ هفته به طول انجامید.

نمونه‌برداری زیست‌سنجی و شاخص‌های موردبررسی: در ابتدا و انتهای آزمایش زیست‌سنجی ماهیان به‌صورت گروهی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن و با خط کش با دقت یک میلی‌متر طول ۵ عدد از هر تانک سنجیده شد. جهت ارزیابی عملکرد غذاهای مورداستفاده از شاخص‌های رشد استفاده شد تا نتایج بر مبنای آن‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گیرد. پس از اتمام دوره پرورش، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، نرخ بازماندگی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی پروتئین، تثبیت نیتروژنی، فاکتور وضعیت، شاخص کبدی، شاخص احشایی و شاخص چربی احشایی بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید(Yaghoubi *et al.*, 2016).

(WG) درصد افزایش وزن= وزن ثانویه - وزن اولیه / وزن اولیه ×۱۰۰

(SGR) نرخ ویژه رشد (% body weight d^{-1}) = (ln وزن نهایی – lnوزن اولیه) / تعداد روز آزمایش ×۱۰۰

(S) نرخ بازماندگی (%) = (تعداد نهایی ماهیان) / (تعداد اولیه‌ی ماهیان) ×۱۰۰

(FCR) ضریب تبدیل غذایی = میزان غذایی مصرفی / افزایش وزن

(PER) نرخ کارایی پروتئین = (وزن نهایی – وزن اولیه) / (درصد پروتئین جیره * غذای خورده شده)

(N retention) تثبیت نیتروژنی = (نیتروژن پایانی - نیتروژن اولیه لاشه) / (نیتروژن خورده شده) ×۱۰۰

(K) فاکتور وضعیت = وزن / (طول)[3]

(HSI) شاخص کبدی = (وزن کبد / وزن بدن) ×۱۰۰

(VSI) شاخص احشایی = (وزن احشاء / وزن بدن) ×۱۰۰

(IPF) شاخص چربی احشایی = (وزن چربی احشایی / وزن بدن)×۱۰۰

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

با اتمام دورهٔ پرورش همه‌ی زی‌توده موجود در هر تانک با غلظت بالای ماده بیهوشی فنوکسی اتانول (۰/۵ ml L^{-1}) کشته شدند و با باز کردن شکم تعداد پنج عدد ماهی از هر تانک اقدام به برداشتن احشاء و جدا کردن روده و زوائد پیلوریک کبد و چربی احشایی جهت بررسی فاکتورهای مربوطه شد. بخش دیگری از زی‌توده تانک‌ها (چهار عدد ماهی) به‌صورت جداگانه و به کمک آون در دمای زیر ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و به‌منظور آنالیز لاشه به آزمایشگاه تغذیه پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور منتقل گردید. تعداد چهار عدد ماهی نیز در کنار یخ به فریزر ۸۰- تا اندازه گیری پروفیل اسیدآمینه‌ای منتقل شدند (Yaghoubi *et al.*, 2016).

آنالیز ترکیب شیمیایی و اسیدهای آمینه: میزان پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر و رطوبت کل بدن هر تکرار به‌صورت جداگانه به دست آمد. برای محاسبه پروتئین خام، پس از هضم نمونه‌ها (با استفاده از دستگاه Digest Automat K438, Buchi) مقدار نیتروژن کل در نمونه‌ها با استفاده از روش کجلدال (دستگاه K370 Kejldahl Auto, Buchi) و ضرب آن در عدد ۶/۲۵ تعیین گردید. چربی با روش سوکسله (Barnstead/Electrothermal, UK) با استفاده از حلال کلروفرم با نقطه‌جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت استخراج و محاسبه شد. خاکستر با سوزاندن لاشه در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری شد. میزان فیبر خام به‌وسیله دستگاه فیبر سنج (VELP® Scientifica, Italy) و با استفاده از هضم اسیدی (اسیدسولفوریک) و هضم قلیایی (هیدروکسید سدیم) محاسبه شد. عصاره فاقد ازت (NFE) از طریق روش محاسباتی تفریق میزان پروتئین، چربی، فیبر، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه گردید (AOAC, 2005). جهت تعیین پروفیل اسیدآمینه کل لاشه بعد از صید به‌صورت کامل و یکنواخت به‌وسیله آسیاب چرخ شده و سپس میزان ده گرم از آن با دستگاه فریز درایر خشک و پس از دو مرحله هضم و اشتقاق به‌وسیله‌ی دستگاه HPLC با روش (Lindroth & Mopper, 1979) موردسنجش قرار گرفت. طول ستون ۲۵۰×۴ میلی‌لیتر، دمای ستون ۳۰ درجه سانتی‌گراد و نوع آن C18 بود. از آشکارساز فلورسنس بین دو طول‌موج Excitation 330 nm و Emission 450 nm نیز جهت شناسایی اسیدهای آمینه استفاده شد و درنهایت نتیجه به‌صورت درصد بیان گردید.

روش آماری و شیوه نمونه‌برداری: شیوه نمونه‌برداری به‌صورت طرح کاملاً تصادفی بود. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتری یعنی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف و یکنواختی واریانس‌ها با استفاده از آزمون Levene، از آزمون ANOVA در سطح پنج درصد استفاده شد. داده‌های درصدی به Arcsinus تبدیل شدند. داده‌های به‌دست‌آمده در ارتباط با تأثیر کاهش هریک از اسیدهای آمینه ضروری بر شاخص‌های رشد و بازماندگی به کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA Analysis) صورت پذیرد و سپس برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Tukey استفاده شد. برای انجام آنالیزهای فوق از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج

