اثرات سطوح مختلف اسیدهای آمینه لیزین و متیونین بر شاخص‌های رشدو تغذیه ماهیان جوان صبیتی، *Sparidentex hasta*

نگار بیرمی، محمد ذاکری*، پریتا کوچنین، وحید یاوری، حمید محمدی آذرم

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۹

چکیده

در این تحقیق اثرات لیزین و متیونین بر شاخص‌های رشد و تغذیه ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*) بررسی شد. بدین منظور تعداد ۱۸۰ قطعه بچه ماهیبا میانگینوزن اولیه ۱/۴ ± ۳۷/۵۹ گرم،به‌طور تصادفی در ۱۸ تانک توزیع شدند. ماهیان به‌مدت ۸ هفته، سه بار در روز در حد سیری و با ۶ جیره‌غذایی کهعبارتبودند از: تیمار اول (شاهد): بدون مکملاسیدآمینه،تیمار دوم: ۱۰۰درصدمتیونین، تیمارسوم: ۷۵درصد متیونینو ۲۵درصد لیزین،تیمارچهارم: ۵۰درصدمتیونینو ۵۰درصدلیزین، تیمارپنجم: ۲۵درصدمتیونینو ۷۵درصدلیزین، تیمار ششم: ۱۰۰درصدلیزین و با میزان یکسان پروتئین(۰/۱۱ ± ۴۵/۷۳درصد) و چربی (۰/۱۰± ۱۲/۰۵درصد)، تغذیه شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از مکمل‌های لیزین و متیونین بر شاخص‌های رشد و تغذیهبه‌طور معناداری موثر است (P<۰/۰۵). ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی با سطوح بالای متیونین،عملکرد رشد بهتری نسبت به گروه تغذیه شده با جیره‌غذاییشاهد و تیمار ۶ نشان دادند(P<۰/۰۵). شاخص ضریب‌تبدیل‌غذایی، کارایی پروتئین و میزان ابقای پروتئیننیز در تیمار ۳ مطلوب‌ترین راندمان را نشان دادند.به‌طور کلی می‌توان گفتماهیان جوان صبیتی به مکمل متیونین در مقایسه با لیزین نیاز بیشتری دارند.بنابراین طبق نتایج این تحقیق.استفاده از مکمل‌های لیزین و متیونین در حد مطلوب در جیره‌غذایی ماهیان جوان صبیتی، می‌تواند تأثیر مثبتی در رشد و تغذیه این ماهیان باارزش دریایی داشته‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ماهی صبیتی،اسیدآمینه، لیزین، متیونین، *Sparidentex hasta*.

*نویسنده مسوول، پست الکترونیک: zakeri.mhd@gmail.com

۱. مقدمه

در مدیریت مجموعه صنعت تکثیر و پرورش آبزیان، میزان تولیداهمیت فوق العاده‌ای دارد. هزینه‌های مدیریت تغذیه که از متغیرهای اساسی در میزان سوددهی در تولیدات صنعت آبزی‌پروری است، در مزارع پرورشی حدود ۶۰ تا ۷۰درصد هزینه‌ها را دربر می‌گیرد (Sardar *et al*., 2009). جهت موفقیت در آبزی‌پروری استفاده از جیره‌های غذایی کارآمد که دارای موادمغذی متعادل هستند، ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌طوری که در سال‌های اخیر مطالعات متعددی جهت بررسی و تعیین جیره‌های غذایی مطلوب تجاری انجام شده است تا بتوان با یک جیره‌غذایی مناسب، حداکثر رشد و سلامتی را در پرورش ماهیان به‌دست آورد (Aprodu *et al*., 2012; Garcia-Meilan *et al*., 2013). پروتئین، در جیره‌غذایی ماهیان به ویژه ماهیان گوشتخوار به عنوان ترکیبی ضروری و گران محسوب می‌شود که به صورت موثری بر عملکرد رشد و نمو، نگهداری و ترمیم بافت‌های بدن ماهی تاثیر می‌گذارد و در برخی موارد نیز جهت تامین انرژی مصرف می‌گردد (NRC, 1993; Lee *et al*., 2002). ماهی همانند دیگر حیوانات نه تنها به یک مقدار مشخص پروتئین، بلکه به ترکیب متعادلی از اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری درجیره‌غذایی خود نیاز دارد(Moor *et al*., 1988). افزودن صحیح مکمل‌های غذایی اسیدآمینه به عنوان پیش‌ساز متابولیسم به جیره‌غذایی، سبب تهیه جیره‌غذایی با ترکیب متعادل اسیدهای آمینه ودرنتیجه باعث بهبود عملکرد رشد و سودآوری صنعت آبزی پروری می‌شود (Hansen *et al*., 2011)؛ ازاین رو، افزودن اسیدهای آمینه آزاد به جیره‌های غذایی آبزیان، به یک عمل رایج تبدیل شده است‌که این مکمل‌ها تاحدودی قادر به جبران عدم‌توازن موادمغذی در جیره‌غذاییهستند(Li *et al*., 2009). لیزین از اسیدهای آمینه مهم محدودکننده در ترکیبات مورداستفاده برای فرمولاسیون غذای تجاری ماهی‌ها است (Mai *et al*., 2006; Abimorad *et al*., 2009; Yang *et al*., 2010). لیزین به عنوان یک اسیدآمینه ضروری در مقدار و محتوای مناسب می‌تواند از طریق بهبود به کار گیری دیگر اسیدهای آمینه ضروری، میزان اکسیداسیون آن‌ها را کاهش دهد(Xie *et al*., 2012). هر چند که مقادیر زیاد این اسیدآمینه در جیره ی غذایی ماهی در گونه‌های مختلف می‌تواند کاهش رشد را با توجه به سمیت جزئی آن درپی داشته باشد(Zhou *et al*., 2007; Bicudo *et al*., 2009; Farhat and Khan, 2013).از دیگر اسیدهای آمینه ضروری محدودکننده که در منابع پروتئینی به ویژه منابع گیاهی دیده‌می‌شود، متیونین است. متیونین یک اسیدآمینه ی سولفوری است که در تغذیه گونه‌های پرورشی ماهی بسیار موردتوجه قرار گرفته است (Farhat and Khan, 2014). ماهی‌ها به متیونین به عنوان یک اسیدآمینه ضروری در منابع پروتئینی جهت رشد طبیعی و عملکرد مطلوب متابولیکی نیازمند هستند (Tulli, 2010).متیونین معمولاً اولین اسیدآمینه ضروری و محدودکننده در بسیاری از جیره‌های غذایی است(Mai *et al*., 2006; Espe *et al*., 2008).متیونین به همراه لیزین به عنوان پیش برنده و تقویت کننده فعالیت کارنیتینو همچنین درانتقال زنجیره‌های بلندگروه‌های آسیل چربی به میتوکندری و در عمل اکسیداسیون بتا نقش دارند (Li *et al*., 2007). ماهی صبیتی *Sparidentex hasta* (Valenciennes, 1830)، از خانواده شانک ماهیان و از گونه‌های مهم و باارزش اقتصادی و شیلاتی خلیج‌فارس محسوب می‌شود؛این ماهی میزان صید بالایی در مناطق مختلف خلیج‌فارس به‌خصوص در سواحل استان خوزستان دارد و بومی آب‌های کشورایران، کویت، بحرین و سایر کشورهای حوضه خلیج‌فارس است (Teng *et al*., 1999).مطالعات معدودی به بررسی اثرات همزمان لیزین و متیونین بر شانک‌ماهیان پرداخته‌اند که در این‌خصوص بر روی گونه‌های *Pagrusmajor* (Takagi *et al*., 2001) و*Acanthopagrus schlegelii*

(Zhou *etal*., 2011) مطالعه انجام شده‌است. براساس مطالعات مختلف نیاز پروتئینی خانواده شانک ماهیان در محدوده ی ۵۰ – ۴۰درصدجیره‌غذایی گزارش گردیده است (Santinha *et al*., 1999; Skalli *et al*., 2004). با توجه به این اصل که پروتئین به عنوان منبع اصلی اسیدهای آمینه، باید تامین کننده اسیدهای آمینه ضروری در تغذیه ماهیان باشد (Palavesam *et al*., 2008)، بنابراین تعیین این مساله الزامی است که آیا در مقادیر و منابع متفاوت پروتئین در جیره‌های غذایی ماهیان، اسیدهای آمینه غلظت‌های موثری دارند یا اینکه نیاز به افزودن مکمل‌های اسیدآمینه متیونین و لیزین است؟ ازاین رو این مطالعه با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل اسیدآمینه‌ای لیزین و متیونین بر شاخص‌های رشد، مورفومتریک و تغذیه ماهیان جوان صبیتی (*Sparidentex hasta*) طراحی شد.

