

# تأثیر استفاده از اسیدهای آمینه خالص در جیره ماهی صبیتی جوان (Sparidentex hasta) بر عملکرد رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و پروفیل اسید آمینه‌ی بدن

جاسم غفله مرمضی<sup>۱</sup>، مرتضی یعقوبی<sup>\*۱</sup>، امید صفری<sup>۲</sup>

<sup>\*</sup>m.yaghoubi@ut.ac.ir

۱- پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۴

## چکیده

اسیدهای آمینه خالص هر چند تا کنون به عنوان یک منبع غذایی جایگزین کامل مطرح نبوده اما در موقوفیت استفاده از منابع جایگزین گیاهی در جیره حیوانات بسیار موثر بوده‌اند، زیرا این منابع جایگزین عمدتاً دارای کمبودهای اسید آمینه‌ای می‌باشند که استفاده از آنها را با محدودیت رویرو می‌کند که این محدودیت‌ها را میتوان تا حدودی با استفاده از اسیدهای آمینه خالص برطرف کرد. هدف مطالعه حاضر شناخت میزان عملکرد ماهی در تغذیه با اسیدهای آمینه خالص بود. این تحقیق برای دو تیمار ماهیانی که از پروتئین پودر ماهی (FM) و ماهیانی که از ترکیب ۶۰ درصد پودر ماهی و ۴۰ درصد اسیدهای آمینه خالص ضروری و غیر ضروری (CAA) هر یک با سه تکرار به مدت ۴۲ روز تغذیه شده‌اند، انجام گرفت. نتایج نشان داد هیچ تفاوت معنی‌داری در بین دو تیمار در مصرف غذا، درصد بقا، شاخص‌های بیومتری و در آنالیز ترکیب شیمیایی کل بدن ماهیان مشاهده نگردید، اما در وزن نهایی، درصد افزایش وزن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی پروتئین و تثبیت نیتروژنی در تیمار CAA به صورت معنی‌داری کاهش عملکرد نسبت به تیمار FM مشاهده شد. بررسی پروفیل آمینواسیدی لاشه ماهیان مورد آزمایش نشان داد که تنها اسیدهای آمینه هیستیدین و پروولین در تیمار CAA نسبت به تیمار FM کاهش یافته‌ند. کاهش عملکرد در بسیاری از فاکتورها در تیمار حاوی اسیدهای آمینه خالص (CAA) نسبت به تیمار اول نشان دهنده کاهش عملکرد ماهی صبیتی جوان در استفاده از اسیدهای آمینه خالص در نسبت‌های بالا در جیره می‌باشد. بنابراین، استفاده از اسیدهای آمینه خالص در جیره ماهی صبیتی جوان به نسبت‌های بالا توصیه نمی‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** اسیدهای آمینه خالص، ماهی صبیتی، عملکرد رشد، ترکیب بدن

<sup>\*</sup>نویسنده مسئول

**مقدمه**

حیوانات بسیار موثر بوده‌اند. برای مثال، یکی از محدودیت‌های استفاده از سویا در جیره آبزیان، کمبود اسید آمینه متیونین می‌باشد که با استفاده از این اسید آمینه به صورت خالص در جیره می‌توان این محدودیت را تا حد زیادی برطرف کرد. علاوه بر این، اسیدهای آمینه خالص در مطالعات تغذیه‌ای بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، در مطالعات سنجش نیاز غذایی به هر یک از اسیدهای آمینه در جیره آبزیان، از این اسیدهای آمینه در غلظت‌های بالا استفاده می‌شود که در این روش با افزایش غلظت‌های اسید آمینه مورد بررسی در جیره و مشاهده تاثیر آنها، میزان نیاز را مشخص می‌کنند. در حالی که وقتی از آمینواسیدهای خالص به نسبت‌های زیاد استفاده می‌شود، تثبیت نیتروژنی نسبت به جیره با پروتئین حاصل از پودر ماهی، کاهش می‌یابد بنابراین، با این اطلاعات می‌توان نتیجه گرفت که درصدی از آمینواسید خالص در تثبیت نیتروژنی دخالت نمی‌کند (Green & Hardy, 2002). بنابراین، شناخت میزان عملکرد ماهی در تغذیه با اسیدهای آمینه خالص قبل از انجام هر گونه کار تحقیقاتی در این زمینه از ضروریات انجام اینگونه تحقیقات می‌باشد.

هدف از این پژوهش، مشخص کردن میزان دقیق کارایی استفاده از اسیدهای آمینه خالص در جیره ماهی صبیتی جوان می‌باشد. با مشخص شدن نتایج این پژوهش، مطالعات تغذیه‌ای تامین نیاز اسید آمینه‌ای و همچنین استفاده از اسیدهای آمینه خالص به عنوان مکمل غذایی در جیره به صورت عملی تر و کاربردی تر بانجام می‌رسد.

**مواد و روش کار**

محل انجام این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) بود. تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی ۵ گرمی به محل انجام آزمایش انتقال داده شد. شرایط دمایی ( $1/5$  °C,  $29^{\circ}\text{C} \pm 0/4$ , pH  $7/8 \pm 0/5$ ) و شوری  $48 \pm 6$  ملی‌لتری با شرایط طبیعی منطقه بود و در طول دوره به صورت روزانه اندازه‌گیری گردید. این تحقیق از عدد تانک ۳۰۰ لیتری پلی اتیلنی مدور برای انجام