در طول آزمایش همه‌ی ماهی‌ها سالم بودند. میزان بقا در همه‌ی تیمارها بالا بود و تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. فاکتورهای رشد، تغذیه و شاخص‌های بیومتری مربوط به این آزمایش در جدول شماره ۴ گزارش شده است. همه‌ی جیره‌های آزمایشی به‌خوبی توسط ماهی‌ها پذیرفته شدند و همه‌ی ماهی‌ها در طول آزمایش به مدت ۴۲ روز به‌خوبی به‌صورت فعال به تغذیه پرداختند. در تیمار کمبود اسید آمینه ی آرژنین (ARG) تنها در دو شاخص تثبیت نیتروژنی و درصد افزایش وزن نسبت به کنترل تفاوت معنی داری مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$). اما در تیمار های کمبود اسید آمینه ی فنیل آلانین (PHE) و تریپتوفان (TRP) همه ی شاخص‌های رشد و تغذیه از جمله وزن نهایی، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، میزان مصرف غذا، نرخ کارایی پروتئین و تثبیت نیتروژنی نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). بالاترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار کمبود اسیدآمینه‌ی تریپتوفان (۲/۸۵±۰/۰۵) و کمترین آن در تیمار شاهد (۲/۰۰±۰/۱۱) مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). شاخص های بیومتری در بین تیمار ها بدون تغییر معنی دار مشاهده گردید.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

جدول ۴: رشد، مصرف غذا، بقا و پارامترهای بیومتریک ماهی صبیتی جوان در انتهای دوره‌ی آزمایش (means±SE, n=3)

Table 4: Growth, feed utilization and biometric parameters of Sparidentex hasta juvenile at the end of growth trial (means ± SE, n=3)

	تیمارهای غذایی			
	Control	ARG	PHE	TRP
عملکرد رشد و تغذیه				
IBW (g) [a]	۴/۶۴ ± ۰/۰۸	۴/۶۹±۰/۰۶	۴/۶۰±۰/۰۴	۴/۶۷±۰/۰۴
FBW (g) [b]	۱۲/۸۴ ± ۰/۵۲ [a]	۱۲/۰۳±۰/۶۲ [ab]	۱۰/۱۲±۰/۳۱ [bc]	۹/۱۶±۰/۱۵ [c]
WG (%) [c]	۱۷۷/۰۳ ± ۵/۹ [a]	۱۵۴/۳۲±۴/۴ [b]	۱۲۰/۰۲±۲/۶ [c]	۹۸/۲۱±۱/۲ [d]
SGR [d]	۲/۳۹ ± ۰/۱۲ [a]	۲/۲۳±۰/۰۹ [a]	۱/۸۷±۰/۰۳ [b]	۱/۶۰±۰/۰۳ [c]
S (%) [e]	۱۰۰	۹۴/۴±۲/۹۴	۹۵±۲/۸۹	۹۴/۴±۲/۹۴
FCR [f]	۲/۰۰ ± ۰/۱۱ [c]	۲/۰۷±۰/۱۱ [c]	۲/۵۰±۰/۱۰ [b]	۲/۸۵±۰/۰۵ [a]
PER [g]	۱/۱۲ ± ۰/۱۱ [a]	۱/۰۷±۰/۱۱ [ab]	۰/۸۹±۰/۱۲ [bc]	۰/۷۹±۰/۰۶ [c]
FC (g fish^{-1}) [h]	۱۶/۲۷ ± ۰/۴۱ [a]	۱۵/۱۰±۰/۲۸ [a]	۱۳/۲۰±۰/۲۸ [b]	۱۲/۲۸±۰/۱۵ [b]
N Retention [i]	۱۷/۰۶ ± ۰/۹۷ [a]	۱۲/۸±۰/۷۶ [b]	۱۴/۸۹±۰/۲۵ [ab]	۱۲/۲۹±۰/۷۶ [b]
اندیس‌های بیومتری				
K [j]	۲/۳ ± ۰/۰۰	۲/۵ ± ۰/۱	۲/۳ ± ۰/۰۵	۲/۴ ± ۰/۰۷
HSI [k]	۲/۰۳ ± ۰/۰۷	۲/۲۸±۰/۱۹	۲/۲۰±۰/۲۸	۱/۹۲±۰/۲۲
VSI [l]	۹/۳۹ ± ۰/۴۲	۹/۷۶±۰/۵۶	۸/۲۴±۰/۵۱	۸/۰۹±۰/۴۲
IPF [m]	۱/۸۰ ± ۰/۱۶	۱/۷۲±۰/۲۰	۰/۸۲±۰/۲۱	۰/۷۰±۰/۱۱

[۱] حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی تفاوت آماری ($p < ۰/۰۵$) و عدم وجود حروف در ردیف‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلاف در پارامترهای مذکور است. [a] وزن اولیه. [b] وزن نهایی. [c] درصد افزایش وزن. [d] نرخ ویژه رشد. [e] نرخ بقا. [f] ضریب تبدیل غذایی. [g] نرخ کارایی پروتئین. [h] میزان مصرف غذا. [i] تثبیت نیتروژنی. [j] فاکتور وضعیت. [k] شاخص کبدی. [l] شاخص احشایی. [m] شاخص چربی احشایی.

آنالیز ترکیب شیمیایی کل بدن ماهیان مورد آزمایش در تیمارها در انتهای آزمایش و همچنین در ماهیان شروع آزمایش در جدول شماره ۵ گزارش گردیده است. آنالیز آماری فقط برای نتایج انتهای آزمایش گزارش شده است؛ که بر اساس نتایج حاصله تنها میزان خاکستر لاشه در بین تیمارها تغییرات معنی‌داری را نشان نداد. میزان رطوبت به‌صورت معنی‌داری در تیمار کمبود فنیل آلانین (۷۳/۲۵±۰/۸۲) بیشتر از تیمار شاهد (۰/۶۷ ± ۶۹/۶۵) بود ($p<۰/۰۵$). میزان پروتئین خام در مقایسه ی تیمار های دارای کمبود اسید آمینه نسبت به تیمار کنترل تفاوت معنی داری را نشان نداد. میزان چربی خام در دو تیمار کمبود اسید آمینه ی فنیل آلانین و تریپتوفان نسبت به تیمار کنترل کاهش یافت و انرژی ناخالص در همه‌ی تیمارهای دارای کمبود اسیدآمینه نسبت به شاهد با کاهش معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