۲. مواد و روش‌ها

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 شد.ماهی‌ها در تانک‌های استوانه‌ای شکل از جنس پلی‌اتیلن، به‌مدت ۳ هفته با شرایط آزمایشگاهی سازگار شدند. در طول مدت سازگاری ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) با جیره‌غذایی پایه فرموله شده (۴۵/۷۳درصد پروتئین و ۱۲/۴۳درصد چربی)، سه بار در روز به روش سیری تغذیه شدند. تعداد ۱۸۰ عدد ماهی با میانگین وزن اولیه ۱/۴۰ ± ۳۷/۵۹ گرم و میانگین طول اولیه ۰/۲۰±۱۱/۹۰سانتیمتر در ۱۸ عدد تانک استوانه‌ای شکل از جنس پلی اتیلن با ظرفیت ۳۰۰ لیتر ذخیره‌سازی 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*., 2010-2011; Rawles *et al*., 2012) و به صورت دستی، به‌مدت ۵۶ روز غذادهی شدند. 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 شد. بعد از هر وعده‌ی غذادهی، تانک‌ها سیفون و مقدار غذای خورده نشده محاسبه و براساس میانگین وزن قطعات غذا، مقدار دقیق غذای مصرف شده محاسبه‌شد(Sardar *etal*., 2009; Hansen *etal*., 2011). در روزهایی که زیست سنجی و نمونه برداری انجام شد، ماهیان به‌مدت ۲۴ ساعت غذادهی نشدند. تعویض آب روزانه حدود ده‌درصد برای هرتانک انجام می‌شد.

هر تانک با استفاده از یک سنگ هوا به وسیله هواده مرکزی هوادهی شد. 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 شدند.در طول دوره ی آزمایش به‌طور میانگین دمای آب ۰/۱± ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد، میزان شوری آب ۰/۰۷ ±۴۵/۰ قسمت در هزار، میزان اکسیژن محلول ۰/۰۹± ۶/۶۴ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین pH برابر ۸ - ۷ بود. این مطالعه در شش تیمار آزمایشی با سه تکرار انجام گردید. در این مطالعه شش جیره‌غذایی با ترکیباتی شامل پودرماهی دریایی و پودرسویا به عنوان منابع اصلی پروتئین، روغن‌ماهی دریایی و روغن‌سویا به عنوان منابع اصلی چربی، آرد گندم، مکمل ویتامین‌ها و موادمعدنی و مقادیر مختلف مکمل اسیدهای آمینه کریستاله لیزین و متیونین، آزمایش شدند. جهت فرموله کردن دقیق جیره‌های غذایی آزمایشی، سطوح موادمغذی موجود در هر جزء غذایی با استفاده از آنالیز استاندارد بیوشیمیایی جزء به جزء (AOAC, 1997) مواد

غذایی تعیین شد. پس از تعیین محتوای موادمغذی اجزای غذایی، شش جیره‌غذایی با میزان یکسان پروتئین ۰/۱۱±۴۵/۷۳درصدو چربی ۰/۱۰ ±۱۲/۰۵درصدفرموله شدند.جیره۱ (شاهد، فاقد مکمل‌های افزودنی)، جیره۲تنها حاویمکمل متیونین به میزان ۲درصدوزن خشک جیره‌غذایی(۱۰۰درصد مکمل متیونین)، جیره۳حاوی ۱/۵درصدوزن خشک متیونین و ۰/۵درصدلیزین(۷۵درصد مکمل متیونین و ۲۵درصد مکمل لیزین)، جیره۴ حاوی۱/۰درصدمتیونین و ۱/۰درصدلیزین (۵۰درصد مکمل متیونین و لیزین)، جیره۵ حاوی ۰/۵درصد متیونین و ۱/۵درصدلیزین (۲۵درصد مکمل متیونین و ۷۵درصد مکمل لیزین)و در نهایتجیره۶ دارای تنها مکمل لیزینبه میزان۲درصدوزن خشک جیره‌غذایی (۱۰۰درصد لیزین) طراحی و ساخته شد. آنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی و ترکیب اسیدهای آمینه جیره‌های غذایی آزمایشی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده‌است. جهت ساخت غذا ابتدا اجزای غذایی به‌طور کامل با استفاده از آسیاب پودر شدند. سپس مواد غذایی توزینو به‌مدت ۴۰دقیقه در همزن صنعتی با هم مخلوط گردید. در مرحله بعد مکمل‌ها و روغن‌ها به مخلوط افزوده و پس از ایجاد حالت خمیری، این ترکیب به‌مدت ۲۰دقیقه مخلوط شد. در نهایت جیره‌های غذایی همگن شده، شکل گرفته و خشک شدند (AOAC, 1997). جیره‌های غذایی ساخته شده تا زمان استفاده در کیسه‌های پلاستیکی تیره و درب بسته در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام‌شد. داده‌ها در نتایج به صورت میانگین± خطای استاندارد آورده شده است. از رگرسیون خطی برای تعیین همبستگی بین لیزین و متیونین جیره‌غذایی با شاخص‌های موردبررسی استفاده‌شد. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (one way ANOVA)جهت ارزیابی اختلاف بین سطوح مختلف مکمل اسیدهای آمینه استفاده‌شد.برای مقایسه تفاوت بین تیمارهای مختلف از پس‌آزموندانکن (Duncan Post Hoc test) در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵) استفاده‌شد.

۳- نتایج

نتایج مربوط به اثرات سطوح مختلف مکمل‌های غذایی لیزین و متیونین بر شاخص‌های رشد و مرفومتریک در جدول ۳ آورده شد. در شاخص افزایش وزن بدن، بیشترین افزایش مربوط به ماهیان تغذیه شده با تیمار ۲ بود. کمترین مقدار افزایش وزن در تیمارهای ۱ (شاهد) و تیمار دارای۱۰۰درصد لیزین (تیمار ۶) مشاهده‌شد. تیمار شاهد و تیمار ۶ با تیمارهای ۱۰۰درصدمتیونین (تیمار ۲) و ۷۵درصدمتیونین (تیمار ۳) دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تمام تیمارهای غذایی در مقایسه با تیمار شاهد دارای افزایش بیشتری در وزن بدن بودند. تیمار ۶ نیز از تیمارهای ۲ و ۳ به‌طور معناداری کمتر بود(P<۰/۰۵). افزایش مکمل‌های اسیدآمینه‌ای لیزین و متیونین در جیره‌های غذایی اثر معنی‌داری بر میزان نرخ رشد ویژه در تیمارهای مختلف آزمایشی نداشته‌است (P>۰/۰۵). کمترین مقدار این شاخص در تیمار شاهد مشاهده‌شد. ماهیان تغذیه شده با تیمار ۱۰۰درصدمتیونین (تیمار ۲) بیشترین مقدار شاخص کبدی را به‌طور معنی‌داری نشان داد که تفاوت معنا داری با سایر تیمارها به‌جز تیمار ۶ داشت .(P<۰/۰۵). شاخص احشایی در بین تیمارهای مختلف غذایی تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). بیشترین و کمترین مقدار شاخص احشایی به ترتیب در تیمارهای ۱ (شاهد) و ۲ مشاهده‌شد. بیشترین مقدار چربی درون صفاقی، در تیمار ۵ و کمترین میزان آن در تیمار ۴ و سپس تیمار ۲ مشاهده‌شد که تیمار ۵ با این دو تیمار دارای اختلاف معنادار بود (P<۰/۰۵). میزان چربی درون صفاقی در سایر تیمارها تفاوت معنادار نشان نداد. ضریب‌چاقی در ماهیان تغذیه شده با مکمل ۱۰۰درصدلیزین (تیمار ۶) بیشترین مقدار را نشان داده و این تیمار دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). هر

چند که در سایر تیمارها تفاوت معنادار وجود نداشت. نتایج مربوط به اثرات مکمل‌های غذایی لیزین و متیونین بر شاخص‌های تغذیه‌ای ماهیان جوان صبیتی(*S. hasta*) در جدول ۴ ذکر شده‌است. در شاخص ضریب‌تبدیل‌غذایی بین تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$). ضریب‌تبدیل‌غذایی تمام تیمارهای آزمایشی از تیمار شاهد کمتر بود. بیشترین میزان این شاخص به‌طور مقایسه‌ای مربوط به تیمار شاهد است که با تیمار پنج و تیمار شش تفاوت معنادار نداشت و بهترین (کمترین) مقدار آن در تیمار ۳ و سپس تیمار ۲ دیده شد. شاخص کارایی غذایی و شاخص کارایی پروتئین دارای تغییرات مشابهی بوده و بین تیمارها اختلاف معناداری وجود داشت ($P<0/05$).

