

## بررسی اثر سطوح متفاوت اسیدهای آمینه لیزین و متیونین بر ترکیبات بیوشیمیایی و

### پروفیل اسید آمینه بدن ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*)

نگار بیرمی<sup>۱</sup>، محمد ذاکری<sup>۱\*</sup>، پریتا کوچنین<sup>۱</sup>، وحید یاورى<sup>۱</sup>، حمید محمدی آذر<sup>۱</sup>

\* zakeri.mhd@gmail.com

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۴

#### چکیده

در این مطالعه که به مدت ۸ هفته به طول انجامید اثر سطوح متفاوت لیزین و متیونین بر ترکیبات بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای آمینه بدن ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*) بررسی شد. بدین منظور تعداد ۱۸۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزن اولیه  $1/4 \pm 37/59$  گرم، به طور تصادفی در ۱۸ تانک توزیع گردیدند. ماهیان سه بار در روز تا حد سیری و با ۶ جیره غذایی تغذیه شدند که جیره های غذایی عبارت بودند از: تیمار ۱ (گروه کنترل): فاقد لیزین و متیونین، تیمار ۲: ۱۰۰٪ متیونین، تیمار ۳: ۷۵٪ متیونین و ۲۵٪ لیزین، تیمار ۴: ۵۰٪ متیونین و ۵۰٪ لیزین، تیمار ۵: ۲۵٪ متیونین و ۷۵٪ لیزین، تیمار ۶: ۱۰۰٪ لیزین. نتایج نشان داد که محتوای پروتئین لاشه به طور معنی داری تحت تاثیر مکمل های آمینو اسیدی قرار گرفت و بالاترین میزان آن در لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمار ۳ سنجش شد ( $p < 0.05$ ). بعلاوه افزایش سطح لیزین در جیره سبب افزایش میزان چربی لاشه ماهیان مورد مطالعه گشت هرچند که محتوای چربی، رطوبت و خاکستر لاشه در بین گروه های مختلف تفاوت معنی دار نشان نداد. همچنین مجموع اسیدهای آمینه ضروری ( $\Sigma EAA$ ) و اسیدهای آمینه غیر ضروری ( $\Sigma NEAA$ ) و نسبت  $\Sigma EAA / \Sigma NEAA$ ، تحت تاثیر مکمل های آمینو اسیدی قرار گرفتند به طوری که  $\Sigma EAA$  بدن و نسبت  $\Sigma EAA / \Sigma NEAA$  با افزایش سطح مکمل ها بطور معنی داری افزایش نشان داد و در تیمارهای تغذیه شده با سطوح بالای متیونین بالاترین مقدار مشاهده شد. نتایج حاصل مبین آن است که افزودن مکمل های آمینو اسیدی به میزان ۷۵٪ مکمل متیونین و ۲۵٪ مکمل لیزین به جیره ای با ۴۵/۹۵ درصد پروتئین دارای اثرات مثبت بر ترکیبات بیوشیمیایی لاشه و محتوی اسیدهای آمینه بدن در پرورش بچه ماهی صبیتی می باشد.

**کلمات کلیدی:** ماهی صبیتی، اسید آمینه، لیزین، متیونین، *Sparidentex hasta*

\* نویسنده مسئول

## مقدمه

شانک ماهیان دارای گونه های مهم از نظر تجاری هستند که تعدادی از آن ها در آبی پروری مورد استفاده قرار می گیرند (Platell et al., 2007). ماهی صبیتی، *Sparidentex hasta* (Valenciennes, 1830)، از ماهیان با ارزش این خانواده است که از گونه های مهم و تجاری خلیج فارس محسوب می شود. این ماهی در مناطق مختلف خلیج فارس به خصوص در سواحل استان خوزستان میزان صید بالایی دارد و بومی آب های کشور ایران و سایر کشورهای حوضه خلیج فارس می باشد (Teng et al., 1999).

در صنعت تکثیر و پرورش آبزیان، میزان تولید اهمیت فوق العاده ای دارد. از مهم ترین عوامل دخیل در این زمینه می توان به غذا، مدیریت تغذیه و شناخت فیزیولوژی رشد اشاره کرد (Belanger, 2002). مطالعات انجام شده در زمینه تغذیه آبزیان اغلب با هدف کاهش هزینه ها و افزایش میزان بهره وری با فرمولاسیون جدید جیره های غذایی است (Sardar et al., 2009). پروتئین از ترکیبات ضروری و گران قیمت در جیره غذایی آبزیان می باشد. پروتئین همچنین نیاز بدن به اسید های آمینه ضروری و غیر ضروری برای سنتز پروتئین را تأمین می کند. هنگامی که یک اسید آمینه ضروری در جیره غذایی موجود نباشد، آن اسید آمینه به عنوان اسید آمینه محدود کننده مطرح می شود، زیرا سنتز پروتئین با محدودیت روبرو می گردد (NRC, 2011).

بطور معمول متیونین اولین اسید آمینه ضروری محدود کننده در بسیاری از جیره های غذایی، به ویژه جیره هایی با سطوح بالای منابع پروتئین های گیاهی می باشد (Mai et al., 2008; Espe et al., 2006(a)). از نظر بیولوژیکی نیز متیونین دارای اهمیت فراوانی است؛ بخش سولفوری این اسید آمینه به عنوان دهنده مهم گروه متیل برای سنتز کراتین و اسپرمیدین به کار گرفته می شود که این عمل نقش بسیار مهمی در تنظیم سوخت و ساز بدن ماهی دارد (Mai et al., 2006(a); Grillo & Colombatto, 2007; Li et al., 2009; Ahmed, 2012). تعیین میزان متیونین جیره غذایی دارای اهمیت بالایی است و کاهش میزان متیونین در جیره از شرکت آن

در سنتز پروتئین جلوگیری کرده و در نتیجه میزان متیونین ماهیچه کاهش می یابد (Mai et al., 2006(a)). لیزین نیز از اسید های آمینه مهم محدود کننده در ترکیبات مورد استفاده برای فرمولاسیون غذای تجاری ماهی ها است (Mai et al., 2006(b); Abimorad et al., 2009; Yang et al., 2010). از آنجایی که لیزین در لاشه بسیاری از ماهیان در غلظت های بالایی مشاهده شده است لذا از اساسی ترین اسید های آمینه در تغذیه ماهیان به شمار می رود (Lin et al., 2013). دلیل نیاز متابولیکی بدن به لیزین بیوسنتز کارنیتین بوده و کارنیتین با تسهیل انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بلند به درون میتوکندری نقش مهمی را در بتا اکسیداسیون چربی ایفا می کند (Yang et al., 2011). همچنین لیزین در مقایسه با سایر اسید های آمینه بسیار سریع توسط روده برای ساخته شدن پروتئین و دیگر فرآیند های متابولیکی به کار گرفته می شود (Deng et al., 2010; Farhat & Khan, 2013).

بنابراین تعیین این موضوع ضروری است که افزودن مکمل های آمینواسیدی لیزین و متیونین در جیره های غذایی با مقادیر مطلوب پروتئین حیوانی مانند پودر ماهی چه تاثیری بر ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهیان دارند. از این رو با توجه به مطالب ارائه شده، این تحقیق جهت بررسی اثرات مکمل غذایی لیزین و متیونین بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن و اسیدهای آمینه لاشه در ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*) طراحی گردیده است.