در جدول شماره‌ی ۶ ترکیب اسیدآمینه‌ی لاشه‌ی ماهیان بر اساس گرم بر صد گرم پروتئین هم در تیمارهای آزمایشی و هم در ابتدای آزمایش بیان‌شده است. آنالیز آماری فقط برای ماهیان در انتهای آزمایش مورد بررسی قرار گرفت؛ که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و مقایسه تیمارهای موردمطالعه در انتهای آزمایش، اسیدهای آمینه هیستیدین، لوسین، ترئونین، گلایسین، پرولین، آلانین و سیستین بدون تغییر معنی‌دار مشاهده شدند ($p>۰/۰۵$). در میزان کل اسیدهای آمینه‌ی ضروری و غیرضروری نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. علی رغم کاهش چهل‌درصدی اسیدهای آمینه‌ی آرژنین و فنیل آلانین در جیره‌های کمبود اسیدهای آمینه مذکور، میزان این اسیدهای آمینه در لاشه ماهیان کاهش نیافتند. به علت از بین رفتن اسید آمینه ی تریپتوفان در هضم اسیدی در پروسه ی اندازه گیره اسید های آمینه این مقایسه برای این اسید آمینه امکانپذیر نبود. در تیمار کمبود اسیدآمینه‌ی آرژنین نسبت به شاهد کاهش اسیدهای آمینه‌ی لایزین و آسپارتیک اسید به‌صورت معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). در تیمار کمبود اسیدآمینه‌ی فنیل آلانین نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار میزان اسیدهای آمینه‌ی غیرضروری آسپارتیک اسید مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). در تیمار تغذیه شده با جیره‌ی دارای کمبود اسیدآمینه‌ی تریپتوفان اسیدهای آمینه‌ی فنیل آلانین، آسپارتیک اسید، سرین و تیروزین کمتر از تیمار شاهد گزارش گردید ($p<۰/۰۵$).

جدول ۵: آنالیز ترکیب کل لاشه (درصد وزن‌تر) ماهی صبیتی جوان در انتهای آزمایش (*means ± SE, n= 3*)[۱]

Tablr 5: Composition of whole body proximate (% of wet weight) of Sparidentex hasta juvenile at the end of the growth trial (*means± SE, n=3*)

	اولیه	Control	ARG	PHE	TRP
رطوبت	۷۲/۲۷ ± ۱/۱۶	۶۹/۶۵ ± ۰/۶۷ [b]	۷۲/۱۳±۰/۶۹ [ab]	۷۲/۲۵±۰/۸۲ [a]	۷۲/۰۸±۰/۸۹ [ab]
پروتئین خام	۱۷/۵۵ ± ۰/۶	۱۶/۴۴ ± ۰/۲۶ [ab]	۱۵/۱۴±۰/۶۷ [b]	۱۷/۲۷±۰/۳۸ [a]	۱۷/۶۱±۰/۴۱ [a]
چربی خام	۵/۱۱ ± ۰/۲۲	۷/۶ ± ۰/۲۲ [a]	۷/۱۸±۰/۱۴ [a]	۴/۴۶±۰/۱۶ [b]	۴/۲۹±۰/۲۹ [b]
خاکستر	۴/۲۹ ± ۰/۱۶	۴/۷۲ ± ۰/۲۱	۴/۵۶±۰/۱۲	۴/۴۹±۰/۱	۴/۴۰±۰/۱
انرژی ناخالص (MJ/kg)[۲]	۶/۲۲ ± ۰/۰۲	۶/۹۴ ± ۰/۰۷ [a]	۶/۵۴±۰/۰۶ [b]	۵/۸۸±۰/۰۶ [c]	۵/۸۸±۰/۰۱ [c]

[۱] حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی تفاوت آماری($p<۰/۰۵$) و عدم وجود حروف در ردیف‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلاف در پارامترهای مذکور است. [۲]محاسبه انرژی ناخالص بر اساس میزان انرژی موجود در هر گرم پروتئین (۲۳/۶ کیلوژول بر گرم)، چربی (۳۹/۵ کیلوژول بر گرم) و کربوهیدرات (۱۷/۲ کیلوژول بر گرم) محاسبه شد (NRC, 2011).

جدول ۶: ترکیب اسیدآمینه‌ی لاشه ما $g\ 16\ g^{-1}\ N$ (n = 3), هیان در ابتدا و انتهای آزمایش[۱].

Table 6: Amino acids profile of whole body of Sparidentex hasta juvenile at the beginning and end of growth trial. $g\ 16\ g^{-1}\ N$ (n=3).