جدول۱. اجزای غذایی وآنالیز تقریبی ترکیبات بیوشیمیایی جیره های غذایی آزمایشی (n=۳)

	جیره های غذایی آزمایشی					
	(شاهد) تیمار ۱	تیمار ۲ (۱۰۰٪ متیونین)	تیمار ۳ (۷۵٪ متیونین، ۲۵٪ لیزین)	تیمار ۴ (۵۰٪ لیزین، ۵۰٪ متیونین)	تیمار ۵ (۲۵٪ متیونین، ۷۵٪ لیزین)	تیمار ۶ (۱۰۰٪ لیزین)
اجزای غذایی[۲] (گرم در کیلوگرم)						
پودر ماهی[۳]	۴۴۰	۴۴۰	۴۴۰	۴۴۰	۴۴۰	۴۴۰
پودر سویا[۲]	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰
آرد گندم[۲]	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
روغن ماهی	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵
روغن سویا	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
اسید آمینه لایزین	۰	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
اسید آمینه متیونین	۰	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰
مخلوط مواد معدنی[۴]	۵	۵	۵	۵	۵	۵
مخلوط ویتامین[۵]	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
زئولیت	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰
آنالیز جیره های غذایی آزمایشی						
پروتئین	۴۵/۷۳	۴۵/۷۷	۴۵/۹۵	۴۶/۳۰	۴۵/۹۵	۴۴/۷۲
چربی	۱۲/۳۴	۱۲/۵۵	۱۲/۲۸	۱۱/۴۲	۱۱/۴۶	۱۲/۳۰
خاکستر	۱۰/۳۹	۹/۶۴	۱۰/۰۶	۱۰/۵۴	۱۰/۲۴	۱۱/۱۲
رطوبت	۵/۲۷	۵/۷۲	۵/۴۷	۵/۲۷	۵/۲۷	۵/۶۱
کربوهیدرات[۶]	۲۶/۳۶	۲۶/۳۲	۲۶/۲۴	۲۶/۶۷	۲۷/۰۸	۲۵/۸۶
انرژی کل[۷] (MJ/Kg)	۲/۰۲	۲/۰۳	۲/۰۲	۱/۹۹	۲/۰۰	۱/۹۸

[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 ۶۴/۱۷ درصد و چربی ۳/۸۵ درصد)، پودر سویا: (پروتئین ۴۱/۶۵ درصد و چربی ۲/۱۷ درصد) آرد گندم:(پروتئین ۱۱/۳۹ درصد و چربی ۱/۱۹ درصد).

[۳]. هر کیلو مکمل ماده معدنی شامل : منگنز: ۲۶۰۰mg، مس : ۶۰۰۰mg، آهن: ۴۰۰۰mg، روی: ۶۰۰۰mg، سلنیوم:۵۰۰mg، ید: ۲۰۰۰mg، کبالت: ۵۰۰mg، کولین کلراید: ۱۲۰۰۰۰mg .

[۴]. هر کیلو مکمل ویتامین حاوی ویتامین های A= ۶۰۰۰۰۰IU، E=۴۰۰۰mg،D3=۴۰۰۰۰۰IU، B_1=۳۰۰۰ mg، B_2=۵۰۰۰ mg، B_6=۳۰۰۰ mg، B_{12}=۸۰۰۰ mg، C=۵۲۰۰۰ mg، نیکوتنیک اسید: ۳۰۰۰۰ mg، دی کلسیم پانتوتنیک: ۹۰۰۰ mg، فولیک اسید: ۱۶۰۰mg، دی بیوتین: ۱۶۰ mg، اینوزیتول: ۲۴۰۰۰ mg، آنتی اکسیدانت: ۵۰۰۰ mg

[۵] (رطوبت + خاکستر+ چربی+ پروتئین) – ۱۰۰= کربوهیدرات

[۶] (۰/۰۱۷ × کربوهیدرات)+ (۰/۰۳۹۸ × چربی)+ (۰/۰۲۳۷ × پروتئین) = انرژی کل

بیشترین میزان این دو شاخص مربوط به تیمار سه بود که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود و کمترین میزان آن در تیمار پنج مشاهده شد که با تیمار شاهد و تیمار شش تفاوت معنادار نداشت. بیشترین مقدار شاخص غذای دریافتی روزانه و پروتئین دریافتی روزانه مربوط به تیمار پنج و کمترین آن مربوط به تیمار سه بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمار پنج و سه مشاهده‌گردید($P<0/05$) و دیگر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنادار نشان ندادند. مشابه این نتیجه برای شاخص کل غذای دریافتی نیز صادق بود با این تفاوت که تیمار پنج و سه با سایر تیمارها اختلاف معناداری داشتند ($P<0/05$).

کمترین مقدار شاخص ابقای پروتئین در تیمار ۴ و بیشترین مقدار آن در تیمار ۳ مشاهده شد که این دو تیمار دارای اختلاف معنادار بودند ($P<0/05$) ، هر چند که بین سایر تیمارها اختلاف معنا داری مشاهده‌نشد.

جدول۲. ترکیب اسیدهای آمینه در جیره های غذایی آزمایشی (بر اساس درصد پروتئین، n=3)

	جیره های غذایی آزمایشی					
	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (۱۰۰٪ متیونین)	تیمار ۳ (۷۵٪ متیونین، ۲۵٪ لیزین)	تیمار ۴ (۵۰٪ لیزین، ۵۰٪ متیونین)	تیمار ۵ (۲۵٪ متیونین، ۷۵٪ لیزین)	تیمار ۶ (۱۰۰٪ لیزین)
اسیدهای آمینه ضروری (EAA)						
آرژنین	۵/۷۱	۵/۵۳	۵/۵۴	۵/۵۶	۵/۵۵	۵/۵۸
هیستیدین	۱/۹۱	۲/۱۱	۲/۰۳	۱/۸۸	۱/۸۷	۱/۷۹
ایزولوسین	۳/۶۴	۳/۹۵	۳/۸۵	۳/۸۰	۳/۶۶	۳/۵۸
لوسین	۷/۰۱	۶/۹۵	۰۰۷	۷/۰۲	۷/۰۶	۷/۱۰
لیزین	۳/۳۸	۳/۱۰	۳/۹۰	۴/۸۲	۵/۸۴	۶/۸۱
متیونین	۲/۲۴	۴/۴۹	۴/۱۱	۳/۵۲	۲/۸۹	۲/۲۷
فنیل آلانین	۴/۴۹	۴/۴۱	۴/۴۲	۴/۴۲	۴/۴۴	۴/۴۵
ترئونین	۳/۳۱	۳/۳۲	۳/۳۲	۳/۳۴	۳/۳۴	۳/۳۵
والین	۴/۰۱	۴/۳۵	۴/۲۱	۴/۱۴	۴/۰۴	۳/۹۴
اسیدهای آمینه غیرضروری (NEAA)						
آلانین	۳/۱۹	۳/۳۱	۳/۲۵	۳/۲۶	۳/۲۳	۳/۲۱
اسید آسپارتیک	۵/۷۹	۵/۹۰	۵/۸۸	۵/۸۷	۵/۸۴	۵/۸۲
سیستئین	۱/۶۸	۱/۸۲	۱/۷۶	۱/۷۷	۱/۷۶	۱/۷۲
اسید گلوتامیک	۳۳/۴۵	۳۰/۶۲	۳۰/۴۹	۳۰/۱۴	۳۰/۱۰	۲۹/۹۱
گلیسین	۳/۵۶	۳/۴۱	۳/۵۰	۳/۵۲	۳/۵۵	۳/۶۲
پرولین	۹/۰۴	۹/۲۲	۹/۲۰	۹/۱۶	۹/۱۴	۹/۱۰
سرین	۴/۳۳	۴/۰۱	۴/۱۳	۴/۲۰	۴/۲۷	۴/۴۱
تیروزین	۳/۲۴	۳/۵۲	۳/۴۷	۳/۴۰	۳/۳۳	۳/۲۸
[۸]TEAA	۳۵/۷۰	۳۸/۲۱	۳۸/۳۸	۳۸/۵۰	۳۸/۶۹	۳۸/۸۷
[۹]TNEAA	۶۴/۲۸	۶۱/۸۱	۶۱/۶۸	۶۰/۴۷	۶۱/۲۲	۶۱/۰۷
TEAA/TNEAA(٪)	۵۵/۵۴	۶۱/۸۲	۶۲/۲۲	۶۳/۶۷	۶۳/۲۰	۶۳/۶۵

[۷] مجموع اسیدهای آمینه ضروری (Total essential amino acids)

[۸] مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروی(Total non-essential amino acids)

بیشترین مقدار لیزین دریافتی در تیمار ۵ و کمترین آن در تیمار ۳ مشاهده شد (P<۰/۰۵). لیزین دریافتی در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به‌طور معنا داری کمتر از تیمارهای دارای لیزین بودند.نتایج آزمون همبستگی دربین شاخص‌لیزین دریافتی بدن بالیزین موجود در جیره‌غذاییدارای رابطه همبستگی (P=۰/۰۰۰۴ و r^2=۰/۸۲۳) با معادله x − ۰/۶۰۵ y =۰/۶۸۴ است. بیشترین مقدار متیونین دریافتی با تفاوت معنادار نسبت به سایر تیمارها در تیمار ۲ گزارش گردید(P<۰/۰۵) وکمترین آن در تیمار شاهد و سپس در تیمار ۶ مشاهده شد.