## مواد و روش ها

در این مطالعه که از شهریور تا آبان ماه ۱۳۹۲ به مدت ۸ هفته به انجام رسید، جهت بررسی اثرات سطوح مختلف لیزین و متیونین بر ترکیبات بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای آمینه بدن ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*) شش جیره غذایی فرموله شد. جیره های غذایی آزمایشی شامل ترکیباتی از جمله پودر ماهی دریایی و پودر سویا بعنوان منابع اصلی پروتئین، روغن ماهی دریایی و روغن سویا بعنوان منابع اصلی چربی، آرد گندم، مکمل ویتامین ها و مواد معدنی و مقادیر مختلف مکمل اسید های آمینه کریستاله لیزین و متیونین بودند. اجزای غذایی

آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. این مطالعه در شش تیمار آزمایشی با سه تکرار انجام شد. تعداد ۱۸۰ عدد ماهی با میانگین وزن  $1/40 \pm 37/59$  گرم و میانگین طول  $11/90 \pm 0/20$  سانتیمتر در ۱۸ عدد تانک استوانه ای شکل از جنس پلی اتیلن با ظرفیت ۳۰۰ لیتر ذخیره سازی شدند (۱۰ عدد ماهی در هر تانک). ماهیان سه بار در روز در ساعات ۰۸:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۱۸:۰۰ بر اساس روش سیری (Yuan et al., 2011; Rawles et al., 2013) و به مدت ۵۶ روز به صورت دستی، غذادهی شدند (Lin et al., 2013; Ahmed, 2012; Zhou et al., 2010). به منظور توزیع یکسان غذا در تانک، افزایش زمان ماندگاری غذا در آب و کاهش تلاطم آب، هوادهی در طول مدت غذادهی قطع شد و بعد از اتمام زمان تغذیه، هوادهی مجدداً انجام گرفت. بعد از هر وعده ی غذادهی، تانک ها سیفون و مقدار غذای خورده نشده محاسبه و براساس میانگین وزن قطعات غذا، مقدار دقیق غذای مصرف شده محاسبه گردید (Sardar et al., 2009; Hansen et al., 2011). در روز هایی که زیست سنجی و نمونه برداری انجام شد، ماهیان به مدت ۲۴ ساعت غذادهی نشدند. تعویض آب روزانه حدود ده درصد برای هر تانک انجام می شد. هر تانک با استفاده از یک سنگ هوا به وسیله هواده مرکزی هوادهی گردید.

این آزمایش در سالن سرپوشیده با دوره نوری حدود دوازده ساعت روشنایی به دوازده ساعت تاریکی (12 L: 12 D) انجام گرفت. پارامترهای کیفی آب شامل دما و شوری به صورت روزانه قبل از غذادهی (دستگاه شوری سنج مدل AZ8371-ژاپن) و اکسیژن آب و pH (دستگاه مولتی متر مدل HQ 40d - آلمان) به صورت هفتگی اندازه گیری می شدند. در طول دوره ی آزمایش به طور میانگین دمای آب  $26/1 \pm 0/1$  درجه سانتی گراد، میزان شوری آب  $45/0 \pm 0/07$  قسمت در هزار، میزان اکسیژن محلول  $6/64 \pm 0/09$  میلی گرم بر لیتر و میانگین pH برابر ۸ - ۷ بود.

مورد نیاز از کارخانه خوراک دام، طیور و آبزیان - شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء تهیه شد. جهت فرموله کردن دقیق جیره های غذایی آزمایشی، سطوح مواد مغذی موجود در هر جزء غذایی با استفاده از آنالیز استاندارد بیوشیمیایی جزء به جزء (AOAC, 2012) مواد غذایی تعیین گردید (جدول ۱). پس از تعیین محتوای مواد مغذی اجزای غذایی، شش جیره غذایی با میزان یکسان پروتئین  $45/73 \pm 0/11$  درصد و چربی  $12/05 \pm 0/3410$  درصد فرموله شدند که شامل: جیره ۱ (شاهد، فاقد مکمل آمینو اسیدی)، جیره ۲ (متیونین به میزان ۲٪ وزن خشک جیره)، جیره ۳ (۱/۵٪ وزن خشک متیونین و ۰/۵٪ لیزین)، جیره ۴ (۱/۰٪ متیونین و ۱/۰٪ لیزین)، جیره ۵ (۰/۵٪ متیونین و ۱/۵٪ لیزین) و جیره ۶ (لیزین به میزان ۲٪ وزن خشک جیره غذایی) بودند. آنالیز ترکیب اسیدهای آمینه جیره های غذایی آزمایشی نیز در جدول ۲ آورده شده است. جهت ساخت غذا ابتدا اجزای غذایی به طور کامل با استفاده از آسیاب پودر شدند. سپس مواد غذایی توزین شده و به مدت ۴۰ دقیقه در همزن صنعتی با هم مخلوط گردیدند. در مرحله بعد مکمل ها و روغن ماهی دریایی و روغن سویا به مخلوط افزوده شده و پس از ایجاد حالت خمیری، این ترکیب به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط شد. در نهایت جیره های غذایی همگن شده، شکل گرفته و خشک شدند (AOAC, 2012). جیره های غذایی ساخته شده تا زمان استفاده در کیسه های پلاستیکی تیره و درب بسته در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

قبل از شروع آزمایش، تعداد ۲۰۰ قطعه ماهی جوان صبیتی (*S. hasta*) از ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) به وسیله ماشین مخصوص حمل ماهی مجهز به سیستم هوادهی، به آزمایشگاه خیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. ماهی ها به مدت ۳ هفته در تانک های استوانه ای شکل از جنس پلی اتیلن با ظرفیت ۳۰۰ لیتر، با شرایط آزمایشگاهی سازگار شدند. در طول مدت سازگاری ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) با جیره غذایی پایه فرموله شده ( $45/73$  درصد پروتئین و  $12/43$  درصد چربی)، سه بار در روز تا مرحله سیر شدن تغذیه شدند.

جدول ۱: اجزای غذایی و آنالیز ترکیبات بیوشیمیایی جیره های غذایی آزمایشی (n=۳)

Table 1. Composition and proximate biochemical analysis of experimental diets (n=3).