	اولیه	Control	ARG	PHE	TRP
اسیدهای آمینه ضروری					
آرژنین	۶/۴۵ ± ۰/۰۳	۷/۸۲ ± ۰ [c]	۸/۷۲ ± ۰/۰۳ [a]	۷/۹۲ ± ۰/۰۸ [bc]	۸/۱۲ ± ۰/۰۱ [a]
هیستیدین	۲/۹۲ ± ۰/۰۳	۲/۶ ± ۰/۰۱ [b]	۲/۶۳ ± ۰/۰۱ [b]	۲/۷۸ ± ۰/۰۳ [a]	۲/۷۲ ± ۰/۰۳ [a]
ایزولوسین	۳/۹۷ ± ۰/۰۲	۳/۰۳ ± ۰/۰۸ [b]	۳/۵۹ ± ۰/۰۲ [a]	۳/۲۲ ± ۰/۰۳ [ab]	۳/۲۲ ± ۰/۰۵ [ab]
لوسین	۷/۵۸ ± ۰/۱	۷/۵۹ ± ۰/۰۷	۷/۳ ± ۰/۱۹	۷/۲۴ ± ۰/۱۸	۷/۱۷ ± ۰/۰۲
لایزین	۸/۶۱ ± ۰/۰۳	۷/۸ ± ۰/۰۳ [a]	۷/۵۷ ± ۰/۰۳ [b]	۷/۸۳ ± ۰/۰۲ [a]	۷/۷۵ ± ۰/۰۱ [a]
متیونین	۲/۵۲ ± ۰/۰	۲/۱ ± ۰/۰۳ [ab]	۲/۱۹ ± ۰/۰۸ [b]	۲/۲۲ ± ۰/۰۶ [a]	۲/۰۱ ± ۰/۰۱ [b]
فنیل آلانین	۳/۲۲ ± ۰/۰۲	۳/۱۸ ± ۰/۰۸ [a]	۲/۹۹ ± ۰/۰۳ [ab]	۲/۹۳ ± ۰/۰۹ [ab]	۲/۸۲ ± ۰/۰۱ [b]
ترئونین	۳/۸۲ ± ۰/۰۶	۳/۷۸ ± ۰/۰۱	۳/۷۶ ± ۰/۱	۳/۲ ± ۰/۲۲	۳/۳۹ ± ۰/۰
والین	۳/۸۶ ± ۰/۰۹	۳/۲۱ ± ۰/۱ [b]	۵/۱۳ ± ۰/۱۸ [a]	۳/۶۷ ± ۰/۰۵ [ab]	۵ ± ۰/۰۵ [a]
اسیدهای آمینه غیرضروری					
آسپارتیک اسید	۱۱/۱۱ ± ۰/۱	۱۰/۵۳ ± ۰/۰۳ [a]	۸/۲۳ ± ۰/۰۲ [c]	۹/۰۲ ± ۰/۱۸ [b]	۸/۱ ± ۰/۰۲ [c]
گلوتامیک اسید	۱۴/۱۷ ± ۰/۰۷	۱۴/۷۹ ± ۰/۰۸ [ab]	۱۴/۳۷ ± ۰/۲۲ [b]	۱۵/۸۷ ± ۰/۵۶ [a]	۱۴/۹۲ ± ۰/۰۳ [ab]
سرین	۳/۵۵ ± ۰/۰۳	۳/۶ ± ۰/۰۳ [a]	۳/۳۷ ± ۰/۱۸ [a]	۳/۱۲ ± ۰/۱۲ [ab]	۳/۸۶ ± ۰/۰۳ [a]
گلایسین	۷/۵۸ ± ۰/۰۹	۶/۴۳ ± ۰/۲۴	۸/۰۳ ± ۰/۴۷	۷/۴۲ ± ۰/۱۶	۸/۲۶ ± ۰/۲۳
پرولین	۲/۵ ± ۰/۰۳	۲/۴۲ ± ۰/۰۳	۲/۷۲ ± ۰/۱۲	۲/۱۲ ± ۰/۲۲	۲/۴۲ ± ۰
آلانین	۶/۹۲ ± ۰/۰۲	۷/۰۸ ± ۰/۰۳	۶/۷۲ ± ۰/۰۵	۶/۴۱ ± ۰/۳۱	۷/۰۷ ± ۰/۰۴
تیروزین	۲/۲۵ ± ۰/۰۳	۲/۱۷ ± ۰/۰۳ [ab]	۲ ± ۰/۰۳ [bc]	۲/۲۲ ± ۰/۰۸ [a]	۲/۹۶ ± ۰/۰۶ [c]
سیستئین	۰/۹۵ ± ۰/۰۸	۰/۹۶ ± ۰/۱۲	۰/۸۷ ± ۰/۱۱	۱/۰۳ ± ۰/۰۵	۱/۰۳ ± ۰/۰۲
کل اسید آمینه‌های ضروری	۳۴/۷۲ ± ۰/۱۲	۳۴/۰۹ ± ۰/۲۵	۳۷/۰۸ ± ۰/۶	۳۴/۳۲ ± ۰/۲۶	۳۴/۷۲ ± ۰/۱۳
کل اسید آمینه‌های غیرضروری	۵۱/۰۵ ± ۰/۲	۵۱/۱۸ ± ۰/۲۹	۴۹/۴۲ ± ۰/۵۷	۵۰/۴۱ ± ۰/۰۹	۴۹/۷۲ ± ۰/۱۶
کل اسید آمینه‌ها	۹۵/۷۷ ± ۰/۳۱	۹۷/۲۷ ± ۰/۱۱	۹۶/۵ ± ۰/۰۶	۹۶/۷۴ ± ۰/۱۹	۹۶/۴۶ ± ۰/۰۳

[۱] میانگین ۳ تکرار، حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی تفاوت آماری ($p<۰/۰۵$) و عدم وجود حروف در ردیف‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلاف در پارامترهای مذکور است.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

بحث

اسیدآمینه‌ی آرژنین در بسیاری از فعالیت‌های مربوط به رشد در بدن شرکت می‌کند. برخی از گذرگاه‌های متابولیکی که آرژنین در آن حضور دارد که شامل ساخت پروتئین، ساخت اوره و متابولیسم گلوتامیک اسید، پرولین، گلوکز و اسیدهای چرب می‌باشد (Flynn *et al.*, 2002) همچنین بیان شده است که اسیدآمینه‌ی آرژنین تأثیراتی بر ایمنی ماهیان دارد (Cheng *et al.*, 2011). احتیاج غذایی به اسیدآمینه‌ی آرژنین برای چندین گونه از ماهیان مورد بررسی قرار گرفته است که دامنه‌ی وسیعی از گزارش‌ها را شامل می‌شود که این دامنه از ۳ درصد پروتئین غذایی در توربت (*Pseua maxima*) تا ۸/۱ درصد از پروتئین غذایی برای سیبریم سیاه (*Sparus macrocephalus*) می‌باشد (NRC, 2011). در مطالعه حاضر کاهش اسیدآمینه‌ی آرژنین نسبت به سایر اسیدهای آمینه محدودیت کمتری در رشد ایجاد کرد. اما این کاهش رشد نسبت به تیمار شاهد کاملاً معنی دار بود. گزارش مشابهی از تأثیر در کاهش رشد و کاهش در تثبیت پروتئین در برخی از ماهیان تغذیه شده با رژیم غذایی دارای کمبود اسیدآمینه‌ی آرژنین بیان شده است (Chen *et al.*, 2012) که با نتایج مشاهده شده در مطالعه ی حاضر همخوانی دارد.