آمینو اسیدها ملکول‌هایی هستند که عملکردهای هر دو گروه آمین‌ها و کربوکسیلیک‌ها را شامل می‌شوند. عملکردهای آمینو اسید کاربرد آنها در ساختن پروتئین می‌باشد. بیست عدد از ۸۰ آمینو اسید ممکن طبیعی در ساختن پروتئین نقش دارند که یک دوم از آنها به عنوان محدود کننده یا ضروری تلقی می‌شوند که اینها باید حتماً در جیره غذایی فراهم شوند، زیرا زنجیره کربنی آنها توسط Rønnestad *et al.*, 2000. اکثریت آمینو اسیدهای ضروری در همه حیوانات شامل ماهی مشابه است و شامل متیونین، لاژین، آرژنین، ترئونین، لوسین، ایزوولوسین، فنیل آلانین، والین، تریپتوفان و هیستیدین می‌باشد (Dabrowski & Guderley, 2002). در مقابل، آمینو اسیدهایی که توسط بدن قابل ساختن می‌باشند، به عنوان غیرمحدود کننده یا غیرضروری شناخته می‌شوند که شامل آلانین، آسپارژین، آسپارتات، سیستین، گلوتامین، گلوتامین، پرولین، سرین و تیروزین می‌باشند. سیستین و تیروزین همچنین به عنوان اسید آمینه‌های نیمه ضروری مطرح هستند، زیرا تحت برخی شرایط متیونین قابل تبدیل به سیستین و فنیل آلانین قابل تبدیل شدن به تیروزین می‌باشند که این تبدیل در جهت عکس امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین، وقتی سیستین و تیروزین در جیره حضور داشته باشند، ممکن است نیاز به متیونین و فنیل آلانین کاهش پابد (Rønnestad *et al.*, 2001). قیمت بالای منابع پروتئینی، محدودیت دسترسی آنها و غیرقابل پیش‌بینی بودن بازار آنها، احتیاج به منابع جایگزین پروتئین در غذای ماهی را افزایش می‌دهد (Azaza *et al.*, 2009). این منابع جایگزین اغلب شامل ترکیبات پروتئینی گیاهی هستند که عمدها داری کمبودهایی می‌باشند که استفاده از آنها را با محدودیت روبرو می‌کند. از مهمترین کاستی‌های منابع جایگزین گیاهی، کمبود اسیدهای آمینه‌ای می‌باشد. اسیدهای آمینه خالص هر چند تا کنون به عنوان یک منبع غذایی جایگزین کامل مطرح نبوده‌اند، اما در موفقیت استفاده از منابع جایگزین گیاهی در جیره

نسخه ۱.۰ استفاده شد. برای تهیه جیره‌های غذایی تمامی مواد با ترازوی دیجیتال توزین می‌شوند. ابتدا ترکیبات خشک جیره که قبلاً آسیاب شده‌اند، به اضافه آمینو اسیدهای خالص به مدت تقریباً ۲۰ دقیقه با یکدیگر مخلوط گردیدند، سپس روغن با مواد ویتامینی مخلوط گشته و به مواد خشک اضافه گردید و همراه با اضافه کردن آب به مقدار لازم کاملاً مخلوط شدند. سپس خمیر به چرخ گوشت با چشمی ۲ میلی‌متری منتقل شد، سپس رشته‌های ایجاد شده روی سینی‌های خشک کن فرار گرفته و به دستگاه خشک کن (در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت) منتقل شد. جیره‌ها پس از خشک شدن به صورت دستی شکسته شد تا متناسب با اندازه دهان ماهی گردند. پروفیل اسید آمینه‌ای جیره دوم بر اساس پروفیل پودر ماهی کیلکا که به عنوان اصلی ترین اقلام غذایی تامین‌کننده پروتئین در جیره اول بود، تنظیم شد. نتایج حاصل از محاسبه پروفیل آمینو اسیدی هر دو جیره مورد آزمایش در جدول ۳ گزارش گردید.

### نمونه برداری، زیست‌سننجی و شاخص‌های مورد بررسی

در ابتدا و انتهای آزمایش زیست‌سننجی ماهیان به صورت گروهی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقیقاً ۰/۱ گرم وزن و با خط کش با دقیقاً یک میلی‌متر طول ۵ عدد از هر تانک سنجدیده شد. جهت ارزیابی عملکرد غذاهای مورد استفاده از شاخص‌های رشد استفاده شد تا نتایج بر مبنای آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. پس از تمام دوره پرورش، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، نرخ بازماندگی، ضربی تبدیل غذایی، نرخ کارایی پروتئین، تثبیت نیتروژنی، فاکتور وضعیت، شاخص کبدی، شاخص احشایی و شاخص چربی احشایی بر اساس فرمول‌های ذیل Green Hardy 2002; Mozanzadeh (et al. 2015).

$\times$  وزن اولیه وزن ثانویه - وزن اولیه = درصد افزایش وزن / ۱۰۰

آزمایش استفاده می‌شد که در داخل هر تانک یک سنجک هوا برای تامین اکسیژن و یک لوله تعویض آب به گونه‌ای که در طول شبانه روز دو بار آب کاملاً تعویض شود، تعییه شد. برای آبگیری مخازن، آب دریا به حوضچه‌های رسوب-گیر منتقل و پس از عبور از فیلتر شنی، حوضچه کلر زنی و فیلتر اشعه ماروae بنفسن به سالن آزمایش منتقل شد. در هر تانک ۲۵ قطعه ماهی داده و به مدت ده روز قبل از شروع آزمایش با شرایط جدید سازگاری یافتند. در تمام مراحل آزمایش ماهی‌ها ۴ نوبت در روز در حد سیری غذاده شدند. این آزمایش با ۲ تیمار در ۳ تکرار اجرا گردید. در تیمار اول فقط از پودر ماهی کیلکا به عنوان اصلی ترین منبع پروتئینی و در تیمار دوم پروتئین جیره با همان الگوی اسیدهای آمینه پودر ماهی کیلکا اما٪۶۰ منبع پروتئین از پودر ماهی و٪۴۰ مابقی از اسیدهای آمینه کریستاله تامین شد. مدت زمان آزمایش فوق ۶ هفته بود.

### جیره نویسی و تهیه جیره‌ها

هر دو جیره آزمایشی طوری ساخته شدند که حاوی ۴۷۰ گرم پروتئین بر کیلوگرم جیره و انرژی ناخالص ۲۰ کیلوژول بر گرم بودند (جدول ۲). پروتئین از منابع پودر ماهی، ژلاتین و آمینو اسیدهای خالص تامین شد. تیمار اول فقط از پودر ماهی و تیمار دوم٪۶۰ منبع پروتئین از پودر ماهی و٪۴۰ مابقی از اسیدهای آمینه کریستاله تامین شد. الگوی اسید آمینه تیمار دوم با استفاده از اسیدهای آمینه خالص بر اساس الگوی اسید آمینه تیمار اول تهیه گردید. به این طریق هر دو جیره میزان نیتروژن یکسان و پروفیل اسید آمینه‌ای تقریباً مشابهی را دارا بودند. سایر اقلام غذایی بجز آمینو اسیدهای ضروری به گونه‌ای تنظیم شدند که همه جیره‌ها هم انرژی نیز باشند. اسیدهای آمینه خالص با یک درصد آگار به جهت تاخیر اندختن در هضم و جذب و افزایش کارایی آنها در بدن به جای پروتئین پوشش‌دهی شدند (& Hardy, 2002) (جدول ۱). برای متعادل کردن جیره‌ها با منابع غذایی استفاده شده از نر افزار WUFFF DA