| جیره های غذایی آزمایشی                    |                           |  |  |  |                         |
|---|---------------------------|--|--|--|-------------------------|
| تیمار ۱<br>(شاهد)                         | تیمار ۲<br>(۱۰۰٪ متیونین) | تیمار ۳<br>(۷۵٪ لیزین،<br>۲۵٪ متیونین) | تیمار ۴<br>(۵۰٪ لیزین،<br>۵۰٪ متیونین) | تیمار ۵<br>(۲۵٪ لیزین،<br>۷۵٪ متیونین) | تیمار ۶<br>(۱۰۰٪ لیزین) |
| اجزای غذایی <sup>۱</sup> (گرم در کیلوگرم) | ۴۴۰                       | ۴۴۰                                    | ۴۴۰                                    | ۴۴۰                                    | ۴۴۰                     |
| پودر ماهی <sup>۲</sup>                    | ۲۲۰                       | ۲۲۰                                    | ۲۲۰                                    | ۲۲۰                                    | ۲۲۰                     |
| پودر سویا <sup>۲</sup>                    | ۲۰۰                       | ۲۰۰                                    | ۲۰۰                                    | ۲۰۰                                    | ۲۰۰                     |
| آرد گندم <sup>۲</sup>                     | ۶۵                        | ۶۵                                     | ۶۵                                     | ۶۵                                     | ۶۵                      |
| روغن ماهی                                 | ۴۰                        | ۴۰                                     | ۴۰                                     | ۴۰                                     | ۴۰                      |
| روغن سویا                                 | ۰                         | ۰                                      | ۰                                      | ۰                                      | ۰                       |
| اسید آمینه لیزین                          | ۰                         | ۰                                      | ۰                                      | ۰                                      | ۰                       |
| اسید آمینه متیونین                        | ۲۰                        | ۲۰                                     | ۲۰                                     | ۲۰                                     | ۲۰                      |
| مخلوط مواد معدنی <sup>۳</sup>             | ۵                         | ۵                                      | ۵                                      | ۵                                      | ۵                       |
| مخلوط ویتامین <sup>۴</sup>                | ۱۰                        | ۱۰                                     | ۱۰                                     | ۱۰                                     | ۱۰                      |
| زئولیت                                    | ۲۰                        | ۲۰                                     | ۲۰                                     | ۲۰                                     | ۲۰                      |
| آنالیز جیره های غذایی آزمایشی             |                           |  |  |  |                         |
| پروتئین                                   | ۴۵/۷۳                     | ۴۵/۷۷                                  | ۴۵/۹۵                                  | ۴۶/۳۰                                  | ۴۴/۷۲                   |
| چربی                                      | ۱۲/۳۴                     | ۱۲/۵۵                                  | ۱۲/۲۸                                  | ۱۱/۴۲                                  | ۱۲/۳۰                   |
| خاکستر                                    | ۱۰/۳۹                     | ۹/۶۴                                   | ۱۰/۰۶                                  | ۱۰/۵۴                                  | ۱۱/۱۲                   |
| رطوبت                                     | ۵/۲۷                      | ۵/۷۲                                   | ۵/۴۷                                   | ۵/۲۷                                   | ۵/۶۱                    |
| کربوهیدرات <sup>۵</sup>                   | ۲۶/۳۶                     | ۲۶/۳۲                                  | ۲۶/۲۴                                  | ۲۶/۶۷                                  | ۲۵/۸۶                   |
| انرژی کل <sup>۶</sup> (MJ/Kg)             | ۲/۰۲                      | ۲/۰۳                                   | ۲/۰۲                                   | ۱/۹۹                                   | ۱/۹۸                    |

۴- هر کیلو مکمل ویتامین حاوی ویتامین های  
 $D_3=40000 IU, A=60000 IU$   
 $B_2=5000 mg, B_1=3000 mg, E=4000$   
 $mg, B_{12}=8000 mg, B_6=3000 mg$   
 $C=52000$ ، نیکوتینیک اسید:  $30000 mg$ ، دی  
کلسیم پانتوتنیک:  $9000 mg$ ، فولیک اسید:  
 $1600 mg$ ، دی بیوتین:  $160 mg$ ، اینوزیتول:  $mg$   
 $24000$ ، آنتی اکسیدانت:  $5000 mg$   
۵- (رطوبت + خاکستر + چربی + پروتئین) -  $100 =$   
کربوهیدرات  
۶-  $(0.17 \times \text{کربوهیدرات}) + (0.398 \times \text{چربی}) +$   
 $(0.237 \times \text{پروتئین}) =$  انرژی کل

۱- اجزای غذایی از کارخانه خوراک دام، طیور و  
آبزیان - شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء تهیه شد.  
۲- آنالیز تقریبی اجزای غذایی بر اساس درصد وزن  
خشک: پودر ماهی (پروتئین خام  $64/17$  درصد و  
چربی  $3/85$  درصد)، پودر سویا: (پروتئین  $41/65$   
درصد و چربی  $2/17$  درصد) آرد گندم: (پروتئین  
 $11/39$  درصد و چربی  $1/19$  درصد).  
۳- هر کیلو مکمل ماده معدنی شامل: منگنز:  
 $2600 mg$ ، مس:  $6000 mg$ ، آهن:  $4000 mg$ ،  
روی:  $6000 mg$ ، سلنیوم:  $500 mg$ ، ید:  $2000 mg$ ،  
کبالت:  $500 mg$ ، کولین کلراید:  $120000 mg$ ،

جدول ۲: ترکیب اسیدهای آمینه در جیره های غذایی آزمایشی (بر اساس درصد پروتئین، n=3)

Table 2: Amino acids composition of experimental diet.

| جیره های غذایی آزمایشی    |                               |  |  |  |                         |  |
|---------------------------|-------------------------------|--|--|--|-------------------------|--|
| تیمار ۱<br>(شاهد)         | تیمار ۲<br>(۱۰۰٪ متیونین)     | تیمار ۳<br>(۷۵٪ متیونین،<br>۲۵٪ لیزین) | تیمار ۴<br>(۵۰٪ لیزین،<br>۵۰٪ متیونین) | تیمار ۵<br>(۲۵٪ لیزین،<br>۷۵٪ متیونین) | تیمار ۶<br>(۱۰۰٪ لیزین) |  |
| اسیدهای آمینه ضروری (EAA) |                               |  |  |  |                         |  |
| ۵/۷۱                      | ۵/۵۳                          | ۵/۵۴                                   | ۵/۵۶                                   | ۵/۵۵                                   | ۵/۵۸                    |  |
| آرژنین                    | ۲/۱۱                          | ۲/۰۳                                   | ۱/۸۸                                   | ۱/۸۷                                   | ۱/۷۹                    |  |
| هیستیدین                  | ۳/۶۴                          | ۳/۸۵                                   | ۳/۸۰                                   | ۳/۶۶                                   | ۳/۵۸                    |  |
| ایزولوسین                 | ۷/۰۱                          | ۷/۰۰                                   | ۷/۰۲                                   | ۷/۰۶                                   | ۷/۱۰                    |  |
| لوسین                     | ۳/۳۸                          | ۳/۱۰                                   | ۴/۸۲                                   | ۵/۸۴                                   | ۶/۸۱                    |  |
| لیزین                     | ۲/۲۴                          | ۴/۴۹                                   | ۳/۵۲                                   | ۲/۸۹                                   | ۲/۲۷                    |  |
| متیونین                   | ۴/۴۹                          | ۴/۴۱                                   | ۴/۴۲                                   | ۴/۴۴                                   | ۴/۴۵                    |  |
| فنیل آلانین               | ۳/۳۱                          | ۳/۳۲                                   | ۳/۳۴                                   | ۳/۳۴                                   | ۳/۳۵                    |  |
| ترئونین                   | ۴/۰۱                          | ۴/۳۵                                   | ۴/۲۱                                   | ۴/۰۴                                   | ۳/۹۴                    |  |
| والین                     | اسیدهای آمینه غیرضروری (NEAA) |  |  |  |                         |  |
| ۳/۱۹                      | ۳/۳۱                          | ۳/۲۵                                   | ۳/۲۶                                   | ۳/۲۳                                   | ۳/۲۱                    |  |
| آلانین                    | ۵/۷۹                          | ۵/۸۸                                   | ۵/۸۷                                   | ۵/۸۴                                   | ۵/۸۲                    |  |
| اسید آسپارتیک             | ۱/۶۸                          | ۱/۸۲                                   | ۱/۷۶                                   | ۱/۷۶                                   | ۱/۷۲                    |  |
| سیستئین                   | ۳۳/۴۵                         | ۳۰/۶۲                                  | ۳۰/۴۹                                  | ۳۰/۱۴                                  | ۲۹/۹۱                   |  |
| اسید گلوتامیک             | ۳/۵۶                          | ۳/۴۱                                   | ۳/۵۰                                   | ۳/۵۲                                   | ۳/۶۲                    |  |
| گلیسین                    | ۹/۰۴                          | ۹/۲۲                                   | ۹/۲۰                                   | ۹/۱۶                                   | ۹/۱۰                    |  |
| پرولین                    | ۴/۳۳                          | ۴/۰۱                                   | ۴/۱۳                                   | ۴/۲۰                                   | ۴/۴۱                    |  |
| سرین                      | ۳/۲۴                          | ۳/۵۲                                   | ۳/۴۷                                   | ۳/۴۰                                   | ۳/۲۸                    |  |
| تیروزین                   | ۳۵/۷۰                         | ۳۸/۲۱                                  | ۳۸/۳۸                                  | ۳۸/۵۰                                  | ۳۸/۸۷                   |  |
| <sup>۱</sup> TEAA         | ۶۴/۲۸                         | ۶۱/۸۱                                  | ۶۱/۶۸                                  | ۶۰/۴۷                                  | ۶۱/۰۷                   |  |
| <sup>۲</sup> TNEAA        | ۵۵/۵۴                         | ۶۱/۸۲                                  | ۶۲/۲۲                                  | ۶۳/۶۷                                  | ۶۳/۶۵                   |  |
| (/):TEAA/TNEAA            |                               |  |  |  |                         |  |