اسیدآمینه‌ی تریپتوفان و متابولیت‌های آن (سراتونین و ملاتونین) در تنظیم میزان تغذیه، تولید مثل، ایمنی، نقش‌های عصبی و پاسخ‌های ضد استرسی علاوه بر ساخت پروتئین نقش دارند. بنابراین تأمین میزان مورد نیاز از این اسیدآمینه‌ی ضروری در جیره برای رشد، توسعه و سلامتی حیوانات و انسان ضروری می‌باشد (Yao *et al.*, 2011). تریپتوفان به عنوان سومین و یا چهارمین اسیدآمینه‌ی محدود کننده در جیره‌های غذایی بر مبنای کنجاله‌ی سویا بعد از لایزین و متیونین و ترئونین برای خوک مطرح می‌باشد (Jansman *et al.*, 2010). در ماهیان نیز بعد از متیونین و لایزین، تریپتوفان به عنوان یکی از محدود کننده ترین اسیدهای آمینه‌ی در جیره‌های بر مبنای مواد گیاهی مطرح شده است (Coloso *et al.*, 2004). کمبود اسیدآمینه‌ی تریپتوفان در جیره باعث ایجاد کاتاراکت در موش و خوک شده است (Poston & Rumsey, 1983) در صورتی که گزارشی از ایجاد کاتاراکت در اثر کمبود این اسیدآمینه‌ی ضروری در ماهیان موجود نمی‌باشد. مطالعات مختلفی تأثیر کمبود اسیدآمینه‌ی تریپتوفان را در جیره بر بیماری‌های لردوزیس و اسکلروزیس بخصوص در ماهیان آزاد نشان داده‌اند. ولی در برخی مطالعات این تأثیر اثبات نشده است (Poston & Rumsey, 1983) در مطالعه‌ی حاضر نیز هیچ نشانه‌ای از بیماری‌های ذکر شده در ماهیان تغذیه شده با جیره‌ی حاوی کمبود اسیدآمینه‌ی تریپتوفان مشاهده نگردید اما کاهش رشد، کاهش تغذیه و فاکتورهای مربوطه نسبت به شاهد همانند مطالعات ذکر شده مشاهده شد.

فنیل آلانین یک اسیدآمینه‌ی آروماتیک است که میزان نیاز به آن تحت تأثیر میزان اسیدآمینه‌ی تیروزین در جیره قرار دارد. فنیل آلانین می‌تواند به تیروزین تبدیل شود هرچند که تیروزین نمی‌تواند به‌صورت برعکس به فنیل آلانین تبدیل شود (Kim *et al.*, 2012). اسیدآمینه‌ی فنیل آلانین تأثیر بسیار زیادی بر میزان تغذیه، عملکرد رشد، ایمنی و بقای ماهیان در محیط‌های طبیعی دارد (Li *et al.*, 2009). در این مطالعه نیز در تیمار کمبود فنیل آلانین تاثیرات منفی بر تغذیه و رشد به خوبی با فاکتور های بیان شده در جدول چهار قابل مشاهده می باشد.

در مطالعه ی حاضر بجز ماهیان تغذیه شده با جیره ی دارای کمبود اسید آمینه ی آرژنین، دو تیمار دیگر به صورت معنی داری میران کمتری از چربی کل لاشه را نسبت به تیمار های کنترل نشان دادند که نشان دهنده ی تقاضای انرژی بالاتر و نرخ سوخت‌وساز بیشتر در این تیمار ها بود که سبب کاهش چربی کل لاشه در این ماهیان گردید و در همین راستا میزان انرژی ناخالص در همه ی تیمار های آزمایشی نسبت به تیمار کنترل کاهش یافت. ماهیان تغذیه شده با جیره ی دارای کمبود اسید آمینه‌ی آرژنین دارای کمترین میزان پروتئین کل لاشه بودند که نشان دهنده ی استفاده بیشتر از پروتئین نسبت به چربی به عنوان منبع انرژی در این گروه از ماهیان می باشد. در همین راستا کاهش کارایی اسید های آمینه ی ضروری ممکن است موجب اختلال در متابولیسم چربی گردد زیرا منبع اصلی کربن برای ساخت اسید های چرب در ماهی از اسید های آمینه ی فراهم شده توسط پروتئین غذایی می باشد (Henderson, 1996). به علاوه مطالعات اخیر نشان داده اند که اصلاح ترکیب غذایی اسید های آمینه ی ضروری تاثیر زیادی بر متابولیسم چربی و تعادل انرژی از طریق مکانیسم های تنظیمی اسید های آمینه ی ضروری (EAA-sensing mechanisms) دارد (Anthony *et al.*, 2013). این مساله نیز گزارش شده است که

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

محرومیت غذایی اسید های آمینه ی ضروری بر کاهش ترجمه ی بسیاری از ژن های سازنده ی چربی مانند fatty acid synthase موثر است (Dudek & Semenkovich, 1995; Palii *et al.*, 2009; Shan *et al.*, 2010; Anthony *et al.*, 2013).