(NFE) از طریق روش محاسباتی تفریق میزان پروتئین، چربی، فیبر، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محسابه گردید (AOAC, 2005). محاسبه انرژی ناخالص براساس میزان انرژی موجود در هر گرم پروتئین (۲۳/۶ کیلوژول بر گرم)، چربی (۳۹/۵ کیلوژول بر گرم) و کربوهیدرات (۱۷/۲ کیلوژول بر گرم) محاسبه شد (NRC, 2011). جهت تعیین پروفیل اسیدآمینه کل لاشه بعد از صید به صورت کامل و یکنواخت به وسیله آسیاب چرخ شده و سپس میزان ده گرم از آن با دستگاه فریز درایر، خشک و پس از دو مرحله هضم و اشتتقاق به وسیله دستگاه HPLC با روش (Lindroth & Mopper, 1979) در آزمایشگاه تغذیه دانشگاه علوم دریایی تربیت مدرس نور مورد سنجش قرار گرفت. طول ستون ۴×۲۵۰ میلی لیتر، دمای ستون ۳۰ درجه سانتی گراد و نوع آن C18 بود. از آشکارساز فلورسنس بین دو طول موج 330 nm و 450 nm Emission نیز جهت شناسایی اسیدآمینه‌ها استفاده شد و درنهایت نتیجه به صورت درصد بیان گردید.

### روش آماری و شیوه نمونه برداری

شیوه نمونه برداری به صورت طرح کاملاً تصادفی بود. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتری یعنی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنف و یکنواختی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون، از آزمون paired sample T test در سطح ۵ درصد استفاده شد. برای انجام آنالیزهای فوق از نرم افزار SPSS نسخه 16.0 استفاده گردید.

### نتایج

اجزای غذای دو جیره ساخته شده برای این پژوهش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است که در هر دو جیره همه اجزای غذایی بجز منابع پروتئینی یکسان می‌باشد که در جیره اول پودر ماهی و در جیره دوم ۶۰ درصد پودر ماهی و ۴۰ درصد اسیدهای آمینه خالص منبع پروتئینی را تشکیل می‌دهند.

- وزن body weight  $d^{-1}$  =  $(\ln \text{نرخ ویژه رشد} - 100 \times \text{تعداد روز آزمایش}) / (\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی})$   
 تعداد اولیه / تعداد نهایی (ماهیان) = (%) نرخ بازماندگی (ماهیان) × ۱۰۰  
 افزایش وزن / میزان غذایی مصرفی = ضریب تبدیل غذایی غذایی / (وزن اولیه - وزن نهایی) = نرخ کارایی پروتئین (میزان پروتئین جیره \* خورده شده نیتروژن اولیه - نیتروژن پایانی لاشه) = تثبیت نیتروژنی (نیتروژن خورده شده) / (لاشه)  
 $^3(\text{طول}) / \text{وزن} = \text{فاکتور وضعیت}$   
 $100 \times (\text{وزن بدن} / \text{وزن کبد}) = \text{شاخص کبدی}$   
 $100 \times (\text{وزن بدن} / \text{وزن احتشاء}) = \text{شاخص احشایی}$   
 وزن / وزن چربی احشایی = شاخص چربی احشایی  
 $100 \times (\text{وزن بدن} / \text{وزن احتشاء}) = \text{شاخص احشایی}$

### آنالیزهای شیمیایی

با اتمام دوره پرورش همه زی توده موجود در هر تانک به صورت جدا گانه و به کمک آون در دمای زیر ۶۰ درجه سانتیگراد خشک شدند و به منظور آنالیز لاشه به آزمایشگاه تغذیه پژوهشکده آبرزی پروری جنوب کشور منتقل گردید. بدین ترتیب میزان پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر و رطوبت کل بدن هر تکرار به صورت جدا گانه بدست آمد. برای محاسبه پروتئین خام، پس از هضم نمونه‌ها (با استفاده از دستگاه Buchi) و مقدار نیتروژن کل در Digest Automat K438، نمونه‌ها با استفاده از روش کلدا (Digest Automat K438، Auto, Buchi) (DigiK438) و تقسیم آن در عدد ۶/۲۵ تعیین گردید. چربی با روش سوکسله با استفاده از حلal کلروفروم با نقطه جوش ۵۰-۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴-۶ ساعت استخراج و با دستگاه fat Analyzer محاسبه شد. خاکستر با سوزاندن لاشه در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت اندازه گیری شد. میزان فیبر خام بوسیله دستگاه فیبرسنج (شرکت Velp) و با استفاده از هضم اسیدی (اسید سولفوریک) و هضم قلیایی (هیدروکسید سدیم) محاسبه شد. عصاره فاقد ازت

جدول ۱: درصد و اجزاء غذایی تشکیل دهنده جیره‌ها (g kg<sup>-1</sup> dry diet)

جیره‌ها		اقلام غذایی
CAA	FM	
۳۶/۰۰	۶۴/۵۰	پودر کیلکا <sup>۱</sup>
۲۰/۵۰	۱۲/۰۰	نشاسته ذرت <sup>۱</sup>
۷/۰۰	۱۰/۵۰	آرد سفید گندم <sup>۱</sup>
۴/۰۰	۴/۰۰	ژلاتین <sup>۱</sup>
۱۱/۰۰	۶/۰۰	روغن ماهی <sup>۱</sup>
۱/۰۰	۱/۰۰	آگار <sup>۲</sup>
۱/۰۰	۱/۰۰	مکمل ویتامینی <sup>۱ a</sup>
۱/۰۰	۱/۰۰	مکمل معدنی <sup>۱ a</sup>
۰/۸۵	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-arginine
۱/۴۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-lysine-HCl
۰/۸۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-threonine
۰/۵۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-histidine
۰/۸۵	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-isoleucine
۱/۴۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-leucine
۰/۶۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-methionine
۰/۷۵	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-phenylalanine
۰/۲۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-tryptophan
۰/۹۵	۰/۰۰	<sup>r</sup> L-valine
۱۰/۲۰	۰/۰۰	<sup>r</sup> b NEAA mixture