<sup>۱</sup> مجموع اسیدهای آمینه ضروری (Total essential amino acids)<sup>۲</sup> مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروری (Total non-essential amino acids)

های آمینه برداشته شد و در فریزر (-۸۰°C تا زمان انجام 128CE، کره جنوبی) در دمای ۳۰°C تا زمان انجام آنالیز بیوشیمیایی نگهداری شدند. آنالیزهای تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی اجزای غذایی و جیره های غذایی شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین خام، چربی خام و ترکیبات اسیدهای آمینه با استفاده از روش استاندارد (AOAC, 2012) و با سه تکرار انجام گردید. میزان رطوبت به وسیله خشک کردن نمونه ها در آون در دمای

در ابتدای دوره آزمایش و بعد از ساخت جیره های آزمایشی جهت حصول اطمینان از سطوح مواد مغذی پیش بینی شده، نمونه هایی از هر جیره غذایی به آزمایشگاه ارسال و آنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی جیره های غذایی انجام گردید. قبل از شروع آزمایش ۱۰ عدد ماهی و در انتهای دوره نیز از هر تکرار ۳ ماهی به صورت تصادفی جهت اندازه گیری وزن کل و آنالیز بیوشیمیایی لاشه اولیه و نهایی و تعیین ترکیبات اسید

USA). کربوهیدرات از طریق روش محاسباتی تفریق مجموع میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه گردید. میزان انرژی کل نیز براساس حاصل ضرب ۰/۰۱۷، ۰/۰۳۹۸ و ۰/۰۲۳۷ مگاژول در گرم به ترتیب برای کربوهیدرات، چربی و پروتئین تعیین شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk و همگنی واریانس‌ها به وسیله‌ی آزمون Leven تست شد. جهت آنالیز داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد، سپس وجود تفاوت معنی‌دار در داده‌های به دست آمده در سطح احتمال (p≤۰/۰۵) به کمک پس آزمون دانکن (Duncan Post Hoc test) بررسی شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد.

۱۰۵°C به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. خاکستر به وسیله سوزاندن نمونه‌ها در کوره در دمای ۵۵۰°C به مدت ۹ ساعت محاسبه گردید. میزان پروتئین خام به طور غیر مستقیم به وسیله آنالیز نیتروژن کل و ضرب محتوای نیتروژن نمونه در ضریب ۶/۲۵ و به روش کج‌لدال و با استفاده از دستگاه کج‌لدال اتوماتیک (Kjeltec<sup>TM</sup>2300, Foss - سوئد) اندازه‌گیری شد. میزان چربی خام به روش سوکسله (Soxtec 2050 - سوئد) تعیین گردید. پروفیل اسیدهای آمینه جیره‌های غذایی با استفاده از دستگاه HPLC نوع Waters با چهار حلال و ستون اختصاصی تعیین اسیدآمینه با اسم تجاری-Pico Tag محاسبه شد (Waters<sup>TM</sup>, Tunable Absorbance Detector 486, Pico-Tag Workstation P18-3168, preLc 4000 system).

جدول ۳: آنالیز ترکیبات بیوشیمیایی تقریبی لاشه اولیه و نهایی ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد، n=۳)

**Table 3: Proximate composition Amino acids analysis of primary and finally carcass (*S. hasta*) fed with variantly treatment (mean ± SD, n=3).**

| شاخص    | تیمارهای آزمایشی           |                            |                           |                            |                            |                           |
|---------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|         | تیمار ۱ (شاهد)             | تیمار ۲                    | تیمار ۳                   | تیمار ۴                    | تیمار ۵                    | تیمار ۶                   |
| پروتئین | ۵۹/۴۴ ± ۰/۶۷ <sup>bc</sup> | ۵۹/۷۶ ± ۰/۳۵ <sup>bc</sup> | ۶۰/۱۱ ± ۰/۴۵ <sup>c</sup> | ۵۸/۲۷ ± ۰/۷۰ <sup>ab</sup> | ۵۹/۴۱ ± ۰/۴۵ <sup>bc</sup> | ۵۷/۰۴ ± ۰/۱۰ <sup>a</sup> |
| چربی    | ۱۸/۹۶ ± ۰/۹۲ <sup>b</sup>  | ۲۰/۶۲ ± ۱/۲۶ <sup>b</sup>  | ۱۸/۲۸ ± ۱/۳۹ <sup>b</sup> | ۱۹/۵۰ ± ۰/۴۶ <sup>b</sup>  | ۲۰/۵۳ ± ۱/۰۵ <sup>b</sup>  | ۱۵/۰۲ ± ۰/۱۴ <sup>a</sup> |
| خاکستر  | ۱۷/۴۰ ± ۰/۳۵ <sup>a</sup>  | ۱۶/۴۶ ± ۰/۸۳ <sup>a</sup>  | ۱۷/۴۱ ± ۰/۳۴ <sup>a</sup> | ۱۷/۷۱ ± ۰/۵۸ <sup>a</sup>  | ۱۵/۳۹ ± ۱/۱۶ <sup>a</sup>  | ۲۱/۵۱ ± ۰/۵۲ <sup>b</sup> |
| رطوبت   | ۶۸/۵۵ ± ۰/۲۱ <sup>a</sup>  | ۶۸/۰۲ ± ۰/۴۶ <sup>a</sup>  | ۶۷/۵۲ ± ۰/۴۱ <sup>a</sup> | ۶۸/۲۰ ± ۰/۵۸ <sup>a</sup>  | ۶۷/۷۳ ± ۰/۵۹ <sup>a</sup>  | ۷۲/۴۱ ± ۰/۸۱ <sup>b</sup> |

\*حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (p<۰/۰۵).

جدول ۴: ترکیب اسیدهای آمینه لاشه اولیه و نهایی در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با سطوح مختلف لیزین و متیونین (براساس درصد پروتئین) (n=۳)

Table4: Amino acids composition of primary and finally carcass of sobaity sea bream juvenile (*S. hasta*) fed with different levels of methionine and lysine(mean ± SD, n=3).