در آزمایش حاضر، علی رغم کاهش میزان اسیدهای آمینه آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان در جیره‌های غذایی، میزان این اسیدآمینه‌ها در لاشه کاهش نیافت که ممکن است به دلیل حفظ اسیدهای آمینه مذکور در هنگام مواجه با کمبود آن‌ها در جیره غذایی باشد. این مطلب با این فرض که مکانیسمی در ماهیان برای کاهش مصرف اسیدآمینه‌ی ضروری کاهش داده‌شده وجود دارد، دریک راستا می‌باشد (Jarss & Bastrop, 1995). نتایج مشابهی در مطالعه‌ی ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) گزارش شده است (Rollin *et al.*, 2003). همچنین بیان شده است که عدم تغییر در پروفیل اسید آمینه ی لاشه در مواجهه با کمبود تغذیه ای اسید آمینه ی مذکور میتواند مربوط به پروفیل اسیدآمینه‌ای ضروری به‌شدت محافظت‌شده پروتئین‌های لاشه‌ی ماهی باشد که تحت تأثیر کیفیت غذا و سن ماهی قرار نمی‌گیرند (Mambrini & Kaushik, 1995; Wilson, 2003).

نتایج این مطالعه نشان داد که با کاهش میزان اسیدهای آمینه آرژنین، فنیل آلانین و تریپتوفان در جیره‌ی ماهی صبیتی به‌صورت کاملاً معنی‌داری بیشتر فاکتورهای رشد و تغذیه‌ی ماهی تحت تأثیر قرار گرفت. که نشان دهنده اهمیت ساخت جیره های غذایی کامل و بدون کمبود در تغذیه ی ماهیان می باشد به صورتی که کاهش یک اسید آمینه ی ضروری تاثیر بسیار زیادی در جذب سایر اسید های آمینه و ساخت پروتئین و در نهایت رشد دارد. کاهش پروتئین کل لاشه در تیمار کمبود اسید آمینه ی آرژنین نشان دهنده استفاده بیشتر از پروتئین نسبت به چربی به عنوان منبع انرژی در این گروه از ماهیان می باشد. از آنجا که منبع اصلی کربن برای ساخت اسید های چرب در ماهی از اسید های آمینه ی فراهم شده توسط پروتئین غذایی می باشد کاهش چربی لاشه در همه ی تیمار های آزمایشی نشان دهنده ی اختلال در متابولیسم چربی با کاهش کارایی اسید های آمینه ی ضروری در بدن می باشد. عدم تغییر معنی‌دار اسیدهای آمینه‌ی کاهش یافته در جیره‌ها، در لاشه‌ی ماهیان نشان‌دهنده ذخیره‌سازی این اسیدهای آمینه‌ی محدودشده توسط بدن ماهی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله از طرح مصوب صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور با کد شماره ۹۲۰۱۱۶۱۰ استخراج شده است. نویسندگان از پرسنل پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور و ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی کمال تشکر و قدر دانی را به جهت همکاری های صورت گرفته دارند.

منابع

Amano, M., Iigo, M., Ikuta, K., Kitamura, S., Okuzawa, K., Yamada, H. and Yamamori, K., 2004. Disturbance of plasma melatonin profile by high dose melatonin administration inhibits testicular maturation of precocious male masu salmon. Zoological science, 21: 79-85. https://doi.org/10.2108/0289-0003(2004)21[79:DOPMPB]2.0.CO;2

Ambardekar, A.A., Reigh, R.C. and Williams, M.B., 2009. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 291: 179-187. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.02.044

Anthony, T.G., Morrison, C.D. and Gettys, T.W., 2013. Remodeling of lipid metabolism by dietary restriction of essential amino acids. Diabetes, 62: 2635-2644. https://doi.org/10.2337/db12-1613

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis, MD: Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg.

Aragao, C., Corte-Real, J., Costas, B., Dinis, M.T. and Conceição, L., 2008. Stress response and changes in amino acid requirements in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

1858). Amino acids, 34: 143-148. doi:10.1007/s00726-007-0495-2

Basurco, B., Lovatelli, A. and Garc´ıa, B., 2011. Current status of Sparidae aquaculture In *Sparidae Biology and Aquaculture of Gilthead Sea Bream and Other Species* (Pavlidis, M.A. and Mylonas, C.C. eds.), 390 p. A John Wiley & Sons, Ltd, Crete.

Bhattacharya, S., Chattoraj, A. and Maitra, S.K., 2007. Melatonin in the regulation of annual testicular events in carp *Catla catla*: evidence from the studies on the effects of exogenous melatonin, continuous light, and continuous darkness. Chronobiology international, 24: 629-650. http://dx.doi.org/10.1080/07420520701534665

Buentello, J.A. and Gatlin, D.M., 1999. Nitric oxide production in activated macrophages from channel catfish (*Ictalurus punctatus*): influence of dietary arginine and culture media. Aquaculture, 179: 513-521. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00184-2

Buentello, J.A. and Gatlin, D.M., 2000. The dietary arginine requirement of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) is influenced by endogenous synthesis of arginine from glutamic acid. Aquaculture, 188: 311-321. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00344-6

Buentello, J.A. and Gatlin III, D.M., 2001. Effects of elevated dietary arginine on resistance of channel catfish to exposure to *Edwardsiella ictaluri*. Journal of Aquatic Animal Health, 13: 194-201. http://dx.doi.org/10.1577/1548-8667(2001)013<0194:EOEDAO>2.0.CO;2

Chang, C.-C., Wu, Z.-R., Kuo, C.-M. and Cheng, W., 2007. Dopamine depresses immunity in the tiger shrimp *Penaeus monodon*. Fish & shellfish immunology, 23: 24-33. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2006.09.001

Chen, G., Feng, L., Kuang, S., Liu, Y., Jiang, J., Hu, K., Jiang, W., Li, S., Tang, L. and Zhou, X., 2012. Effect of dietary arginine on growth, intestinal enzyme activities and gene expression in muscle, hepatopancreas and intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). British Journal of Nutrition, 108: 195-207. https://doi.org/10.1017/S0007114511005459

Cheng, Z., Buentello, A. and Gatlin, D.M., 2011. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture, 319: 247-252. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.025