<sup>۱</sup> موارد تهیه شده از شرکت خوارک دام، طیور و آبزیان ۲۱-۲۱ بیضا. <sup>۲</sup> تهیه شده از شرکت مرک. <sup>۳</sup> موارد تهیه شده از شرکت فلوکا. <sup>a</sup> ویتامین A IU/kg ۲۰۰۰، ویتامین D IU/kg ۸۰۰، ویتامین E IU/kg ۸۸، ویتامین C mg/kg ۲۰۰، ویتامین K mg/kg ۳، ویتامین B1 mg/kg ۱۲، ویتامین B2 mg/kg ۱۶، ویتامین B3 mg/kg ۷۰، ویتامین B5 mg/kg ۵۰، ویتامین B6 mg/kg ۱۲، ویتامین B9 mg/kg ۳، ویتامین B12 mg/kg ۰۰۱۶. <sup>b</sup> ویتامین H2 mg/kg ۰۱۴، سلنیم: mg/kg ۱۶۸، سولفات آهن mg/kg ۲۰، سولفات مس mg/kg ۲، بیدات کلسیم: mg/kg ۲، اکسیدمنگنز: L-alanine: 13; L-aspartic acid: 20; sodium glutamate: 32; L-glycine: 15; L-serine: 10; and L-proline: 10 اکسیدروی: ۲. ترکیب اسیدهای آمینه‌ی غیر ضروری بر حسب درصد شامل:

پودر ماهی کیلکا توسط نرم افزار محاسبه و در جدول NRC, 1993; Köprücü شماره ۳ گزارش شده است ( & Ozdemir, 2005; NRC, 2011). پروفیل آمینواسیدی برای هر دو جیره بر مبنای پروفیل آرد ماهی مورد استفاده تعیین شده است و در هر دو جیره تقریباً یکسان می‌باشد.

در جدول ۲ نتایج آنالیز شیمایی جیره‌ها بیان گردیده است که هر دو جیره، نیتروژن با میزان پروتئین تقریباً ۴۷ درصد و انرژی با انرژی خالص تقریباً ۲۰ کیلوژول بر گرم می‌باشد. در این جدول میزان چربی، فیبر و عصاره عاری از ازت نیز بیان شده است که تقریباً بین دو جیره یکسان می‌باشد.

ترکیب آمینواسیدی جیره‌ها بر اساس پروفیل آمینو اسید اجزای جیره بدست آمده از NRC و پروفیل آمینو اسیدی

جدول ۲: آنالیز بیو شیمیایی ترکیب جیره‌ها ( $n = 3$ ) (%)

جیره‌ها	ماده‌خشک	انرژی ناخالص <sup>۱</sup>	پروتئین	چربی	فیبر خام	عصاره عاری از ازت <sup>۲</sup>	خاکستر
FM	۹۳/۲۱±۰/۲	۲۰/۳±۰/۰۷	۴۷/۸۲±۱/۰۸	۱۸/۸۳±۰/۱۲	۰/۶±۰/۰۱	۱۹/۲۷±۱/۳۴	۷/۰۸±۰/۱۳
CAA	۹۲/۹۱±۰/۴	۲۰/۹۲±۰/۰۵	۴۶/۶۷±۰/۰۵۷	۲۰/۱۴±۰/۰۱	۱/۰۸±۰/۰۴	۱۹/۱۴±۰/۰۵	۶/۷۵±۰/۰۷

<sup>۱</sup> محاسبه انرژی ناخالص بر اساس میزان انرژی موجود در هر گرم پروتئین (۲۳/۶ کیلوژول بر گرم)، چربی (۳۹/۵ کیلوژول بر گرم) و کربوهیدرات (۲/۲ کیلوژول بر گرم) محاسبه شد (NRC, 2011). <sup>۲</sup> عصاره عاری از نیتروژن = ۱۰۰ - (فیبر+خاکستر+رطوبت+چربی+پروتئین).

جدول ۳: ترکیب آمینو اسیدی جیره‌های آزمایش ( $n = 1$ ), g 100 g<sup>-1</sup>Diet

آمینو اسیدها														
SER	GLY	TYR	CYS	VAL	TRP	PHE	MET	LEU	ILE	HIS	THR	LYS	AR <sub>G</sub>	جیره‌ها
۱/۹۱	۵/۱۱	۱/۵۳	۰/۴۸	۲/۴۴	۰/۴۵	۱/۹۲	۱/۴	۳/۴۸	۲/۱۶	۱/۱۵	۱/۹۶	۳/۵۳	۲/۸۵	FM
۲/۰۴	۵	۰/۸۷	۰/۲۷	۲/۳۳	۰/۴۵	۱/۸۴	۱/۳۸	۳/۳۷	۲/۰۷	۱/۱۵	۱/۹	۳/۲۸	۲/۵۶	CAA

در جدول فوق (ARG) اسیدآمینه‌ی آرژنین، (LYS) اسیدآمینه‌ی لایزین، (THR) اسیدآمینه‌ی ترئونین، (HIS) اسیدآمینه‌ی هیستیدین، (ILE) اسیدآمینه‌ی ایزولوسین، (LEU) اسیدآمینه‌ی لوسمین، (MET) اسیدآمینه‌ی متیونین، (PHE) اسیدآمینه‌ی فنیل آلانین، (TRP) اسیدآمینه‌ی ترپتوفان، (VAL) اسیدآمینه‌ی والین، (CYS) اسیدآمینه‌ی سیستئین، (TYR) اسیدآمینه‌ی تیروزین، (GLY) اسیدآمینه‌ی گلایسین، (SER) اسیدآمینه‌ی سرین می‌باشد.

نتایج سنجش ترکیب شیمیایی بدن در ابتدا و انتهای آزمایش در جدول شماره ۵ گزارش گردیده است. آنالیز آماری فقط بین دو تیمار آزمایشی با نجاح رسید. در ترکیب شیمیایی کل بدن ماهیان مورد آزمایش هیچ تفاوت معنی‌داری را در مقایسه دو تیمار بین میزان رطوبت، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و انرژی ناخالص مشاهده نگردید.

ترکیب آمینواسیدی لاشه ماهیان در ابتدا و انتهای آزمایش بر اساس درصد پروتئین در جدول شماره ۶ نمایش داده شده است. محاسبه تفاوت آماری در سطح ۵ درصد فقط بین دو تیمار مورد بررسی در انتهای آزمایش گزارش گردید. بر اساس نتایج حاصله جایگزینی ۴۰ درصدی اسیدهای آمینه خالص در جیره ماهی صبیتی در جوان (تیمار CAA) در ترکیب بسیاری از اسیدهای آمینه لاشه ماهیان بدون تاثیر معنی‌دار بود.