همچنین نتایج آزمون همبستگی بین متیونین جیره‌غذایی با میزان متیونین دریافتی بدن رابطه ی همبستگی (P =۰/۰۰۲ و r^2 =۰/۵۰۵) با معادله y =۰/۳۲۰x − ۰/۳۸۲را نشان داد. همچنین میزان ابقای لیزین و متیونین در تیمار ۳ به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بودند(P<۰/۰۵). نتایج آزمون همبستگی دربین شاخص لیزین دریافتی بدن با لیزین موجود در جیره‌غذایی دارای رابطه همبستگی (P=۰/۰۰۰۴ و r^2=۰/۸۲۳) با معادله x − ۰/۶۰۵ y =۰/۶۸۴ است.

بیشترین مقدار متیونین دریافتی با تفاوت معنادار نسبت به سایر تیمارها در تیمار ۲ گزارش گردید(P<۰/۰۵) وکمترین آن در تیمار شاهد و سپس در تیمار ۶ مشاهده شد.

جدول ۳: شاخص های رشد در ماهیان جوان صبیتی (S. hasta) تغذیه شده با سطوح مختلف لیزین و متیونین جیره غذایی (میانگین± خطای استاندارد، n=۳)

	تیمارهای غذایی آزمایشی					
	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
شاخص های رشد						
طول اولیه (سانتی‌متر)	۱۱/۹ ± ۰/۲۰	۱۱/۹ ± ۰/۲۰	۱۱/۹ ± ۰/۲۰	۱۱/۹ ± ۰/۲۰	۱۱/۹ ± ۰/۲۰	۱۱/۹ ± ۰/۲۰
وزن اولیه(گرم)	۳۷/۶۲ ±۰/۰۳	۳۸/۱۶ ±۰/۱۹	۳۸/۱۱ ±۰/۱۵	۳۷/۰۰ ±۰/۱۲	۳۹/۳۹ ±۰/۴۷	۳۵/۳۰ ±۰/۳۵
طول نهایی	۱۴/۱۵ ± ۰/۲۴	۱۴/۶۰ ± ۰/۲۸	۱۴/۶۳ ± ۰/۲۶	۱۴/۰۲ ± ۰/۲۳	۱۴/۸۸ ± ۰/۱۸	۱۳/۹۰ ± ۰/۲۹
وزن نهایی	۵۱/۶۱ ±۲/۴۰	۵۷/۱۱ ±۲/۷۱	۵۸/۳۸ ±۲/۷۳	۵۳/۳۲ ±۲/۱۰	۶۰/۱۵ ±۲/۰	۵۱/۹۵ ±۲/۹۰
افزایش وزن (گرم)	۱۰/۷۳±۲/۰۹^{a}	۲۱/۹۶ ±۲/۳۱^{b}	۲۰/۴۲ ±۲/۱۷^{b}	۱۵/۷۹ ±۲/۲۰^{ab}	۱۵/۹۱ ±۱/۶۵^{ab}	۱۲/۰۰ ±۱/۶۴^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۰/۵۱± ۰/۰۸	۰/۶۶± ۰/۰۹	۰/۶۳± ۰/۰۵	۰/۵۸± ۰/۰۸	۰/۶۸± ۰/۰۸	۰/۵۲± ۰/۰۸
شاخص های مورفومتریک (برحسب درصد)						
شاخص کبدی	۱/۰۲± ۰/۰۱^{a}	۱/۲۶± ۰/۰۵^{c}	۱/۰۷± ۰/۰۳^{ab}	۱/۰۶± ۰/۰۳^{ab}	۱/۱۰± ۰/۰۴^{ab}	۱/۲۰± ۰/۰۷^{bc}
شاخص احشایی	۴/۲۴± ۰/۱۶	۳/۶۶± ۰/۱۷	۳/۹۰± ۰/۲۹	۴/۱۶± ۰/۱۸	۳/۷۳± ۰/۱۶	۳/۸۴± ۰/۱۸
چربی درون صفاقی	۰/۸۷± ۰/۱۸^{ab}	۰/۶۹± ۰/۱۹^{a}	۰/۷۹± ۰/۱۵^{ab}	۰/۶۱± ۰/۱۲^{a}	۱/۲۷± ۰/۰۷^{b}	۰/۸۱± ۰/۱۶^{ab}
ضریب چاقی	۱/۷۷± ۰/۰۲^{a}	۱/۸۰± ۰/۰۲^{a}	۱/۷۶± ۰/۰۲^{a}	۱/۸۱± ۰/۰۲^{a}	۱/۷۹± ۰/۰۲^{a}	^{b}۱/۹۱± ۰/۰۲

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (P<۰/۰۵)

همچنین نتایج آزمون همبستگی بین متیونین جیره‌غذایی با میزان متیونین دریافتی بدن رابطه ی همبستگی (P =۰/۰۰۲ و r^2 =۰/۵۰۵) با معادله y =۰/۳۲۰x − ۰/۳۸۲را نشان داد. همچنین میزان

ابقای لیزین و متیونین در تیمار ۳ به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بودند(P<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه گیری

افزودن اسیدهای آمینه آزاد به جیره‌غذایی ماهیانبه روشی متعارف جهت جبران فقدان یک یا چند اسیدآمینه ضروری جیره‌غذایی، تبدیل شده‌است.(SegoviaQuintero and Reigh, 2004). رعایت مقدار متعادل و متناسب اسیدهای آمینه در جیره‌غذایی الزامی است. به‌طوری که فقدان اسیدهای آمینه در جیره‌غذایی سبب کاهش رشد و ابقای پروتئین در ماهیان می‌شود (Saavedra *et al.*, 2008).استفاده ازاسیدهای آمینه علاوه بر اینکه در جیره‌های غذایی نامطلوب از نظر پروتئینی و انرژی، ضروری است.بلکه افزودنآن‌ها به‌عنوان مکمل به جیره‌های غذایی مرغوب (از لحاظ پروتئین و انرژی) نیز گاهی الزامی به نظر می‌رسد (Yamamoto *et al.*, 2005). هرچند بعضی از مطالعات نتایج مثبتی را از افزودن اسیدهای آمینه به جیره‌غذاییگونهکپور معمولی(Watanabe *et al.*, 1987;*Cyprinus carpio*)مشاهده نکرده‌اند امادر بیشتر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، ماهیان تحت تاثیر مکمل‌های آمینواسیدی لیزین و متیونین قرار گرفته‌اند.

جدول ۴: شاخص های تغذیه در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با سطوح مختلف لیزین و متیونین جیره غذایی (میانگین± خطای استاندارد، n=۳)