Coloso, R., Murillo-Gurrea, D., Borlongan, I. and Catacutan, M., 2004. Tryptophan requirement of juvenile Asian sea bass *Lates calcarifer*. Journal of Applied Ichthyology, 20: 43-47. doi: 10.1111/j.1439-0426.2004.00478.x

Dudek, S.M. and Semenkovich, C.F., 1995. Essential amino acids regulate fatty acid synthase expression through an uncharged transfer RNA-dependent mechanism. Journal of biological chemistry, 270: 29323-29329. doi: 10.1074/jbc.270.49.29323

Fang, Y.Z., Yang, S. and Wu, G., 2002. Free radicals, antioxidants, and nutrition. Nutrition, 18: 872-879. https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00916-4

Flynn, N., Meininger, C., Haynes, T. and Wu, G., 2002. The metabolic basis of arginine nutrition and pharmacotherapy. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56: 427-438. https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00273-1

Garg, S., 2007. Effect of oral administration of l-thyroxine (T4) on growth performance, digestibility, and nutrient retention in Channa punctatus (Bloch) and Heteropneustes fossilis (Bloch). Fish Physiology and Biochemistry, 33: 347-358. doi: 10.1007/s10695-007-9166-1

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

Gouillou-Coustans, M., Fournier, V., Métailler, R., Vachot, C., Desbruyères, E., Huelvan, C., Moriceau, J., Le Delliou, H. and Kaushik, S., 2002. Dietary arginine degradation is a major pathway in ureagenesis in juvenile turbot (*Psetta maxima*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 132: 305-319. https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00032-6

Green, J. and Hardy, R., 2002. The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. Fish Physiology and Biochemistry, 27: 97-108. doi: 10.1023/B:FISH.0000021878.81647.6e

Henderson, R., 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. Archives of Animal Nutrition, 49: 5-22. http://dx.doi.org/10.1080/17450399609381859

Höglund, E., Sørensen, C., Bakke, M.J., Nilsson, G.E. and Øverli, Ø., 2007. Attenuation of stress-induced anorexia in brown trout (*Salmo trutta*) by pre-treatment with dietary L-tryptophan. British Journal of Nutrition, 97: 786-789. https://doi.org/10.1017/S0007114507450280

Hossain, M., Al-Abdul-Elah, K. and El-Dakour, S., 2014. Evaluation of Different Commercial Feeds for Culture of Juvenile Sobaity (*Sparidentex Hasta* Valenciennes) in Kuwait. APCBEE Procedia, 8: 310-316. https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.046

Hseu, J., Lu, F., Su, H., Wang, L., Tsai, C. and Hwang, P., 2003. Effect of exogenous tryptophan on cannibalism, survival and growth in juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. Aquaculture, 218: 251-263. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00503-3

Jansman, A., van Diepen, J.T.M. and Melchior, D., 2010. The effect of diet composition on tryptophan requirement of young piglets. Journal of animal science, 88: 1017-1027. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2005.12.001

Jarss, K. and Bastrop, R., 1995. Amino acid metabolism in fish, in" Biochemistry and Molecular Biology of Fishes"(ed. by PW Hochachka and TP Mommsen), Vol. 4. Elsevier Science, Amster dam.

Jobgen, W.S., Fried, S.K., Fu, W.J., Meininger, C.J. and Wu, G., 2006. Regulatory role for the arginine–nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates. The Journal of nutritional biochemistry, 17: 571-588. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2005.12.001

Kim, S.S., Rahimnejad, S., Song, J.W. and Lee, K.J., 2012. Comparison of growth performance and whole-body amino acid composition in red seabream (*Pagrus major*) fed free or dipeptide form of phenylalanine. Asian-Australasian journal of animal sciences, 25: 1138. Asian-Australas J Anim Sci. 2012 Aug; 25(8): 1138–1144. doi: 10.5713/ajas.2012.12054

Köprücü, K. and Özdemir, Y., 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 250: 308-316. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.12.003

Lepage, O., Tottmar, O. and Winberg, S., 2002. Elevated dietary intake of L-tryptophan counteracts the stress-induced elevation of plasma cortisol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of experimental biology, 205: 3679-3687.

Li, P., Mai, K., Trushenski, J. and Wu, G., 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino acids, 37: 43-53. doi:10.1007/s00726-008-0171-1

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

Lindroth, P. and Mopper, K., 1979. High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthaldialdehyde. Analytical chemistry, 51: 1667-1674. doi: 10.1021/ac50047a019

Mambrini, M. and Kaushik, S., 1995. Indispensable amino acid requirements of fish: correspondence between quantitative data and amino acid profiles of tissue proteins. Journal of Applied Ichthyology, 11: 240-247. doi: 10.1111/**j**.1439-0426

Marammazi, J.G., Yaghoubi, M., Safari, O., Peres, H. and Mozanzadeh, M.T., 2016. Establishing the optimum dietary essential amino acids pattern for silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles by deletion method. Aquaculture Nutrition: In press.

Mommsen, T.P., Moon, T.W. and Plisetskaya, E.M., 2001. Effects of arginine on pancreatic hormones and hepatic metabolism in rainbow trout. Physiological and Biochemical Zoology, 74: 668-678.

Mozanzadeh, M., Marammazi, J., Yaghoubi, M., Yavari, V., Agh, N. and Gisbert, E., 2015a. Somatic and physiological responses to cyclic fasting and re-feeding periods in sobaity sea bream (*Sparidentex hasta*, Valenciennes 1830). Aquaculture Nutrition. doi: 10.1111/anu.12379.

Mozanzadeh, M., Yavari, V., Marammazi, J., Agh, N. and Gisbert, E., 2016a. Optimal dietary carbohydrate-to-lipid ratios for silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles. Aquaculture Nutrition: doi: 10.1111/anu.12415.