جیره های غذایی آزمایشی

| نمونه اولیه                    | تیمار ۱(شاهد)           | تیمار ۲                  | تیمار ۳                 | تیمار ۴                 | تیمار ۵                  | تیمار ۶                  |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| اسیدهای آمینه ضروری (EAA)      |                         |                          |                         |                         |                          |                          |
| آرژنین                         | ۳/۹۷±۰/۰۲ <sup>b</sup>  | ۴/۹۵±۰/۰۴ <sup>a</sup>   | ۴/۵۴±۰/۰۴ <sup>ab</sup> | ۴/۴۸±۰/۰۴ <sup>ab</sup> | ۴/۱۷±۰/۰۳ <sup>b</sup>   | ۴/۰۱±۰/۰۳ <sup>b</sup>   |
| هیستیدین                       | ۱/۵۲±۰/۰۵               | ۱/۵۸±۰/۰۵                | ۲/۰۲±۰/۰۸               | ۲/۱۳±۰/۰۹               | ۱/۹۵±۰/۰۴                | ۲/۶۸±۱/۱۰                |
| ایزولوسین                      | ۲/۷۸±۰/۰۷               | ۳/۲۴±۰/۰۶                | ۳/۲۰±۰/۰۵               | ۳/۱۶±۰/۰۶               | ۳/۱۲±۰/۰۷                | ۳/۰۸±۰/۰۶                |
| لوسین                          | ۵/۴۵±۰/۰۷ <sup>b</sup>  | ۶/۵۴±۰/۱۰ <sup>a</sup>   | ۶/۲۳±۰/۰۸ <sup>a</sup>  | ۵/۷۵±۰/۰۹ <sup>ab</sup> | ۵/۲۳±۰/۰۹ <sup>b</sup>   | ۵/۲۱±۰/۱۰ <sup>b</sup>   |
| لیزین                          | ۵/۶۴±۰/۱۰ <sup>c</sup>  | ۵/۶۷±۰/۰۸ <sup>c</sup>   | ۶/۴۹±۰/۰۹ <sup>b</sup>  | ۷/۳۲±۰/۱۱ <sup>ab</sup> | ۸/۵۶±۰/۱۱ <sup>a</sup>   | ۸/۷۲±۰/۱۱ <sup>a</sup>   |
| متیونین                        | ۱/۴۱±۰/۰۲ <sup>c</sup>  | ۳/۹۸±۰/۰۵ <sup>a</sup>   | ۳/۵۸±۰/۰۴ <sup>a</sup>  | ۳/۱۱±۰/۰۱ <sup>ab</sup> | ۲/۵۲±۰/۰۲ <sup>ab</sup>  | ۲/۰۴±۰/۰۲ <sup>b</sup>   |
| فنیل آلانین                    | ۳/۲۳±۰/۰۴               | ۳/۴۸±۰/۰۴                | ۳/۲۹±۰/۰۳               | ۳/۳۵±۰/۰۶               | ۳/۴۱±۰/۰۴                | ۳/۲۳±۰/۰۲                |
| ترئونین                        | ۳/۰۴±۰/۰۹               | ۳/۸۲±۰/۰۹                | ۳/۶۶±۰/۱۰               | ۳/۵۷±۰/۰۹               | ۳/۳۳±۰/۱۱                | ۳/۱۴±۰/۰۹                |
| والین                          | ۲/۰۱±۰/۰۴               | ۲/۳۷±۰/۰۳                | ۲/۳۶±۰/۰۴               | ۲/۳۶±۰/۰۵               | ۲/۳۵±۰/۰۴                | ۲/۲۳±۰/۰۳                |
| اسیدهای آمینه غیر ضروری (NEAA) |                         |                          |                         |                         |                          |                          |
| آلانین                         | ۵/۵۴±۰/۰۹               | ۴/۲۳±۰/۱۰                | ۴/۵۶±۰/۰۹               | ۴/۴۵±۰/۱۰               | ۴/۳۴±۰/۱۰                | ۴/۶۸±۰/۰۸                |
| اسید آسپارتیک                  | ۱۷/۲۸±۱/۱۲              | ۱۶/۴۴±۱/۱۶               | ۱۵/۶۹±۱/۱۰              | ۱۶/۱۰±۱/۰۱              | ۱۶/۴۱±۱/۲۱               | ۱۶/۴۱±۱/۲۱               |
| سیستئین                        | ۱/۵۲±۰/۰۱               | ۰/۹۸±۰/۰۵                | ۱/۰۲±۰/۰۱               | ۱/۰۶±۰/۰۱               | ۱/۱۰±۰/۰۱                | ۱/۱۴±۰/۰۶                |
| اسید گلوتامیک                  | ۲۱/۰۵±۰/۵۸              | ۲۰/۷۶±۰/۷۷               | ۲۰/۸۲±۰/۸۴              | ۲۰/۹۵±۰/۸۱              | ۲۱/۵۰±۰/۷۴               | ۲۱/۱۰±۰/۶۶               |
| گلیسین                         | ۸/۲۴±۰/۲۱               | ۷/۲۷±۰/۱۴                | ۷/۲۷±۰/۱۵               | ۷/۲۸±۰/۱۱               | ۷/۲۹±۰/۱۷                | ۷/۳۰±۰/۱۴                |
| پرولین                         | ۶/۵۸±۰/۰۵ <sup>a</sup>  | ۵/۹۷±۰/۰۳ <sup>b</sup>   | ۶/۰۵±۰/۰۵ <sup>b</sup>  | ۶/۱۴±۰/۰۵ <sup>ab</sup> | ۶/۲۳±۰/۰۴ <sup>ab</sup>  | ۶/۳۲±۰/۰۶ <sup>ab</sup>  |
| سرین                           | ۶/۳۳±۰/۰۸ <sup>a</sup>  | ۵/۸۴±۰/۱۰ <sup>ab</sup>  | ۵/۴۷±۰/۰۹ <sup>a</sup>  | ۵/۳۶±۰/۰۸ <sup>a</sup>  | ۵/۲۳±۰/۰۹ <sup>a</sup>   | ۵/۲۱±۰/۱۱ <sup>a</sup>   |
| تیروزین                        | ۳/۴۹±۰/۰۵               | ۳/۵۲±۰/۰۴                | ۳/۲۷±۰/۰۸               | ۳/۳۳±۰/۰۸               | ۳/۲۸±۰/۰۵                | ۳/۲۳±۰/۰۵                |
| <sup>۱</sup> TEAA              | ۲۹/۰۵±۱/۰۱ <sup>c</sup> | ۳۱/۱۷±۰/۷۱ <sup>b</sup>  | ۳۵/۳۸±۰/۸۷ <sup>a</sup> | ۳۵/۲۴±۰/۹۴ <sup>a</sup> | ۳۴/۶۴±۰/۹۱ <sup>a</sup>  | ۳۴/۴۷±۱/۰۱ <sup>a</sup>  |
| <sup>۲</sup> TNEAA             | ۷۰/۰۳±۲/۲۰ <sup>a</sup> | ۶۶/۴۹±۱/۱۸ <sup>ab</sup> | ۶۳/۸۹±۱/۷۲ <sup>b</sup> | ۶۴/۱۵±۱/۵۵ <sup>b</sup> | ۶۴/۶۸±۱/۶۴ <sup>b</sup>  | ۶۵/۳۹±۱/۱۴ <sup>b</sup>  |
| (/.)TEAA/TNEAA                 | ۴۱/۴۸±۱/۱۸ <sup>c</sup> | ۴۶/۸۸±۱/۲۱ <sup>b</sup>  | ۵۵/۷۶±۱/۲۱ <sup>a</sup> | ۵۵/۱۴±۱/۱۸ <sup>a</sup> | ۵۴/۹۰±۱/۱۱ <sup>ab</sup> | ۵۲/۷۱±۱/۱۴ <sup>ab</sup> |

<sup>۱</sup> مجموع اسیدهای آمینه ضروری (Total essential amino acids)

<sup>۲</sup> مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروری (Total non-essential amino acids)

میانگین ± خطای استاندارد داده ها با نشانه متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی داری (p < ۰/۰۵) می باشد.