	تیمارهای غذایی آزمایشی					
	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
ضریب تبدیل غذایی	^{b}۴/۰۷ ± ۰/۸۶	^{a}۲/۲۴ ± ۰/۲۲	^{a}۱/۹۴ ± ۰/۴۰	^{ab}۳/۳۸ ± ۰/۷۰	^{b}۴/۱۹ ± ۰/۳۵	^{b}۴/۰۸ ± ۰/۱۳
کارایی غذایی	^{a}۲۰/۲۷± ۴/۳۳	^{bc}۴۰/۱۱± ۳/۸۵	^{c}۵۵/۵۸± ۹/۷۱	^{ab}۲۹/۵۸±۷/۱۱	^{a}۲۰/۱۱± ۱/۷۹	^{a}۲۰/۷۴± ۰/۵۳
کارایی پروتئین	^{a}۰/۴۴± ۰/۰۹	^{bc}۰/۸۷± ۰/۰۸	^{c}۱/۲۱± ۰/۲۱	^{ab}۰/۶۳± ۰/۱۵	^{a}۰/۴۳± ۰/۰۳	^{a}۰/۴۶± ۰/۰۱
غذای روزانه دریافتی	^{ab}۱/۱۹ ± ۰/۰۵	^{ab}۱/۲۸ ± ۰/۱۵	^{a}۰/۹۴ ± ۰/۱۸	^{ab}۱/۲۲ ± ۰/۰۶	^{b}۱/۸۱ ± ۰/۴۸	^{ab}۱/۴۶ ± ۰/۱۵
کل غذای دریافتی	^{b}۵۲/۴۷ ±۳/۰۴	^{b}۵۶/۵۹±۱/۰۲	^{a}۳۸/۴۴ ±۵/۶۵	^{b}۵۰/۳۴ ±۳/۳۷	^{c}۷۳/۴۲ ±۳/۰۵	^{b}۵۷/۹۸ ±۳/۲۲
پروتئین روزانه دریافتی	^{ab}۰/۵۴± ۰/۰۲	^{ab}۰/۵۹± ۰/۰۷	^{a}۰/۴۶± ۰/۰۶	^{ab}۰/۵۶± ۰/۰۲	^{b}۰/۸۳± ۰/۲۲	^{ab}۰/۶۵± ۰/۰۶
میزان ابقای پروتئین	^{ab}۱/۵۴ ± ۰/۴۹	^{ab}۱/۴۲ ± ۰/۲۵	^{b}۲/۰۷ ± ۰/۲۰	^{a}۰/۷۱ ± ۰/۳۲	^{ab}۱/۳۰ ± ۰/۲۹	^{ab}۱/۲۸ ± ۰/۰۲
لیزین دریافتی	^{a}۱/۴۵± ۰/۰۸	^{a}۱/۴۳± ۰/۰۲	^{a}۱/۲۲± ۰/۱۸	^{b}۲/۰۰± ۰/۱۳	^{c}۳/۵۱± ۰/۱۴	^{c}۳/۱۶± ۰/۱۷
متیونین دریافتی	^{a}۰/۹۵± ۰/۰۵	^{e}۲/۰۸± ۰/۰۳	^{bc}۱/۲۹± ۰/۱۸	^{cd}۱/۴۶± ۰/۰۹	^{d}۱/۷۴± ۰/۰۷	^{ab}۱/۰۵± ۰/۰۵
میزان ابقای لیزین	^{a}۰/۶۵ ± ۰/۱	^{a}۰/۸۷ ± ۰/۱۱	^{c}۱/۳۹ ± ۰/۲۲	^{a}۰/۹۱ ± ۰/۰۹	^{ab}۰/۹۹ ± ۰/۱۹	^{a}۰/۹۶ ± ۰/۰۷
میزان ابقای متیونین	^{ab}۰/۶۲ ± ۰/۰۵	^{bc}۰/۹۸ ± ۰/۰۵	^{c}۱/۳۱ ± ۰/۲۳	^{ab}۰/۸۱ ± ۰/۰۴	^{ab}۰/۶۶ ± ۰/۱۳	^{a}۰/۵۷ ± ۰/۰۵

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از این تحقیق بیان کرد که مکمل‌های لیزین و متیونین بر شاخص رشد ماهی تاثیر معنادار داشته، به‌طوری که کمترین میزان افزایش وزن در تیمار شاهد مشاهده‌شد. شاخص نرخ رشد ویژه نیز در تیمارهای آزمایشی بیشتر از گروه شاهد بود. به‌طورکلی افزایش سطوح مکمل متیونین

در جیره‌های غذایی، سبب ایجاد روند افزایشی در شاخص افزایش وزن گردید. با افزایش لیزین در جیره‌های غذایی شاخص افزایش وزن تفاوت معناداری با تیمار شاهد نشان نداد. کمترین مقدار افزایش وزن در تیمارهای شاهد (بدون مکمل) و تیمار دارای ۱۰۰درصد لیزین مشاهده شد که مشابه این نتیجه در ماهیان جوان سیم دریایی (Takagi *et al*., 2001*; P. major*)، باس سیاه (Coyle *et al*., 2000*; Micropterus salmoides*) و ماهی جوان پاکو (Abimorad *et al*., 2009*; Piaractus. Mesopotamicus*) مشاهده‌شد. اسیدهای آمینه سولفوری مانند متیونین دارای وظایف بسیاری در جانوران از جمله ماهی‌ها هستند که از مهم ترین آن‌هامی‌توان به نقش اصلی این اسیدهای آمینه در سنتز پروتئین‌های ساختاری و رشد و توسعه مطلوب در ماهی اشاره نمود. همچنین کم بودن متیونین جیره‌غذاییمی‌تواند کاهش رشد، کارایی تغذیه و کاهش محتوای پروتئینی را برای ماهی درپی داشته باشد(Khan and Abidi, 2011 a, b). تعادل اسیدهای آمینه در جیره‌غذایی برای رشد مطلوب آبزی ضروری است (Zhou *et al*., 2011).اسیدهای آمینه ضروری وقتی به میزان زیاد و بیش از نیاز موجود مورداستفاده قرار می‌گیرند، ممکن است سبب واکنش‌های متفاوتی از جمله کاهش رشد شوند (Harper *et al*., 1970; Zhou *et al*., 2011). بیشتر محققان با افزایش اسیدهای آمینه به جیره‌غذایی، الگوهای مختلفی برای رشد ماهی ارائه داده‌اند. با افزایش مکمل متیونین و لیزین در جیره‌غذایی: ۱) رشد افزایش می‌یابد و در مقادیر بالاتر از حد موردنیاز ماهی، رشد ثابت باقی می‌ماند و یا ۲) رشد افزایش یافته و درحد بالاتر از نیاز گونه رشد ماهی به‌طور معناداری کاهش می‌یابد (Luo *et al*., 2005; Nguyen and Davis, 2009).

عدم تاثیرگذاری مکمل‌های آمینواسیدی بر رشد ماهی در برخی از مطالعات(Hansen *et al*., 2011; peik mousavi et al.,2011) ممکن است به دلیل جذب غیرهمزمان اسیدهای آمینه کریستاله و اسیدهای آمینه موجود در منبع پروتئینی جیره‌غذایی باشد و این موضوع سبب می‌شود که اسیدهای آمینه آزاد به عنوان اسیدهای آمینه نامتعادل به بافت‌ها فرستاده شده و درنتیجه فرآیندهای کاتابولیسم این اسیدهای آمینه بیشتر از فعالیت سنتزی و تولید پروتئین خواهد بود(Tibaldi and Kaushik, 2005; Ambardekar and Reigh, 2007; Yang *et al*., 2011). در مطالعه‌ای بر ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) گزارش شد، زمانی که منبع تامین پروتئین جیره‌غذایی خالص و تعداد دفعات غذادهی بالا باشد، مقدار بیشتری از اسیدهای آمینه آزاد را می‌توان استفاده کرد (Lin *et al*., 2013).سه بار غذادهی در روز ممکن است باعث بهبود کارایی اسیدهای آمینه آزاد شود که در نهایت این اثرات مثبت می‌توانند در شاخص‌های رشد خود را نشان دهند (Yu *et al*., 2013). همچنین براساس گزارشات مختلف تاثیر متیونین و لیزین به صورت مکمل غذایی بر ماهی به عوامل مختلفی از جمله اندازه ماهی و سن آن، شرایط آزمایشگاهی (دمای آب و تراکم ذخیره سازی)، ریتم غذادهی، جیره‌غذایی و کیفیت اجزای غذایی مورداستفاده با ترکیبات متفاوتی از اسیدهای آمینه در جیره‌غذایی پایه (پودر ماهی، پودر سویا و غیره) بستگی دارد (Forster and Dominy, 2006; Zhou *et al*., 2011).

لیزین موردنیاز بعضی از گونه‌های خانواده شانک ماهیان مانند شانک طلایی (*Sparus aurata*)، ماهی سیم دریایی (*P. major*) و ماهی *Dentex dentex* به ترتیب برابر با ۵، ۳/۶ و ۴/۷درصد پروتئین جیره و متیونین این گونه‌ها نیز ۲/۴،۲ و ۲/۲ گزارش شده‌است.(NRC, 1993; Forster and Ogata, 1998). در مطالعه حاضر لیزین در تیمار ۶ (۶/۸۱درصد پروتئین جیره‌غذایی) بالاتر از مقادیر ارائه شده در گزارشات مذکور بود. احتمالاً ناچیز بودن افزایش وزن در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای با سطوح بالای لیزین، به دلیل بالا بودن میزان لیزین در جیره‌غذایی باشد که باعث عدم تناسب و تعادل در

ترکیبات اسیدهای آمینه ضروری در ماهی موردآزمایش شده‌است.(Takagi *et al*., 2001).