در طول این آزمایش همه ماهی‌ها سالم بودند و هیچ علامتی از بیماری مشاهده نگردید. در انتهای آزمایش میزان درصد بازماندگی در بین دو تیمار بدون تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). فاکتورهای رشد، تغذیه و شاخص‌های بیومتری مربوط به این آزمایش در جدول شماره ۴ گزارش شده است. هر دو جیره آزمایشی به خوبی توسط ماهی‌ها پذیرفته شدند و همه ماهی‌ها در طول آزمایش به مدت ۴۲ روز بخوبی بصورت فعلی به تغذیه پرداختند. هیچ تفاوت معنی‌داری در بین دو تیمار در مصرف غذا، درصد بقاء و شاخص‌های بیومتری مشاهده نگردید، اما در وزن نهایی، درصد افزایش وزن، شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، کارایی پروتئین و تثبیت نیتروژنی در بین دو تیمار تفاوت‌های معنی‌دار ایجاد گردید ( $p < 0.05$ )؛ که در همه موارد کاهش این فاکتورها در جیره دوم (CAA) مشاهده گردید، بجز فاکتور FCR که در جیره دوم (CAA) افزایش یافت.

جدول ۴: عملکرد رشد، تغذیه و اندیس‌های بیومتری ماهی صبیتی جوان در انتهای آزمایش

تیمارهای غذایی		عملکرد رشد و تغذیه
CAA	FM	
۴/۶۴±۰/۰۸	۴/۷۱±۰/۰۵	IBW (g) <sup>a</sup>
۱۲/۸۴±۰/۵۳ <sup>b</sup>	۱۷/۹۰±۰/۹۵ <sup>a</sup>	FBW (g) <sup>b</sup>
۱۷۷/۰۳±۰/۵۹ <sup>b</sup>	۲۷۹/۸۸±۴/۲ <sup>a</sup>	WG (%) <sup>c</sup>
۲/۳۹±۰/۱۲ <sup>b</sup>	۳/۲۰±۰/۱۲ <sup>a</sup>	SGR <sup>d</sup>
۱۰۰	۱۰۰	S (%) <sup>e</sup>
۲/۰۰±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۱/۳۳±۰/۰۷ <sup>b</sup>	FCR <sup>f</sup>
۱/۱۲±۰/۱۱ <sup>b</sup>	۱/۶۶±۰/۰۸ <sup>a</sup>	PER <sup>g</sup>
۱۶/۲۷±۰/۴۱	۱۷/۴۷±۰/۲۱	FC (g fish <sup>-1</sup> ) <sup>h</sup>
۱۸/۵۴±۱/۸ <sup>b</sup>	۲۹/۳۷±۰/۷۷ <sup>a</sup>	N Retention <sup>i</sup>
اندیس‌های بیومتری		
۲/۴±۰/۰۰	۲/۴±۰/۰۰	K <sup>j</sup>
۲/۰۴±۰/۰۲	۱/۶۳±۰/۲۷	HSI <sup>k</sup>
۹/۴۹±۰/۴۳	۹/۰۸±۰/۷۶	VSI <sup>l</sup>
۱/۸۰±۰/۱۶	۲/۶۵±۰/۲۰	IPF <sup>m</sup>

<sup>a</sup> حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت آماری ( $p < 0.05$ ) و عدم وجود حروف در ردیف‌ها نشان دهنده معنی‌دار نبودن اختلاف در پارامترهای مذکور است. <sup>b</sup> وزن اولیه. <sup>c</sup> درصد افزایش وزن = وزن ثانویه - وزن اولیه / وزن اولیه \* ۱۰۰. <sup>d</sup> نرخ ویژه رشد (%) body weight d<sup>-1</sup> =  $(\ln \text{وزن نهایی} - \ln \text{وزن اولیه}) / \text{تعداد روز آزمایش}$ . <sup>e</sup> نرخ بقا. <sup>f</sup> نرخ کارایی غذا = میزان غذایی مصرفی / افزایش وزن. <sup>g</sup> نرخ کارایی پروتئین = (وزن نهایی - وزن اولیه) / (غذای خورده شده \* میزان پروتئین جیره). <sup>h</sup> میزان مصرف غذا. <sup>i</sup> تثبیت نیتروژن پایانی نیتروژن اولیه لاشه / نیتروژن خورده شده. <sup>j</sup> ضریب چاقی = وزن / (طول). <sup>k</sup> شاخص کبدی = وزن کبد / وزن بدن \* ۱۰۰. <sup>l</sup> شاخص احشایی = وزن احشاء / وزن بدن \* ۱۰۰. <sup>m</sup> شاخص چربی احشایی = وزن چربی احشایی / وزن بدن \* ۱۰۰.

جدول ۵: آنالیز ترکیب کل لашه (درصد وزن تر) ماهی صبیتی جوان در انتهای آزمایش (3 means ± SE, n= 3)

CAA	FM	اولیه	
۶۹/۶۵±۰/۸۸	۷۰/۱۸±۰/۶۷	۷۲/۳۷±۱/۱۶	رطوبت
۱۶/۴۵±۰/۳۳	۱۷/۲۴±۰/۲۶	۱۷/۵۵±۰/۶۰	پروتئین خام
۷/۵۹±۰/۱۷	۷/۳۳±۰/۲۲	۵/۱۱±۰/۲۸	چربی خام
۴/۷۲±۰/۱۵	۴/۸۵±۰/۲۱	۴/۴۹±۰/۱۶	خاکستر
۶/۹۵±۰/۰۳	۷/۰۴±۰/۰۷	۶/۲۲±۰/۰۲	انرژی ناخالص (MJ kg <sup>-1</sup> )

جدول ۶: ترکیب آمینو اسیدی لاشه ماهیان در ابتدا و انتهای آزمایش  $N\ g^{-1}$  (n = 3), g 16