**نتایج**

جدول ۳ نشان دهنده میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر لاشه ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با تیمار های مختلف می باشد که میزان چربی،

رطوبت و خاکستر بین تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی دار نشان نداد (P > ۰/۰۵) و بیشترین و کمترین میزان پروتئین خام، به ترتیب در تیمار ۳ و تیمار ۴ ثبت گردید که دارای تفاوت معنادار

بودند. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود مجموع اسیدهای آمینه ضروری ( $\Sigma EAA$ ) و اسیدهای آمینه غیر ضروری ( $\Sigma NEAA$ ) و نسبت  $\Sigma EAA/\Sigma NEAA$  در تمام تیمارهای آزمایشی با نمونه اولیه لاشه تفاوت معنادار داشت ( $p < 0.05$ ) و مجموع اسیدهای آمینه ضروری در تیمارهای دارای مکمل با تفاوت معنادار ( $p < 0.05$ ) بیشتر از تیمار شاهد بود. اسید های آمینه ضروری آرژنین، لوسین، لیزین و متیونین و اسیدهای آمینه غیرضروری پرولین و سرین در تیمارهای آزمایشی دارای مکمل، به طور معنا داری با نمونه اولیه و تیمار شاهد تفاوت نشان دادند ( $p < 0.05$ ). در پایان دوره، بیشترین مقدار اسید آمینه لیزین در لاشه ماهیان تغذیه شده با تیمار ۶ مشاهده شد که با تیمارهای ۱ (شاهد)، ۲ و ۳ و نمونه لاشه اولیه تفاوت معناداری داشت ( $p < 0.05$ ). بیشترین مقدار اسید آمینه متیونین در تیمار ۲ دیده شد که دارای اختلاف معنا داری با تیمارهای شاهد و تیمار ۶ بود و کمترین مقدار اسید آمینه متیونین در تیمار شاهد مشاهده گردید.

### بحث

افزایش سطوح لیزین و متیونین تا حد مطلوب در جیره ممکن است سبب بهبود کارایی دیگر اسیدهای آمینه ضروری از طریق افزایش سنتز پروتئین و یا کاهش تولیدات اضافی شود (Lin et al., 2013). در پایان این مطالعه طبق جدول ۳ میزان پروتئین لاشه در ماهیان جوان صبیتی تغذیه شده با تیمار دارای ۷۵٪ متیونین و ۲۵٪ لیزین بیشترین مقدار را داشت. میزان رطوبت و خاکستر و چربی بین تیمار ها اختلاف معنی دار نداشت ( $p < 0.05$ ) هرچند میزان چربی در این مطالعه با افزایش سطح لیزین روند افزایشی نشان داد. در مطالعه Takagi و همکاران (۲۰۰۲) بیشترین میزان پروتئین و چربی بدن در ماهیان سیم دریایی (*P. major*) تغذیه شده با جیره حاوی لیزین بعلاوه متیونین و جیره با مکمل متیونین مشاهده شد و کمترین مقدار این دو شاخص در تیمار دارای مکمل لیزین دیده شد.

کاهش بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب به دلیل عدم تعادل آمینواسیدی با افزایش سطوح لیزین نهایتا منجر به

کاهش کارایی چربی به عنوان منبع انرژی و افزایش استفاده از پروتئین برای تامین انرژی می شود (Zhang et al., 2008). متیونین دارای چند عملکرد متابولیکی اصلی است که از آن جمله می توان به نقش آن در سنتز پروتئین به عنوان آمینو اسید ضروری اشاره نمود و همچنین در واکنش های متیلاسیون به عنوان دهنده متیل عمل می کند (Zhou et al., 2011). برای سنتز پروتئین در ماهی نیاز به وجود همزمان اسید های آمینه لازم در زمان و محل مناسب است که در غیر اینصورت فرآیند ساخت پروتئین متوقف و مختل می شود (Zhou et al., 2011). در ماهیان، تغذیه با جیره های نامتعادل از نظر اسیدهای آمینه، سبب می شود که اسیدهای آمینه خوراکی جذب شده با پروفایل سنتز پروتئین مطابقت نداشته باشند و در نتیجه اسیدهای آمینه بعد از آمین زدایی در تولید انرژی و فرآیند گلوکونئوز یا لیپوئوز به کار گرفته شوند (Ballantyne, 2001). اسیدهای آمینه نامتعادل در جیره غذایی، سبب افزایش اکسیداسیون دیگر اسیدهای آمینه می شود در حالی که تعادل آمینواسیدی افزایش ابقای اسیدهای آمینه را باعث می شوند (Xie et al., 2012).

Xie و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه ای بر روی ماهی شوریده (*Pseudosciaena crocea*) بالاترین میزان پروتئین و کمترین مقدار چربی لاشه را گروهی مشاهده نمودند که با جیره ی حاوی لیزین اضافی تغذیه شده بودند؛ آنها این نتیجه را به پروفیل نامتعادل آمینواسیدی جیره ربط دادند که سبب اکسیداسیون دیگر آمینواسیدهای ضروری شده و باعث به کارگیری آنها در فرآیند لیپوئوز می شود (Xie et al., 2012). با توجه به نتایج و مطالب ارائه شده در بحث ترکیبات بیوشیمیایی لاشه بنظر می رسد میزان نیاز گونه مورد مطالعه در این آزمایش به اسید آمینه متیونین در مقایسه با لیزین در سطوح بالاتری قرار دارد چرا که ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی ۳ (۷۵٪ متیونین و ۲۵٪ لیزین) به دلیل تعادل آمینواسیدی دارای بالاترین میزان پروتئین خام لاشه و کمترین مقدار چربی بود.

براساس جدول ۴ مشخص گردید که با افزایش متیونین در جیره های غذایی میزان اسیدهای آمینه

ضروری است که در آبریان نقش محرک اشتها برای آن در نظر گرفته اند (Li et al., 2007). لوسین نیز یکی از اسیدهای آمینه کاربردی و مهم است که در سنتز پروتئین ماهیچه ای نقش داشته و بازدارنده تجزیه پروتئین در پستانداران است (Nakashima et al., 2007). با بررسی نتایج تحقیق حاضر در مقایسه با نتایج مطالعه Sardar و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطلوبیت نتیجه در تیمارهای دارای سطوح بالای متیونین مشاهده می شود. دلیل کاهش آرژنین با افزایش سطوح لیزین در جیره غذایی احتمالاً به دلیل اثرات منفی لیزین اضافی است که اثر آنتاگونیستی با آرژنین دارد. رابطه آنتاگونیستی لیزین - آرژنین خوراکی در چند گونه ی جانوری مانند مرغ، موش و خوک گزارش شده است که لیزین اضافی موجود در جیره، دلیل کاهش رشد بیان شده و افزودن آرژنین به این جیره ها می تواند اثرات منفی کاهش رشد را کم کند (Zhou et al., 2011). هرچند اثر متقابل بین این دو آمینو اسید در ماهیان جای بحث دارد و مدرک متقاعد کننده ای مبنی بر وجود این رابطه در ماهیان دیده نشده است (Lin et al., 2013). Lin و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش نمودند که رابطه آنتاگونیستی بین لیزین - آرژنین در بعضی از فرآیندهای متابولیک اتفاق می افتد و لیزین اضافی مانع کاتابولیسم آرژنین و دفع اوره در قزل آلاهی رنگین کمان شد. کاهش محتوای آرژنین با افزایش لیزین در سالمون آتلانتیک (*S. salar*) و باس دورگه مخطط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) گواهی بر این مدعاست (Rawles et al., 2013).