Mozanzadeh, M.T., Agh, N., Yavari, V., Marammazi, J.G., Mohammadian, T. and Gisbert, E., 2016b. Partial or total replacement of dietary fish oil with alternative lipid sources in silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*). Aquaculture, 451: 232-240. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.09.022

Mozanzadeh, M.T., Marammazi, J.G., Yavari, V., Agh, N., Mohammadian, T. and Gisbert, E., 2015b. Dietary n− 3 LC-PUFA requirements in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). Aquaculture, 448: 151-161. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.007

NRC, 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*, The National Academies Press, Washington, DC.

Palii, S., Kays, C., Deval, C., Bruhat, A., Fafournoux, P. and Kilberg, M., 2009. Specificity of amino acid regulated gene expression: analysis of genes subjected to either complete or single amino acid deprivation. Amino acids, 37: 79-88. doi: 10.1007/s00726-008-0199-2

Pinto, W., Figueira, L., Dinis, M.T. and Aragao, C., 2009. How does fish metamorphosis affect aromatic amino acid metabolism? Amino acids, 36: 177-183. doi:10.1007/s00726-008-0045-6

Poston, H.A. and Rumsey, G.L., 1983. Factors affecting dietary requirement and deficiency signs of L-tryptophan in rainbow trout. The Journal of nutrition, 113: 2568-2577.

Rønnestad, I., Conceição, L.E., Aragão, C. and Dinis, M.T., 2000. Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). The Journal of nutrition, 130: 2809-2812.

Rubio, V., Sánchez-Vázquez, F. and Madrid, J., 2006. Oral serotonin administration affects the quantity and the quality of macronutrients selection in European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. Physiology & behavior, 87: 7-15. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.08.030

Shan, J., Lopez, M.-C., Baker, H.V. and Kilberg, M.S., 2010. Expression profiling after

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

activation of amino acid deprivation response in HepG2 human hepatoma cells. Physiological genomics, 41: 315-327. doi: 10.1152/physiolgenomics.00217.2009

Vijayan, M., Mommsen, T., Glemet, H. and Moon, T., 1996. Metabolic effects of cortisol treatment in a marine teleost, the sea raven. The Journal of experimental biology, 199: 1509-1514.

Wilson, R.P., 2003. 3 - Amino Acids and Proteins In *Fish Nutrition (Third Edition)* (Hardy, J.E.H.W. ed.), pp. 143-179. Academic Press, San Diego.

Wu, G. and Morris, J.S., 1998. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. Biochem. J, 336: 1-17. doi: 10.1042/bj3360001

Yaghoubi, M., Mozanzadeh, M.T., Marammazi, J.G., Safari, O. and Gisbert, E., 2016. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). Aquaculture, 468: 50-59. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.002

Yao, K., Fang, J., Yin, Y., Feng, Z.-M., Tang, Z.-R. and Wu, G., 2011. Tryptophan metabolism in animals: important roles in nutrition and health. Front Biosci, 3: 286-297. doi: 10.2741/s152

Yao, K., Yin, Y.-L., Chu, W., Liu, Z., Deng, D., Li, T., Huang, R., Zhang, J., Tan, B. and Wang, W., 2008. Dietary arginine supplementation increases mTOR signaling activity in skeletal muscle of neonatal pigs. The Journal of nutrition, 138: 867-872.

Yoo, J.H., Takeuchi, T., Tagawa, M. and Seikai, T., 2000. Effect of thyroid hormones on the stage-specific pigmentation of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Zoological science, 17: 1101-1106. https://doi.org/10.2108/zsj.17.1101

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113492]
Downloaded from isfj.ir at 13:28 +0330 on Saturday March 10th 2018

Effects of arginine, phenylalanine and tryptophan deficiency in diets on growth factors and whole body proximate of Sobaity seabream juvenile (*Sparidentex hasta*)

Ghafleh Marammazi J.[1]; Yaghoubi M.[1*]; Safari O.[2]

*m.yaghoubi@ut.ac.ir

1-Research Institute for Aquaculture south, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organzation (AREEO), Ahwaz
2-Department of Fisheries, Ferdowsi University of Mashhad, Khorasan Razavi

Abstract

On this study effects of reducing arginine, phenylalanine and tryptophan amino acids in diets of Sobaity seabream in a constant level (40%) on growth, nutritional indices, whole body chemical proximate and amino acids, was assessed. For these purposes four different treatments in triplicate was used during 42 days in base of feeding with semipurified diets containing crystalline amino acids. The control diet was without any deficiency, the arginine (ARG), phenylalanine (PHE) and tryptophan (TRP) diets were deficient in arginine, phenylalanine and tryptophan respectively. Crystalline amino acids were used to formulate diets precisely with desired amounts of deficiency. In fish fed ARG diet, just two factors including nitrogen retention and percentage of weight gain decreased in comparing with control group ($p< 0.05$). But in PHE and TRP treatments all the growth and nutrition factors including final weight, weight gain, specific growth rate, feed consumption, protein efficiency and nitrogen retention decreased significantly regarding to the control group ($p<0.05$). The experimental treatments affect whole body proximate regarding to the control by increasing whole body moisture in PHE, reduction of gross energy in all treatments and reduction of Crude lipids in TRP and PHE ($p<0.05$). Reduction of whole body protein in ARG treatment showed using more protein rather than lipids as a source of energy in this group of fish. Reduction of whole body lipid in all treatments regarding to the control group showed some disorder in lipid metabolism. In spite of arginine, phenylalanine and tryptophan deficiency in diets, the amounts of these amino acids in fish whole body did not decreased that showed amino acids sparing effect for these three essential amino acids happened in fish body. The results of the current study showed that reduction of one single essential amino acid from diet have strong effects on other amino acids retention and consequently reduces protein synthesis and growth.

Keywords: Arginine, Phenylalanine, Tryptophan, Amino acids deficiency, Sobaity seabrem, *Sparidentex hasta*

*Corresponding author