CAA	FM	اولیه	اسید آمینه های ضروری
۷/۸۳ ± .	۷/۸۵ ± .۰۱	۶/۴۵ ± .۰۳	آرژین
۲/۶ ± .۰۱ <sup>b</sup>	۲/۷۱ ± .۰۱ <sup>a</sup>	۲/۹۳ ± .۰۳	هیستیدین
۴/۰۳ ± .۰۸	۴/۲۸ ± .۰۱	۳/۹۷ ± .۰۲	ایزو لوسین
۷/۵۹ ± .۰۷	۷/۵ ± .۰۲	۷/۵۸ ± .۰۱	لوسین
۷/۸ ± .۰۳	۷/۸۷ ± .۰۱۴	۸/۶۱ ± .۰۴	لایزین
۳/۱ ± .۰۴ <sup>a</sup>	۲/۸۴ ± .۰۲ <sup>b</sup>	۲/۵۲ ± .	متیونین
۴/۱۸ ± .۰۸	۳/۸۸ ± .۰۲	۳/۹۲ ± .۰۲	فنیل آلانین
۴/۷۸ ± .۰۱	۴/۶۵ ± .۰۶	۳/۸۹ ± .۰۶	ترئونین
۴/۲۱ ± .۱	۴/۶۹ ± .۰۲	۴/۸۶ ± .۰۹	والین
اسید آمینه های غیرضروری			
۱۰/۵۴ ± .۰۳ <sup>a</sup>	۸/۸۸ ± .۰۴ <sup>b</sup>	۱۱/۱۱ ± .۱	آسپارتیک اسید
۱۴/۷۹ ± .۰۸	۱۵/۰۵ ± .۰۴۳	۱۴/۱۷ ± .۰۷	گلوتامیک اسید
۴/۶ ± .۰۳ <sup>a</sup>	۳/۸۸ ± .۰۷ <sup>b</sup>	۳/۵۵ ± .۰۴	سرین
۶/۶۳ ± .۲۴	۷/۳۳ ± .۰۷	۷/۵۸ ± .۰۹	گلاسین
۳/۴۳ ± .۰۳ <sup>b</sup>	۴/۱۳ ± .۰۹ <sup>a</sup>	۳/۵ ± .۰۴	پرولین
۷/۰۸ ± .۰۳	۶/۹۶ ± .۰۷	۶/۹۴ ± .۰۲	آلانین
۳/۱۷ ± .۰۲	۳/۰۳ ± .۰۲	۳/۲۵ ± .۰۲	تیروزین
.۰/۹۶ ± .۰۱۲	.۰/۸۶ ± .۰۴	.۰/۹۵ ± .۰۸	سیستین
۴۶/۰۹ ± .۳۵	۴۶/۲۶ ± .۰۴	۴۶/۷۲ ± .۱۲	Total EAA
۵۱/۱۸ ± .۲۹	۵۰/۱ ± .۰۱	۵۱/۰۵ ± .۰۲	Total NEAA
۹۷/۲۷ ± .۱۱	۹۶/۳۶ ± .۰۳	۹۵/۷۷ ± .۳۱	Total AA

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت آماری ( $P < 0.05$ ) و عدم وجود حروف در ردیفها نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف در پارامترهای مذکور است. آنالیز آماری فقط در بین دو تیمار آزمایشی به انجام رسیده است.

### بحث

آمینو اسیدها می‌توانند به صورت پروتئین دست نخورده یا خالص به حالت کریستاله به عنوان مکمل غذایی فراهم گردند. افزایش استفاده از پروتئین‌های گیاهی در جیره ماهیان در سالهای اخیر موجب افزایش استفاده از آمینو اسیدهای خالص برای رفع کمبودهای ایجاد شده در اثر استفاده در سطوح بالا از این تولیدات گیاهی گردیده است (Bardekar et al., 2009). برای مثال، لایزین یکی از محدود کننده‌ترین اسیدهای آمینه ضروری در محصولات گیاهی می‌باشد، اگرچه در سویا مقدار فراوان

اما در برخی اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری مانند اسید آمینه های هیستیدین، متیونین، آسپارتیک اسید، سرین و پرولین تغییرات به صورت معنی داری گزارش گردید. میزان اسید آمینه هیستیدین در لاشه با تغذیه از اسیدهای آمینه خالص در جیره کاهش و اسید آمینه متیونین افزایش یافت. در بین اسیدهای آمینه غیر ضروری، اسید آمینه پرولین کاهش و اسیدهای آمینه آسپارتیک اسید و سرین در لاشه با تغذیه از اسیدهای آمینه خالص افزایش یافتند.

می‌باید (Green & Hardy, 2002). کاهش در تثبیت نیتروژنی در ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) (Rollin et al., 2003) و در ماهی (*Scophthalmus maximus*) (Peres & Oliva-Teles, 2005) همچنین سایر مطالعات بیان شده است (Cowey, 1992; Zarate & Lovell, 1997; El-Haroun & Bureau, 2007; Hauler et al., 2007; Dabrowski et al., 2010). البته در برخی ماهیان بر عکس این مطلب گزارش شده است. برای مثال، در ماهی سیم سر طلایی (*Sparus aurata*) (Peres & Oliva-Teles, 2009) و ماهی Pérez-Jiménez et al., (*Solea senegalensis*) (2014) کارایی استفاده از اسیدهای آمینه خالص تا ۵۰ درصد در حد پروتئین آرد ماهی بیان شده است که این مطلب در سایر مطالعات نیز بیان شده است (Rodehutscord et al., 1995; Marcouli et al., 2004; Bodin et al., 2012). با بررسی میزان اسیدهای آمینه‌ها در لاشه ماهیان مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌داری در بسیاری از این اسیدهای آمینه در مقایسه دو تیمار مورد آزمایش مشاهده نمی‌شود که این مطلب می‌تواند مربوط به پروفیل اسیدآمینه‌ای ضروری بشدت محافظت شده پروتئین‌های لاشه ماهی باشد که تحت تأثیر کیفیت غذا و سن ماهی قرار نمی‌گیرند (Mambrini & Kaushik, 1995; Wilson, 2003). کاهش اسید آمینه ضروری هیستیدین در لاشه در استفاده از اسیدهای آمینه خالص در جیره نشان دهنده بوجود آمدن اختلال در متابولیسم این اسید آمینه و تثبیت آن در بدن می‌باشد. هیستیدین در متابولیسم واحد یک کربنه شرکت می‌کند و بنابراین ساخت DNA و پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Li et al., 2009) که می‌تواند یکی از دلایل کاهش رشد در تیمار CAA باشد. مقایسه عملکرد ماهی صبیتی با سایر گونه‌های مطالعه شده نشان دهنده این می‌باشد که ماهی صبیتی نسبت به اسیدهای آمینه خالص در جیره با نسبت بالا حساس می‌باشد و در کاربرد اسیدهای آمینه خالص در جیره با نسبت‌های بالا باید محافظه کارانه‌تر عمل کرد. سختی‌های فنی در استفاده از اسیدآمینه‌های

لایزن وجود دارد (Rumsey & Ketola, 1975) اما لایزن خالص غذایی را می‌توان به صورت مکمل غذایی در استفاده از سویا در جیره بکار برد (El-Saidy & Gaber, 2002). تحقیقات نشان داده است که استفاده از لایزن به همراه سویا باعث افزایش رشد و کارایی غذایی می‌شود (Andrews & Page, 1974). شواهدی از ماهیان مبتنی بر این که آمینواسیدها در پروتئین نسبت به حالت خالص با کارایی بالاتری مصرف می‌شود، بیان شده است که احتمالاً به علت جذب و سوخت و ساز سریع اینها نسبت به آمینواسیدهای موجود در پروتئین می‌باشد (Thebault, 1985; Cowey & Walton, 1988; Lombard, 1997).