در پایان دوره آزمایش، شاخص کبدی در تیمارهای دارای مکمل اسیدهای آمینه بالاتر از تیمار شاهد بوده و تیمار دارای ۱۰۰درصدمتیونین و سپس تیمار ۱۰۰درصدلیزین با اختلاف معنادار از تیمار شاهد، بیشترین مقدار این شاخص را داشتند. هر چند که شاخص احشایی در تیمار شاهد دارای بالاترین میزان بود. بیشترین مقدار چربی درون صفاقی در ماهیان تغذیه شده با جیره‌غذایی حاوی ۲۵درصدمکمل متیونین و ۷۵درصدمکمل لیزین (تیمار ۵) بود. Espe و همکاران (2008) گزارش کردند که متیونین دریافتی بالا، منجر به بالا رفتن شاخص کبدی در ماهی سالمون آتلانتیک (*Salmo salar*) می‌شود. متیونین تحت تاثیر متابولیسم اسیدهای آمینه سولفوری کبد در ماهی قرار می‌گیرد. هر چند که در ماهی سیم دریایی (*P. major*) شاخص کبدی در گروه شاهد و تیمار دارای لیزین در کمترین مقدار و در گروه دارای مکمل لیزین بعلاوه متیونین بیشترین مقدار گزارش شد(Takagi *et al*., 2001). Brown و همکاران(1992) بیان کردند که شاخص کبدی و چربی درون صفاقی بیانگر ذخیره مناسبی از انرژی در حفره شکمی و کبد هستند و این نکته واضح است که تغذیه با جیره‌های غذایی فاقد اسیدهای آمینه یا اسیدهای آمینه ناکافی و نامتوازن منجر به ذخیره انرژی بیشتری به صورت چربی در کبد، بافت ماهیچه (فیله) یا حفره شکمی می‌شود.

این تحقیق نشان داد که گروه تغذیه شده با ۱۰۰درصدلیزین در شاخص ضریب‌چاقی بیشترین مقدار و کمترین میزان این شاخص در گروه شاهد و تیمار ۳ مشاهده شد. در مطالعات انجام شده بر روی ماهیان *S. macrocephalus* (Zhou*et al*., 2010)، *Myxocyprinus asiaticus*(Lin *et al*., 2013)، *Bidyanus bidyanus* (Yang *et al*.,2011) و *Heteropneustes fossilis* (Farhat and Khan, 2013) نیز گزارش شد که با افزایش لیزین در جیره‌غذایی تا حد مطلوب گونه، شاخص ضریب‌چاقی افزایش یافت و با تیمار شاهد اختلاف معناداری داشت. در تایید این نتایج می‌توان به یافته‌های Corraze(2001) اشاره‌کرد که بیان کرد مکان رسوب چربی در ماهیان متفاوت است و به‌طور کلی ممکن است چربی در بافت احشاء، کبد و ماهیچه و حتی در زیر پوست ماهی ذخیره شود. همچنین Peres و Oliva-Teles(2008)بیان نمودند در جیره‌هایی که محدودیت و عدم تعادل لیزین وجود دارد، اکسیداسیون کاهش یافته و سنتز پروتئین با محدودیت روبرو می‌شود و درنتیجه اسیدهای آمینه به جای سنتز پروتئین بعد از آمین زدایی به چربی و یا گلیکوژن تبدیل و در کبد ذخیره و رسوب می‌کنند (Yang *et al*., 2011) که می‌تواند یکی از دلایل بالا بودن شاخص‌های مرفومتریک در تیمارهایی با سطوح بالای لیزین در این مطالعه باشد. بنابراین غلظت بالای اسیدهای آمینه در جیره‌غذایی، سبب می‌شود، این اسیدهای آمینه اضافی کاتابولیزه شده و ساختمان کربنی آن در سنتز چربی استفاده گردد و در بافت‌ها ذخیره شود (Tantikitti and Chimsung, 2001).

ضریب‌تبدیل‌غذایی از مهم ترین پارامترهایی است که توسط پرورش دهندگان جهت ارزیابی عملکرد تغذیه‌ای گونه و مدیریت موثر تغذیه‌ای استفاده‌می‌شود. ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) در تیمارهای ۲ و ۳ که دارای بالاترین سطوحاسیدآمینه متیونین در بین جیره‌های غذایی بودند، کمترین میزان شاخص ضریب‌تبدیل‌غذایی و بهترین کارایی غذایی و کارایی پروتئین و بیشترین میزان ابقای پروتئین را نشان دادند. تیمارهایی با سطوح بالای لیزین بدون تفاوت معنادار با تیمار شاهد،کمترین کارایی را ارائه کردند. همسو با نتایج مطالعه حاضر، شاخص‌های کارایی غذایی، کارایی پروتئین و میزان ابقای پروتئیندر ماهی سیم دریایی (*P. major*) در تیمار غنی سازی شده با مکمل متیونین به‌علاوه لیزین بهترین عملکرد را نشان داد و به‌طور معناداری بالاتر از گروه شاهد و تیمار لیزین بود. De la

Higuera و همکاران (1998) بیان کردند که در جیره‌های با مقدار نامناسب لیزین نسبت به جیره‌غذایی غنی‌سازی شده با لیزین کافی، عملکرد رشد، غذای دریافتی و شاخص کارایی پروتئین به‌طور معناداری کمتر است. در این مطالعه افزایش وزن ماهی دارای رابطه همبستگی با شاخص‌های کارایی تغذیه (P=۰/۰۴۵ و r^2=۰/۶۷۵) با معادله x – ۱۱/۶۹ y =۲/۶۵ و کارایی پروتئین (P=۰/۰۴۸ و r^2=۰/۶۶۵) با معادله ۰/۲۵۱ – y =۰/۰۵۷xبود. این روابط می‌تواند بیانگر این نکته باشد که این ماهی قادر است اسیدهای آمینه آزاد در جیره‌غذایی را به خوبی جهت سنتز پروتئین و درنتیجه رشد به‌کارگیرد.(Zhou *et al*., 2010). Takeda وTakii(1992) درخصوص اهمیت تغذیه مناسب در ماهیان گزارش کردند که اگر جیره‌غذاییموردمصرف ماهی از سطح مطلوبموادمغذیبرخوردار باشد، مواد غذایی به‌طور موثرتری هضم می‌شوند (Sudagar et al., 2008) که می‌تواند تایید کننده این نتیجه باشد که نیاز آمینواسیدی در این آزمایش و برای این گونه با جیره‌غذایی ۳ مطابقت بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها دارد.

شاخص غذای دریافتی کل و شاخص‌های مقدار غذا و پروتئین دریافتی روزانه در ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) در پایان دوره دارای تغییرات و روند مشابهی بودند، به‌طوری که کمترین مقدار این سه شاخص در تیمار ۳، دارای ۷۵درصدمتیونین و ۲۵درصدلیزین و بیشترین مقدار آن در تیمار۵ دارای ۷۵درصدلیزین و ۲۵درصدمتیونین مشاهده‌شد. از آن جایی که تیمارهایی با میزان رشد بیشتر احتمالاً دارای اسیدهای آمینه کافی و متعادل بودند، میزان غذا دریافتی در این تیمارها کمتر از جیره‌هایی بود که از این نظر نامتعادل بودند. فقدان اسیدهای آمینه و یا مقدار اضافی آنها (مانند تیمار شاهد و ۶ در این مطالعه)،احتمالاً سبب کاهش دلپذیری و طعم غذا (De la Higuera, 2001)، کاهش اشتها و درنتیجه باعث کم شدن غذای دریافتی و دریافت غذا شده که نمونه آن در قزل آلای رنگین کمان(Yamamoto *et al*., 2000; *O. mykiss*) و ماهی مریگال(*mrigala* (*Cirrhinus*Ahmed and Khan, 2004; دیده شد. دلیل افزایش غذای دریافتی در تیمارهایی با سطوح بالای لیزین (با افزایش وزن جزئی) در این مطالعه احتمالاً می‌تواند به دلیل توانایی این اسیدآمینه در افزایش اشتها باشد که باعث بالا رفتن میزان غذا و پروتئین دریافتی شده است اما به‌دلیل عدم تعادل آمینواسیدی در این جیره‌غذایی، نتوانسته با پروفایل سنتز پروتئین در بدن مطابقت ایجاد کند و افزایش رشد معناداری ایجاد نشده است. در ماهیان، تغذیه با جیره‌های نامتعادل از نظر اسیدهای آمینه، سبب می‌شود که اسیدهای آمینه خوراکی جذب شده با پروفایل سنتز پروتئین مطابقت نداشته باشند و درنتیجه اسیدهای آمینه بعد از آمین‌زدایی در تولید انرژی و فرآیند گلوکونئوژنز یا لیپوژنز به‌کار گرفته شوند (Ballantyne, 2001).

عملکرد پایین رشد، کاهش کارایی غذایی، کارایی پروتئین و میزان ابقای آن‌که در ماهیان تغذیه شده با مقادیر بالای مکمل لیزین در این مطالعه دیده شد، در گونه‌های دیگری مانند سی باس ژاپنی (Mai *et al*., 2006; *Lateolabraxjaponicus*) و شانک سیاه (*S. macrocephalus*Zhou *et al*., 2010;) نیز مشاهده شده است. این نتایج می‌تواند به دلیل اثرات منفی مقادیر بالای لیزین آزاد در جیره‌غذایی و رابطه آنتاگونیسمی آن با اسیدهای آمینه‌ای همچون آرژنین باشد که سطوح مطلوب سایر اسیدهای آمینه را تحت‌تاثیر خود قرار می‌دهد(Mai *et al*., 2006). این نتایج، اهمیت تعادل و تناسب اسیدهای آمینه جیره‌غذایی را نشان می‌دهد و می‌توان بیان نمود، همانطور که فقدان اسیدهای آمینه در جیره‌غذاییمی‌تواند بر شاخص‌های تغذیه‌ای تاثیر گذارد، مقادیر بالای یک آمینواسید مانند لیزین نیز می‌تواند تاثیرات منفی خود را در شاخص‌های ذکر شده نمایان کند (Takagi *et al*., 2001; Li *et al*., 2008).