در این مطالعه اثرات سطوح مختلف مکمل های آمینو اسیدی لیزین و متیونین بر ترکیبات بیوشیمیایی بدن در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) بررسی شد. بنابراین با توجه به نتایج مربوط به این تحقیق می توان اظهار داشت که ماهیان تغذیه شده با جیره هایی بر پایه پودر ماهی با مکمل های آمینو اسیدی لیزین و متیونین، تحت تاثیر این مکمل های آمینو اسیدی قرار گرفته و تیمارهای غنی سازی شده با سطوح مختلف لیزین و متیونین نتایج متفاوت و قابل توجهی را نشان دادند. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می توان جیره غذایی ۳ با میزان ۴۵/۹۵ درصد پروتئین و دارای ۷۵٪ مکمل متیونین

ضروری متیونین، لیزین، آرژنین و لوسین و اسید آمینه غیر ضروری سرین در لاشه ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) نیز افزایش یافت و سبب کاهش اسید آمینه غیر ضروری پرولین گشت و افزایش میزان لیزین سبب ایجاد روندی متضاد با این تغییرات شد. با افزایش سطوح لیزین در جیره غذایی ماهی شانک سیاه (*S. macrocephalus*) (Zhou et al., 2010) و هامور معمولی (*E. coioides*) (Luo et al., 2006)، میزان آرژنین بدن افزایش یافت و در ماهی توربوت (*S. maximus*) (Peres & Oliva, 2008) کاهش دیده شد و در گونه سی باس ژاپنی (*L. japonicus*) (Mai et al., 2006(b)) آرژنین تغییری نداشت. با افزایش سطوح متیونین در جیره غذایی در ماهی شانک سیاه (*S. macrocephalus*) میزان اسیدهای آمینه آرژنین، لوسین، پرولین و سرین و مجموع اسیدهای آمینه ضروری و نسبت  $\Sigma EAA/\Sigma NEAA$  افزایش یافت (Zhou et al., 2011). همچنین با بالا رفتن متیونین جیره، در ماهی هامور معمولی (*E. coioides*) (Luo et al., 2005)، اسیدهای آمینه ضروری آرژنین و لوسین و  $\Sigma EAA$  افزایش و در ماهی شوریده (*P. crocea*) (Mai et al., 2006(a)) میزان آرژنین بدن بالا رفت. مطالعات فوق در راستای نتیجه تحقیق حاضر می باشند که  $\Sigma EAA$  با افزایش سطوح متیونین در جیره روند افزایشی نشان داد به طوری که در تیمار دارای ۱۰۰ درصد متیونین بالاتر از سایر تیمارها بود و در تیمار شاهد و لاشه اولیه به طور معناداری کمتر از تیمارهای دارای مکمل بود.  $\Sigma NEAA$  در تیمار شاهد بیشترین و کمترین مقدار در تیمار ۲ مشاهده شد.

سطح متیونین جیره بر میزان سایر اسیدهای آمینه آزاد در بدن ماهی تاثیر می گذارد به طوری که محدودیت یک اسید آمینه یا مقدار اضافی آن در جیره، می تواند سبب تغییر در اکسیداسیون دیگر اسیدهای آمینه ای شود که در جیره غذایی در سطح مطلوب قرار دارند (Xie et al., 2012).

آرژنین از اسیدهای آمینه ضروری و مهم است که به طور فراوان در بافت وجود دارد و برای سنتز پروتئین، پرولین و گلوتامات به کار گرفته می شود (Li et al., 2009). همچنین سرین نیز از اسیدهای آمینه غیر

- Biochemistry, 26: 121-128. DOI: 10.1023/A:1025461108348
- Borgeson, T.L., Racz, V.J., Wilkie, D.C., White, L.J. and Drew, M.D., 2006.** Effect of replacement fish meal and oil with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 12: 141-149. DOI:10.1111/j.1365-2095.2006.00394.x
- Deng, J., Zhang, X., Tao, L., Bi, B., Kong, L. and Lei, X., 2011.** d-lysine can be effectively utilized for growth by common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture nutrition*, 17: e467-e475. DOI:10.1111/j.1365-2095.2010.00783.x
- Espe, M., Hevroy, E.M., Liaset, B., Lemme, A. and El-Mowafi, A., 2008.** Methionine intake affect hepatic sulphur metabolism in Atlantic salmon, (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 274: 132-141. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.10.051
- Farhat, and Khan, M.A., 2013.** Dietary l-lysine requirement of fingerling stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch) for optimizing growth, feed conversion, protein and lysine deposition. *Aquac. Res.* 44: 523-533. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.03054.x
- Grillo, M. and Colombatto, S., 2007.** S-adenosyl methionine and radical-based catalysis. *Amino acids*, 32: 25-35. DOI: 10.1007/s00726-006-0231-0
- و ۲۵٪ مکمل لیزین را مناسب ترین جیره برای این گونه در نظر گرفت زیرا ماهیان تغذیه شده با این جیره غذایی در مقایسه با سایر تیمارها در شرایط آزمایشی یکسان، از نظر ترکیبات بیوشیمیایی لاشه و محتوی اسیدهای آمینه بدن در بهترین حالت قرار داشتند.
- منابع**
- Abimorad, E.G., Favero, G.C., Castellani, D., Garcia, F. and Carneiro, D.J., 2009.** Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) reared in cages. *Aquaculture*, 295: 266-270. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.07.01
- Ahmed, I., 2012.** Dietary amino acid l-tryptophan requirement of fingerling Indian catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), estimated by growth and haemato-biochemical parameters. *Fish physiology and biochemistry*, 38: 1195-1209. DOI: 10.1007/s10695-012-9609-1
- AOAC., 2012.** Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International, 19th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.USA.
- Ballantyne, J., 2001.** Amino acid metabolism. *Fish physiology*, 20: 77-107.
- Belanger, F., Blier, P. and Dutil, J.D., 2002.** Digestive capacity and compensatory growth in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fish Physiology and*

- juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquaculture Research*, 44: 1539-1549. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2012.03161.x
- Luo, Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L.X., Tan, X.Y., Yang, H.J., Liang, G.Y. and Liu, D.H., 2006.** Quantitative l-lysine requirement of juvenile grouper (*Epinephelus coioides*). *Aquaculture Nutrition*, 12: 165-172. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2006.00392.x
- Luo, Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L. X., Yang, H.J., Tan, X.Y. and Liu, D.H., 2005.** Dietary l-methionine requirement of juvenile grouper (*Epinephelus coioides*) at a constant dietary cystine level. *Aquaculture*, 249: 409-418. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.030>
- Mai, K., Wan, J., Ai, Q., Xu, W., Liufu, Z., Zhang, L., Zhang, C. and Li, H., 2006(a).** Dietary methionine requirement of large yellow croaker, (*Pseudosciaena crocea* R.) *Aquaculture*, 253: 564-572. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.010>
- Mai, K., Zhang, L., Ai, Q., Duan, Q., Zhang, C., Li, H., Wan, J. and Liufu, Z., 2006(b).** Dietary lysine requirement of juvenile Japanese seabass, (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture*, 258: 535-542. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.043>
- 197-202. DOI: 10.1007/s00726-006-0342-x
- Hansen, A.C., Hemre, G.I., Karlsen, Q., Koppe, W. and Rosenlund, G., 2011.** Do plant-based diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) need additions of crystalline lysine or methionine? *Aquaculture nutrition*, 17: e362-e371. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2010.00770.x
- Kitto, M. and Tabish, M., 2004.** *Aquaculture and food security in Iraq*. *Aquaculture Asia*, 9: 31-31.
- Li, P., Burr, G.S., Gatlin, D.M., Hume, M.E., Patnaik, S., Castille, F.L. and Lawrence, A.L., 2007.** Dietary supplementation of short-chain fructooligosaccharides influences gastrointestinal microbiota composition and immunity characteristics of Pacific white shrimp, (*Litopenaeus vannamei*), cultured in a recirculating system. *The Journal of nutrition*, 137: 2763-2768doi: <http://jn.nutrition.org/content/137/12/2763.long>.
- 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
- Lin, Y., Gong, Y., Yuan, Y., Gong, S., Yu, D., Li, Q. and Luo, Z., 2013.** Dietary l-lysine requirement of