کاهش در فاکتورهای رشدی از جمله SGR و WG در تیمار CAA نسبت به تیمار اول نشان دهنده این موضوع می‌باشد که در ماهی صبیتی جوان عملکرد رشد با اسیدهای آمینه خالص کاهش می‌باید که در کارایی پروتئین و ضریب تبدیل غذایی نیز بخوبی نشان داده شده است که تغییرات این فاکتورها با بررسی تثبیت نیتروژنی در این گونه و گونه‌های دیگر بخوبی قابل توضیح می‌باشد. در ماهی صبیتی جوان وقتی از اسیدهای آمینه خالص به میزان ۴۰ درصد کل پروتئین جیره استفاده شد، تثبیت نیتروژنی به میزان ۱۰/۸۳ درصد در تیمار دوم در مقایسه با تیمار اول کاهش یافت که به معنای این می‌باشد که کارایی این محتوی نیتروژنی (۴۰٪ اسیدهای آمینه خالص و ۶۰٪ پروتئین پودر ماهی) در مقایسه با اسیدهای آمینه موجود در ترکیب ۱۰۰٪ پروتئین به میزان قابل توجهی کاهش می‌باید. کاهش تثبیت نیتروژنی در جایگزینی پودر ماهی با اسیدهای آمینه خالص در ماهیان مختلف گزارش شده است، بطوری که در تاثیر استفاده از آمینواسیدهای خالص بر تثبیت نیتروژنی در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بیان گردیده که وقتی از آمینواسیدهای خالص به نسبت‌های زیادی استفاده می‌شود به صورتی که ۵۹/۳ درصد از نیتروژن کل را شامل شود، تثبیت نیتروژنی به میزان ۱۳/۶ درصد نسبت به جیره ساخته شده با پروتئین حاصل از پودر ماهی، کاهش

مطالعات آینده برای مشخص کردن میزان دقیق تحمل ماهی صبیتی در استفاده از اسیدهای آمینه خالص ضروری می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

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

### منابع

- Ambardekar, A.A., Reigh, R.C. and Williams, M.B., 2009.** Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 291: 179-187.
- Andrews, J.W. and Page, J.W., 1974.** Growth factors in the fish meal component of catfish diets. The Journal of nutrition, 104: 1091-1096.
- AOAC, 2005.** Official Methods of Analysis. MD: Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg.
- Azaza, M., Wassim, K., Mensi, F., Abdelmouleh, A., Brini, B. and Kraiem, M., 2009.** Evaluation of faba beans (*Vicia faba* L. var. *minuta*) as a replacement for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 287: 174-179.

کریستاله یا خالص در غذاهای آبزیان وجود دارد. اولین نگرانی شسته شدن یا لیچ شدن اسیدآمینه‌های آزاد به داخل محیط آبی و همچنین کاهش دسترسی آن‌ها توسط انتروسیت‌ها و میکروفلور دستگاه گوارش می‌باشد (Wu, 1998). دومین مسئله تفاوت در میزان جذب روده‌ای بین اسیدآمینه‌های ساختگی و اسیدآمینه‌های تشکیل‌دهنده پروتئین ممکن است کارایی اسیدآمینه‌های خالص را کاهش دهد (Murai *et al.*, 1982). فرآیندهای میکروباندی مختلفی برای رفع این مشکل توسعه یافته است، هرچند که بیشتر روش‌های موجود یا ثبت گردیده‌اند یا به صورت انحصاری می‌باشند و در مجلات علمی چاپ نشده‌اند. علاوه، ممکن است پاسخ‌های مخصوص گونه‌ای به فرآیندهای میکروکپسوله کردن وجود داشته باشد. برای مثال، برخی ترکیب کردن با چربی‌ها ممکن است سبب کاهش مصرف آرژنین بوسیله آبالون شود که احتمالاً به علت پایین بودن فعالیت لیپاز در روده آبالون و متعاقباً عدم هضم چربی مورد استفاده در پوشش آرژنین می‌باشد (Britz *et al.*, 1997). سومین مسئله در افزودن اسیدآمینه‌های خالص به غذاهای آبزیان بخصوص در جیره‌های خالص می‌باشد که ممکن است تعادل اسید و باز و الکترولیت‌ها، میزان اسیدآمینه‌ها در لومون روده و پلاسمما و هضم و جذب مواد مغذی را تحت تأثیر قرار دهد. مسئله چهارم واکنش میلارد (ترکیب آمینو اسید با شکر فعال) در فرآیند اکستروژن غذا می‌باشد که می‌تواند اساساً دسترس زیستی به اسیدآمینه‌های آزاد بخصوص آرژنین و لاizin را کاهش دهد (Csapó *et al.*, 2008). مورد پنجم این است که گذرگاه متابولیسم اسیدآمینه‌ها و تنظیم آن بوسیله شاخص‌های عصبی، درون‌ریز و محیطی در حیوانات آبزی خیلی کم درک شده است. مورد ششم، تحقیقات در خصوص فناوری‌هایی که موجب تحويل مطلوب اسیدآمینه‌های محدود‌کننده و اسیدآمینه‌های مهم و مؤثر به لارو ماهیان از طریق غذای زنده شود، هنوز محدود می‌باشد (Saavedra *et al.*, 2008). برطرف کردن این موانع می‌تواند سبب بهبود قابل توجه کارایی مصرف اسیدآمینه‌های افروزنی به غذاهای آبزیان شود.

- Bodin, N., Delfosse, G., Thu, T.T.N., Le Boulengé, E., Abboudi, T., Larondelle, Y. and Rollin, X., 2012.** Effects of fish size and diet adaptation on growth performances and nitrogen utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) juveniles given diets based on free and/or protein-bound amino acids. *Aquaculture*, 356: 105-115.
- Britz, P.J., Bacela, N. and Hecht, T., 1997.** Can crystalline arginine be used to quantify the arginine requirement of abalone? *Aquaculture*, 157: 95-105.
- Cowey, C., 1992.** Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 177-189.
- Cowey, C. and Walton, M., 1988.** Studies on the uptake of (14C) amino acids derived from both dietary (14C) protein and dietary (14C) amino acids by rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, 33: 293-305.
- Csapó, J., Varga-Visi, E., Lóki, K., Albert, C. and Salamon, S., 2008.** The influence of extrusion on loss and racemization of amino acids. *Amino acids*, 34: 287-292.
- Dabrowski, K. and Guderley, H., 2002.** Intermediary metabolism. *Fish nutrition*, 3; 309-365.
- Dabrowski, K., Zhang, Y., Kwasek, K., Hliwa, P. and Ostaszewska, T., 2010.** Effects of protein-, peptide-and free amino acid-based diets in fish nutrition. *Aquaculture Research*, 41: 668-683.
- El-Haroun, E.R. and Bureau, D.P., 2007.** Comparison of the bioavailability of lysine in blood meals of various origins to that of l-lysine HCL for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 262: 402-409.
- El-Saidy, D.M. and Gaber, M., 2002.** Complete Replacement of Fish Meal by Soybean Meal with Dietary L-Lysine Supplementation for Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) Fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33: 297-306.
- Green, J. and Hardy, R., 2002.** The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. *Fish Physiology and Biochemistry*, 27: 97-108.
- Hauler, R.C., Carter, C.G. and Edwards, S.J., 2007.** Feeding regime does not influence lysine utilisation by Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. *Aquaculture*, 273: 545-555.
- Köprücü, K. and Özdemir, Y., 2005.** Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 250: 308-316.
- 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.
- Lindroth, P. and Mopper, K., 1979.** High performance liquid chromatographic

- determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthaldialdehyde. *Analytical chemistry*, 51: 1667-1674.
- Lumbard, L., 1997.** Utilization of crystalline lysine by palmetto bass, *Morone saxatilis* female×*Morone chrysopsmale*. Master of Science thesis, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana.
- Mambrini, M. and Kaushik, S., 1995.** Indispensable amino acid requirements of fish: correspondence between quantitative data and amino acid profiles of tissue proteins. *Journal of Applied Ichthyology*, 11: 240-247.
- 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.
- Mozanzadeh, M., Marammazi, J., Yaghoubi, M., Yavari, V., Agh, N. and Gisbert, E., 2015.** Somatic and physiological responses to cyclic fasting and re-feeding periods in sobaity sea bream (*Sparidentex hasta*, Valenciennes 1830). *Aquaculture Nutrition*, doi: 10.1111/anu.12379.
- Murai, T., Akiyama, T., Ogata, H., Nose, T. and Hirasawa, Y., 1982.** Effect of coating amino acids with casein supplemented to gelatin diet on plasma free amino acids of carp (*Cyprinus carpio*). *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Japan)*.
- NRC, 1993.** Nutrient Requirements of Fish. The National Academies Press, Washington, DC.
- NRC, 2011.** Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. The National Academies Press, Washington, DC.
- Peres, H. and Oliva-Teles, A., 2005.** The effect of dietary protein replacement by crystalline amino acid on growth and nitrogen utilization of turbot *Scophthalmus maximus* juveniles. *Aquaculture*, 250: 755-764.
- Peres, H. and Oliva-Teles, A., 2009.** The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, 296: 81-86.
- Pérez-Jiménez, A., Peres, H. and Oliva-Teles, A., 2014.** Effective replacement of protein-bound amino acids by crystalline amino acids in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 20: 60-68.
- Rodehutscord, M., Mandel, S., Pack, M., Jacobs, S. and Pfeffer, E., 1995.** Free amino acids can replace protein-bound amino acids in test diets for studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The Journal of nutrition*, 125: 956-963.
- Rollin, X., Mambrini, M., Abboudi, T., Larondelle, Y. and Kaushik, S.J., 2003.** The optimum dietary indispensable amino acid pattern for growing Atlantic salmon

- (*Salmo salar* L.) fry. British Journal of Nutrition, 90: 865-876.
- Rønnestad, I., Conceição, L.E., Aragão, C. and Dinis, M.T., 2001.** Assimilation and catabolism of dispensable and indispensable free amino acids in post-larval Senegal sole (*Solea senegalensis*). Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 130: 461-466.
- Rønnestad, I., Conceição, L.E., Aragão, C. and Dinis, M.T., 2000.** Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). The Journal of nutrition, 130: 2809-2812.
- Rumsey, G. and Ketola, H., 1975.** Amino acid supplementation of casein in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry and of soybean meal for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fingerlings. Journal of the Fisheries Board of Canada, 32: 422-426.
- Saavedra, M., Conceição, L., Pousão-Ferreira, P. and Dinis, M., 2008.** Metabolism of tryptophan, methionine and arginine in *Diplodus sargus* larvae fed rotifers: effect of amino acid supplementation. Amino acids, 35: 59-64.
- Thebault, H., 1985.** Plasma essential amino acids changes in sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) after feeding diets deficient and supplemented in L-methionine. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 82: 233-237.
- Wilson, R.P., 2003.** 3 - Amino Acids and Proteins, In: Hardy, J.E.H.W. (Ed.), Fish Nutrition (Third Edition), Academic Press, San Diego, pp. 143-179.
- Wu, G., 1998.** Intestinal mucosal amino acid catabolism. The Journal of nutrition, 128; 1249-1252.
- Zarate, D.D. and Lovell, R.T., 1997.** Free lysine (l-lysine· HCl) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 159: 87-100.

**Effects of using crystalline amino acids in diets of sobaity seabream (*Sparidentex hasta*) on whole body proximate, amino acids composition, growth and feeding performance**

Ghafle Marammazi J.<sup>1</sup>, Yaghoubi M.<sup>1\*</sup>, Safari O.<sup>2</sup>

\* m.yaghoubi@ut.ac.ir

- 1- Aquaculture Research Center- South of Iran , Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension, Ahvaz. Iran.  
2- Fisheries department, faculty of natural resources, Ferdousi University of Mashhd, Mashhad, Iran.

**Abstract**

Although crystalline amino acids have not been a complete replaceable feeding source but have effective roles in success of replacements of other sources of food in diets of animals; because replacement sources usually have deficiencies that restricts using of them. These restrictions could be eliminated by using crystalline amino acids. Before conducting any research in this field, it is important to know how fish response in using crystalline amino acids in diets. In this study the efficiency of using crystalline amino acids in high proportion of diets in Sobaity seabream was evaluated by two diets in triplicate during 42 days. The FM diets were based on fish meal and the CAA diets were based on 60% of fish meal and 40% of crystalline amino acids. There were no significant differences between two treatments in feed intake, survival, biometric indices and whole body proximate; but significant differences was observed in final weight, percent of body weight increase, specific growth rate, feed conversion ratio, protein efficiency and nitrogen retention. Whole body amino acid profile of experimental fish showed that histidine and proline were two amino acids with reduced amount in CAA treatment related to the FM. The reduction of growth and feeding factors in CAA treatments related to FM treatments shows that using crystalline amino acid in high proportion in diets of sobaity seabream need more considerations.

**Keywords:** Crystalline amino acids, Sobaty seabream, Growth performance, Body composition

---

\*Corresponding author