در این مطالعه شاخص متیونین دریافتی و شاخص کبدی ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) دارای روند مشابه و یکسانی بود به‌طوری که بیشترین میزان متیونین دریافتی در تیماری مشاهده شد که بالاترین شاخص کبدی را داشت. متیونین علاوه بر شرکت در سنتز پروتئین، نقش مهم دیگری به عنوان دهنده گروه متیل دارد و از آنجایی که متیونین یک اسیدآمینه سولفوری است و متابولیسم سولفور به‌طور عمده در بافت کبد صورت می‌گیرد، بنابراین حدود نیمی از متابولیسم متیونین در این اندام انجام می‌شود (Espe *et al*., 2008). همچنین در مطالعه Espeو همکاران (2008) بر روی ماهی سالمون آتلانتیک (*S.salar*) بیان شد اندازه کبد تحت تاثیر متیونین دریافتی قرارگرفته‌است. در ماهیان جوان صبیتیلیزین دریافتی در تیمارهای دارای لیزین به‌طور معناداری بیشتر از سایر تیمارها بود. در ماهی شانک سیاه (*S. macrocephalus*) نیز افزایش لیزین دریافتی احتمالاً به دلیل عدم تعادل اسیدهای آمینه در جیره‌غذایی باشد که اثر آمین‌زدایی را تشدید می‌کند. آمینواسیدهای اضافی یا حاصل از جذب نامتناسب‌اند و یا بخشی از لیزین دریافتی هستند که بالاتر از سطح مطلوب و موردنیاز گونه بوده‌است.(Zhou *et al*., 2010).در این مطالعه بالاترین میزان ابقای لیزین و متیونین در تیمار۳ (۷۵درصدمتیونین و ۲۵درصدلیزین) مشاهده شد که این نیز به نوبه خود می‌تواند جیره‌غذایی۳ را در این مطالعه برای گونه موردبررسی مطلوب معرفی نماید.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان اظهار داشت که ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) تغذیه شده با جیره‌هایی بر پایه پودر ماهی با مکمل‌های آمینواسیدی لیزین و متیونین، تحت تاثیر این مکمل‌های کریستاله آمینواسیدی قرار گرفته و تیمارهای غنی‌سازی شده با سطوح مختلف لیزین و متیونین نتایج متفاوت و قابل توجهی را نشان دادند. همچنین به‌نظرمی‌رسد نیاز ماهیان جوان صبیتی (*S. hasta*) با شرایط تغذیه‌ای توصیف شده به اسیدآمینه متیونین در مقایسه با لیزین در سطح بالاتری است؛ چراکه مطلوب‌ترین حالت در اکثر شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهایی با سطوح بالای متیونین و سطح پایین لیزین مشاهده شد. به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، می‌توان جیره‌غذایی ۳ با میزان ۴۵/۹۵درصد پروتئین و حاوی ۷۵درصدمکمل متیونین و ۲۵درصدمکمل لیزین را مناسب ترین جیره برای این گونه در نظر گرفت. زیرا ماهیان تغذیه شده با این جیره‌غذایی در مقایسه با سایر تیمارها در شرایط آزمایشی یکسان، عملکرد رشد مناسبی داشته و از نظر شاخص‌های تغذیه‌ای در بهترین حالت قرار داشتند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان برخود واجب می‌دانند از مسئولین و کارکنان دانشکده منابع طبیعی دریا به‌خاطر تامین امکانات لازم جهت انجام تحقیق تقدیروتشکر نمایند.

منابع

Abimorad, E.G., Favero, G.C., Castellani, D., Garcia, F., 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.

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.

Ahmed, I., Khan, M.A., 2004. Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp,*Cirrhinusmrigala*(Hamilton).

Aquaculture 235, 499-511.

Ahmed, I., Khan, M.A., Jafri, A., 2003. Dietary methionine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinusmrigala* (Hamilton).Aquaculture international 11, 449-462.

Ambardekar, A.A., Reigh, R.C., 2007. Sources and utilization of amino acids in channel catfish diets: a review. North American journal of aquaculture 69, 174-179.

Aprodu, I., Vasile, A., Gurau, G., Ionescu, A., Paltenea, E., 2012. Evaluation of nutritional quality of the common carp (*Cyprinuscarpio*) enriched in fatty acids. Annals of the University" Dunarea de Jos" of Galati-Fascicle VI: Food Technology 36, 61-73.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1995.Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International, 16th edn.Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Ballantyne, J., 2001. Amino acid metabolism.Fish physiology 20, 77-107.

Bicudo, Á.J., Sado, R.Y., Cyrino, J.E., 2009. Dietary lysine requirement of juvenile pacu*Piaractusmesopotamicus* (Holmberg, 1887). Aquaculture 297, 151-156.

Boonyoung, S., Haga, Y., Satoh, S., 2013. Preliminary study on effects of methionine hydroxy analog and taurine supplementation in a soy protein concentrate-based diet on the biological performance and amino acid composition of rainbow trout *Oncorhynchusmykiss* (Walbaum). Aquaculture Research 44, 1339-1347

Brown, M.L., Nematipour, G.R., Gatlin, D.M., 1992. Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. The Progressive Fish-Culturist 54, 148-156.

Corraze, G., 2001. Lipid nutrition.Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans, 111-130.

Coyle, S.D., Tidwell, J.H., Webster, C.D., 2000.Response of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) to dietary supplementation of lysine, methionine, and highly unsaturated fatty acids. Journal of the World Aquaculture Society 31, 89-95.

De la Higuera M., Garzo¤n A., Hidalgo M.C., Perago¤nJ.,Cardenete G. &LupiaŁnez J.A. (1998) In£uence of temperature and dietary-protein supplementation either with free or coated lysine on the fractional protein-turnover rates in the white muscle of carp.Fish Physiology and Biochemistry18,85-95.

Espe, M., Hevroy, E.M., Liaset, B., Lemme, A., El-Mowafi, A., 2008. Methionine intake affect hepatic sulphur metabolism in Atlantic salmon, (*Salmosalar*). Aquaculture 274, 132-141.

Farhat, and Khan, M. A. 2014.Total sulfur amino acid requirement and cystine replacement value for fingerling stinging catfish,*Heteropneustes fossilis*(Bloch). Aquac.426-427, Res. , 270–281.

Farhat, and Khan, M.A., 2013.DietaryL-lysine requirement offingerling stinging catfish, *Heteropneustes fossilis*(Bloch) for optimizing growth, feed conversion, protein and lysine deposition. Aquac. Res. 44, 523–533.

Forster, I., Ogata, H.Y., 1998. Lysine requirement of juvenile Japanese flounder (*Paralichthysolivaceus*) and juvenile red sea bream (*Pagrusmajor*). Aquaculture 161, 131-142.

Forster, I.P., Dominy, W.G., 2006. Efficacy of three methionine sources in diets for Pacific white shrimp, *Litopenaeusvannamei*. Journal of the World Aquaculture Society 37, 474-480.

García-Meilán, I., Valentín, J., Fontanillas, R., Gallardo, M., 2013. Different protein to energy ratio diets for gilthead sea bream (*Sparusaurata*): Effects on digestive and absorptive processes. Aquaculture 412, 1-7.

Hansen, A.C., Hemre, G.I., Karlsen, Q., Koppe, W., Rosenlund, G., 2011. Do plant-based diets for Atlantic cod (*Gadusmorhua* L.) need additions of crystalline lysine or methionine? Aquaculture nutrition 17, e362-e371.

Harper, A.E., Benevenga, N.G. &Wohlhuetre, R.M. (1970) Effects of ingestion of disproportionate amount of amino acid.physiology. Rev., 50,428–558

Khan, M.A., Abidi, S.F., 2011a. Dietary arginine requirement of *Heteropneustes fossilis*fry(Bloch) based on growth, nutrient retention and hematological parameters. Aquac.Nutr. 17, 418–428.

Khan, M.A., Abidi, S.F., 2011b. Dietary methionine requirement of Indian major carp fry,*Cirrhinusmrigala*(Hamilton) based on growth, feed conversion and nitrogen retention efficiency. Aquac. Res. 44, 268–281.

Kim, J.-D., Lall, S.P., 2000. Amino acid composition of whole body tissue of Atlantic halibut (*Hippoglossusship poglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder (*Paralichthysolivaceus*). Aquaculture 187, 367-373.