- Rawles, S.D., Fuller, S.A., Beck, B.H., Gaylord, T.G., Barrows, F.T. and McEntire, M.E., 2013.** Lysine optimization of a commercial fishmeal-free diet for hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*). *Aquaculture*, 396: 89-101. DOI: 10.1111/anu.12300
- Sardar, P., Abid, M., Randhawa, H. and Prabhakar, S., 2009.** Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Rohu (*Labeo rohita* H.) fed soy protein-based diet. *Aquaculture nutrition*, 15: 339-346. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2008.00598.x
- Takagi, S., Shimeno, S., Hosokawa, H. and Ukawa, M., 2002.** Effect of lysine and methionine supplementation to a soy protein concentrate diet for red sea bream (*Pagrus major*). *Fish. Sci.*, 67: 1088–1096. DOI:10.1046/j.1444-2906.2001.00365.x
- Teng, S.K., El-Zahr, C., Al-Abdul-Elah, K. and Almatar, S., 1999.** Pilot-scale spawning and fry production of bluefin porgy, *Sparidentex hasta* (Valenciennes), in Kuwait. *Aquaculture*, 178: 27-41. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00039-3
- Xie, F., Ai, Q., Mai, K., Xu, W. and Wang, X., 2012.** Dietary lysine requirement of large yellow croaker
- Marcouli, P., Alexis, M., Andriopoulou, A. and Iliopoulou-Georgudaki, J., 2004.** Development of a reference diet for use in indispensable amino acid requirement studies of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) *Aquaculture Nutrition*, 10: 335-343. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2004.00308.x
- Nakashima, K., Yakabe, Y., Ishida, A., Yamazaki, M. and Abe, H., 2007.** Suppression of myofibrillar proteolysis in chick skeletal muscles by  $\alpha$ -ketoisocaproate. *Amino acids*, 33: 499-503. DOI: 10.1007/s00726-006-0404-0
- NRC (National Research Council), 2011.** Nutrient Requirements of Fish and shrimp. National Academy Press, Washington, DC. DOI: https://doi.org/10.17226/13039
- Peres, H. and Oliva-Teles, A., 2008.** Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. *Aquaculture*, 275: 283-290.. http://dx.doi.org/10.1016/j.aquacultur e.2007.12.015.
- Platell, M., Ang, H., Hesp, S. and Potter, I., 2007.** Comparisons between the influences of habitat, body size and season on the dietary composition of the sparid (*Acanthopagrus latus*) in a large marine embayment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 72: 626-634. DOI: 10.1016/j.ecss.2006.11.026

tissue biochemical profile of black sea bream, (*Acanthopagrus schlegelii*), fingerlings. *Aquaculture*, 319: 72-80. DOI:

10.1016/j.aquaculture.2011.06.001

**Zhou, F., Xiao, J., Hua, Y., Ngandzali, B. and Shao, Q., 2011.** Dietary l-methionine requirement of juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*) at a constant dietary cystine level. *Aquaculture Nutrition*, 17: 469-481. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2010.00823.x

*Pseudosciaena crocea*, (Richardson 1846) larvae. *Aquaculture Research*, 43: 917-928. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.02906.x

**Yang, S.D., Liu, F.G. and Liou, C.H., 2010.** Assessment of dietary lysine requirement for silver perch (*Bidyanus bidyanus*) juveniles. *Aquaculture*, 312: 102-108. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.12.011

**Yuan, Y.C., Gong, S.Y., Yang, H.J., Lin, Y.C., Yu, D.H. and Luo, Z., 2011.** Effects of supplementation of crystalline or coated lysine and/or methionine on growth performance and feed utilization of the Chinese sucker, (*Myxocyprinus asiaticus*). *Aquaculture*, 316: 31-36. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.03.015

**Zhang, C.X., Ai, Q.H., Mai, K.S., Tan, B.P., Li, H.T. and Zhang, L., 2008.** Dietary lysine requirement of large yellow croaker, (*Pseudosciaena crocea* R.) *Aquaculture*, 283: 123-127. DOI: 10.1111/anu.12066

**Zhou, F., Shao, J., Xu, R., Ma, J. and Xu, Z., 2010.** Quantitative l-lysine requirement of juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*). *Aquaculture nutrition*, 16: 194-204. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2009.00651.x

**Zhou, F., Shao, Q.J., Xiao, J.X., Peng, X., Ngandzali, B.O., Sun, Z. and Ng, W.K., 2011.** Effects of dietary arginine and lysine levels on growth performance, nutrient utilization and

## Effects of amino acid supplementation of lysine and methionine on body biochemical composition and amino acid profile of Sobaity sea bream (*Sparidentex hasta*) juveniles.

Beirami N.<sup>1\*</sup>; Zakeri M.<sup>1</sup>; Kochenin P.<sup>1</sup>; Yavari V.<sup>1</sup>; Mohammadi Azarm H.<sup>1</sup>

\* zakeri.mhd@gmail.com

1- Khorramshahr University of Marine Science and Technology

### Abstract

In this study that lasted to 8 weeks, was conducted to determine the effects of dietary supplementation of lysine and methionine on body biochemical composition and amino acid profile of Sobaity sea bream, *Sparidentex hasta*. Therefore, 180 juvenile fish with an initial weight of  $31.38 \pm 1.4$  g were distributed randomly among eighteen tanks. Fish were fed to satiation three time per day (08:00, 13:00 and 18:00 hours) with formulated diets containing six different levels of dietary methionine and lysine; Diet 1: a control diet without dietary amino acid supplementation; Diet 2: 100% methionine supplementation; Diet 3: 75% methionine and 25% lysine supplementation; Diet 4: 50% methionine and 50% lysine supplementation; Diet 5: 25% methionine and 75% lysine supplementation and Diet 6: 100% lysine supplementation. The results of this study showed Carcass protein content was significantly affected by the amino acid supplements and the highest level of carcass protein observed in fish were fed by diet 3 ( $P < 0.05$ ). Also Increasing levels of lysine in diet caused increases the amount of fat in the carcass although the content of carcass fat, moisture and ash were not significantly different among the treatments ( $P > 0.05$ ). In addition, essential amino acids ( $\Sigma$ EAA) and non-essential amino acids ( $\Sigma$ NEAA) and ratio  $\Sigma$ EAA /  $\Sigma$ NEAA, were affected by lysine and methionine amino acid supplementation as  $\Sigma$ EAA and ratio ( $\Sigma$ EAA) / ( $\Sigma$ NEAA) significantly increased with increasing levels of amino acid supplementation and the highest amount of this parameters observed in groups were fed by diet with high levels of methionine. The results showed that adding 75% dietary methionine supplementation and 25% lysine supplementation to the diet containing 45/95% protein, have positive effects on biochemical composition and amino acid profile in rearing of Sobaity seabream juveniles.

**Keywords:** Sobaity sea bream, Amino acid, Lysine, Methionine, *Sparidentex hasta*.

\*Corresponding author