Kitto, M., 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., Lawrence, A.L., 2007. Dietary supplementation of short-chain fructooligosaccharides influences gastrointestinal microbiota composition and immunity characteristics of Pacific white shrimp, (*Litopenaeusvannamei*), cultured in a recirculating system. The Journal of nutrition 137, 2763-2768.

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

Lin, Y., Gong, Y., Yuan, Y., Gong, S., Yu, D., Li, Q., Luo, Z., 2013.Dietary l-lysine requirement of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. Aquaculture Research 44, 1539-1549.

Luo, Z., Liu, Y.-J., Mai, K.-S., Tian, L.-X., Yang, H.-J., Tan, X.-Y., Liu, D.-H., 2005.Dietary l-methionine requirement of juvenile grouper (*Epinepheluscoioides*) at a constant dietary cystine level. Aquaculture 249, 409-418.

Mai, K., Wan, J., Ai, Q., Xu, W., Liufu, Z., Zhang, L., Zhang, C., Li, H., 2006. Dietary methionine requirement of large yellow croaker, (*Pseudosciaenacrocea* R.) Aquaculture 253, 564-572.

Mai, K., Zhang, L., Ai, Q., Duan, Q., Zhang, C., Li, H., Wan, J., Liufu, Z., 2006. Dietary lysine requirement of juvenile Japanese seabass, (*Lateolabraxjaponicus*). Aquaculture 258, 535-542.

Nguyen, T., Davis, D., 2009.Re-evaluation of total sulphur amino acid requirement and determination of replacement value of cystine for methionine in semi-purified diets of juvenile Nile tilapia, (*Oreochromisniloticus*).Aquaculture nutrition 15, 247-253.

NRC (1993)Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press,Washington, DC, USA,114p.

Palavesam, A., Beena, S., Immanuel, G., 2008.Effect of L-lysine supplementation with different protein levels in diets on growth, body composition and protein metabolism in pearl spot *Etroplussuratensis* (Bloch). Turkish J Fish AquatSci 8, 133-139.

Peik mousavi, M., Bahmani, M., Savari, A., Hasani, M. and Haghi, N., 2011. Consider of different levels of methionine amino acid on growth indices and whole body composition of Juveniles Huso huso (Bluga).Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 89, 12-19.

Peres, H., Oliva-Teles, A., 2008.Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmusmaximus*) juveniles. Aquaculture 275, 283-290.

Rathore, R.M., Liaset, B., Hevrøy, E.M., El-Mowafi, A., Espe, M., 2010. Lysine limitation alters the storage pattern of protein, lipid and glycogen in on-growing Atlantic salmon. Aquaculture Research 41, e751-e759.

Rawles, S.D., Fuller, S.A., Beck, B.H., Gaylord, T.G., Barrows, F.T., McEntire, M.E., 2013. Lysine optimization of a commercial fishmeal-free diet for hybrid striped bass (*Moronechrysops×M.saxatilis*). Aquaculture 396, 89-101.

Saavedra, M., Conceição, L.E.C., Helland, S., Pousão-Ferreira, P., and Dinis, M.T., 2008. Effect of lysine and tyrosine supplementation in the amino acid metabolism of Diplodussarguslarvae fed rotifers. Aquaculture 284, 180–184.

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

Sardar, P., Abid, M., Randhawa, H., 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 (*Labeorohita* H.) fed soy protein-based diet. Aquaculture nutrition 15, 339-346.

Segovia-Quintero, M.A., Reigh, R.C., 2004. Coating crystalline methionine with tripalmitin-polyvinyl alcohol slows its absorption in the intestine of Nile tilapia (Oreochromisniloticus). Aquaculture 238, 355-367.

Skalli, A., Hidalgo, M., Abellán, E., Arizcun, M., Cardenete, G., 2004.Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentexdentex*

L.) at different growth stages. Aquaculture 235, 1-11.

Sudagar, M., Imanpour, M. and Hosseinifar. S., 2008.Use of optimum probiotic in diet of cultured juvenile Beluga(Huso huso) and effect on growth performance and survival rate. Journal of Nour Marine Sciences3(3),41-46.

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 (*Pagrusmajor*). Fish. Sci.,67, 1088–1096.

Takeda, M., Takii, K., 1992. Gustation and nutrition in fishes: application to aquaculture. Fish chemoreception. Springer, pp. 271-287.

Tantikitti, C., Chimsung, N., 2001. Dietary lysine requirement of freshwater catfish (*Mystusnemurus*Cuv.& Val.). Aquaculture Research 32, 135-141.

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

Tibaldi, E., Kaushik, S., 2005. Amino-acid requirements of Mediterranean fish species. Cah Options Mediterr 63, 59-65.

Tulli, F., Messina, M., Calligaris, M., Tibaldi, E., 2010. Response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) to graded levels of methionine (total sulfur amino acids) in soya protein-based semi-purified diets. British journal of nutrition 104, 664-673.

Xie, F., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Wang, X., 2012.Dietary lysine requirement of large yellow croaker *Pseudosciaenacrocea*, (Richardson 1846) larvae. Aquaculture Research 43, 917-928.

Yamamoto, T., Shima, T., Furuita, H., Shiraishi, M., Sánchez-Vázquez, F., Tabata, M., 2000. Self-selection of diets with different amino acid profiles by rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*). Aquaculture 187, 375-386.

Yamamoto, T., Sugita, T., Furuita, H., 2005. Essential amino acid supplementation to fish meal-based diets with low protein to energy ratios improves the protein utilization in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*). Aquaculture 246, 379 – 391.

Yang, S.-D., Liu, F.-G., Liou, C.-H., 2011.Assessment of dietary lysine requirement for silver perch (*Bidyanusbidyanus*) juveniles. Aquaculture 312, 102-108.

Yu, D.H., Gong, S.Y., Yuan, Y.C., Luo, Z., Lin, Y.C., Li, Q., 2013. Effect of partial replacement of fish meal with soybean meal and feeding frequency on growth, feed utilization and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus* (Bleeker). Aquaculture Research 44, 388-394.

Yuan, Y.-c., Gong, S.-y., Yang, H.-j., Lin, Y.-c., Yu, D.-h., 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.

Zhou, F., Shao, J., Xu, R., Ma, J., Xu, Z., 2010. Quantitative l-lysine requirement of juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*). Aquaculture nutrition 16, 194-204.

Zhou, F., Shao, Q.-j., Xiao, J.-x., Peng, X., Ngandzali, B.-O., Sun, Z., Ng, W.-K., 2011. Effects of dietary arginine and lysine levels on growth performance, nutrient utilization and tissue biochemical profile of black sea bream, (*Acanthopagrusschlegelii*), fingerlings. Aquaculture 319, 72-80.

Zhou, F., Xiao, J., Hua, Y., Ngandzali, B., 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.

Zhou, Q.-C., Wu, Z.-H., Chi, S.-Y., Yang, Q.-H., 2007. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentroncanadum*). Aquaculture 273, 634-640.

Effects of supplementation of amino acids, lysine and methionine on growth performance and feed utilization of Sobaity sea bream juveniles, *Sparidentex hasta.*

Negar Beyrami, Mohammad Zakeri*, Preeta Kochanian, Vahid Yavari, Hamid Mohammadi Azarm.

Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

Abstract

This study was conducted to determine the effects of dietary supplementation of lysine and methionine on growth and nutrient utilization of Sobaity sea bream, *Sparidentex hasta*.A total of 180 juvenile fish with an initial weight of 31.38 ±1.4 g were distributed randomly among eighteen tanks. Fish were fed to satiation three times per day (08:00, 13:00 and 18:00 hours) for 8 weeks with formulated diets containing six different levels of dietary methionine and/or 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 that dietary lysine and methionine supplementation significantly affected ($P<0.05$) growth parameters and feed utilization. The fish fed with high level of methionine supplementation had significantly improved growth performance than the group fed the control diet and treatment 6. Highest feed conversion ratio, protein efficiency ratio and protein retention were observed in diet 3. Though lysine and methionine supplementation showed positive effects on growth and feeding performance, our results suggested that Sobaity juveniles probably required more methionine than lysine. .

Keywords: Sobaity sea bream, amino acid, lysine, methionine, *Sparidentex hasta*.

Table1.Composition and proximate biochemical analysis of experimental diets (n=3).
Table2. Amino acid composition of the experimental diet.
Table3. Growth parameters of sobaity sea bream juveniles (*S.hasta*) fed diets containing different levels of methionine and lysine (mean ± SD, n=3).
Table4. Feed utilization of sobaity sea bream juveniles (*S.hasta*) fed diets containing different levels of methionine and lysine (mean ± SD, n=3).

*Corresponding author, E-mail: zakeri.mhd@gmail.com