تکثیر و پرورش و فناوریهای نوین

بررسی عملکرد تغذیه ای ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*) در استفاده از اسید های آمینه ی خالص در جیره

مرتضی یعقوبی*، پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، m.yaghoubi@ut.ac.ir

جاسم غفله مرمضی، پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، jmarammazi06@gmail.com

امید صفری، دانشگاه فردوسی مشهد، omidsafari@um.ac.ir

*نویسنده مسول مقاله

واژه‌های کلیدی: ماهی صبیتی، پودر ماهی، اسید های آمینه ی خالص، جایگزینی

مقدمه

آمینو اسید ها ملکول هایی هستند که عملکردهای هر دو گروه آمین ها و کربوکسیلیک ها را شامل می شوند. عملکرد اصلی آمینو اسید کاربرد آنها در ساختن پروتئین می باشد. 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 می شوند که اینها باید حتما در جیره غذایی فراهم شوند زیرا زنجیره ی کربنی آنها توسط بدن حیوانات قابل ساختن نیستند(Rønnestad *et al.*, 2000). اکثریت آمینو اسید های ضروری در همه حیوانات شامل ماهی مشابه است و شامل متیونین، لایزین، آرژنین، ترئونین، لوسین، ایزولوسین، فنیل آلانین، والین، تریپتوفان و هیستیدین می باشد. (Dabrowski and Guderley, 2002) در مقابل آمینو اسید های که توسط بدن قابل ساختن می باشند به عنوان غیر محدود کننده یا غیر ضروری شناخته می شوند که شامل آلانین، آسپارژین، آسپارتات، سیستین، گلوتامات، گلوتامین، گلایسین، پرولین، سرین و تیروزین می باشند. سیستین و تیروزین همچنین به عنوان اسید آمینه های نیمه ضروری مطرح هستند زیرا تحت برخی شریط متیونین قابل تبدیل شدن به سیستین و فنیل آلانین قابل تبدیل شدن به تیروزین می باشند که این تبدیل در جهت عکس امکانپذیر نمی باشد. بنابر این وقتی سیستین و تیروزین در جیره حضور داشته باشند ممکن است نیاز به متیونین و فنیل آلانین کاهش یابد (Rønnestad *et al.*, 2001).

قیمت بالای منابع پروتینی، محدودیت دسترسی آنها و غیر قابل پیش بینی بودن بازار آنها، احتیاج به منابع جایگزین پروتئین در غذای ماهی را افزایش می دهد(Azaza *et al.*, 2009). اسید های آمینه ی خالص هر چند تا کنون به عنوان یک منبع غذایی جایگزین کامل مطرح نبوده اند اما در موفقیت استفاده از منابع جایگزین در جیره ی حیوانات بسیار موثر بوده اند. زیرا این منابع جایگزین عمدتا داری کمبود هایی می باشند که استفاده از آنها را با محدودیت روبرو می کند. مثلا یکی از محدودیت های استفاده از سویا در جیره ی آبزیان کمبود اسید آمینه ی متیونین می باشد که با استفاده از این اسید آمینه به صورت خالص در جیره می توان این محدودیت را تا حد زیادی

برطرف کرد. علاوه بر این اسید های آمینه ی خالص در مطالعات تغذیه ای بسیار مورد استفاده قرار می گیرند به عنوان مثال در مطالعات سنجش نیاز غذایی به هر یک از ا سید های آمینه در جیره ی آبزیان از این ا سید های آمینه در غلظت های بالا ا ستفاده می شود که در این روش با افزایش غلظت های اسید آمینه ی مورد بررسی در جیره و مشاهده تاثیر آنها میزان نیاز را مشخص می کنند. حال اینکه وقتی از آمینو اسید های خالص به نسبت های زیادی استفاده می شود، تثبیت نیتروژنی نسبت به جیره ی با پروتئین حاصل از پودر ماهی، کاهش می یابد بنابر این با این اطلاعات میتوان نتیجه گرفت که درصدی از آمینو اسید خالص در تثبیت نیتروژنی دخالت نمی کند (Green and Hardy, 2002). بنابراین شناخت میزان عملکرد ماهی در تغذیه با اسید های آمینه ی خالص قبل از انجام هر گونه کار تحقیقاتی در این ضمینه از ضروریات انجام اینگونه تحقیقات می باشد.

هدف از این پژوهش مشخص کردن میزان دقیق کارایی استفاده از اسید های آمینه ی خالص در جیره ی ماهی صبیتی جوان می باشد با مشخص شدن نتایج این پژوهش مطالعات تغذیه ای تامین نیاز اسید آمینه ای و همچنین استفاده از اسید های آمینه ی خالص به عنوان مکمل غذایی در جیره بصورت عملی تر و کاربردی تر به انجام می رسد.

مواد و روش‌ها

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، pH و شوری متناسب با شرایط طبیعی منطقه بود و در طول دوره به صورت روزانه اندازه گیری گردید. این تحقیق از ۶ عدد تانک ۳۰۰ لیتری پلی اتیلنی مدور برای انجام آزمایش ا ستفاده می شد که در داخل هر تانک یک سنگ هوا برای تامین اکسیژن و یک لوله ی تعویض آب به گونه ای که در طول شبانه روز دو بار آب کاملا تعویض شود، تعبیه شد. برای آبگیری مخازن، آب دریا به حوضچه های رسوبگیر منتقل و پس از عبور از فیلتر شنی، حوضچه کلر زنی و فیلتر اشعه ی ماورابنفش به سالن آزمایش منتقل شد. در هر تانک ۲۵ قطعه ماهی قرار داده و به مدت ده روز قبل از شروع آزمایش با شرایط جدید سازگاری یافتند. در تمام مراحل آزمایش ماهی ها ۴ نوبت در روز در حد سیری غذادهی شدند. این آزمایش با ۲ تیمار که هر کدام دارای ۳ تکرار می باشد اجرا گردید. تیمار اول فقط از پودر ماهی کیلکا و تیمار دوم با همان الگوی اسیدهای آمینه ی 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 تولید غذاها:

هر ۲ جیره ی آزمایشی به گونه ای فرموله شدند که حاوی ۴۷۰ گرم پروتئین بر کیلوگرم جیره و انرژی خالص ۲۰ کیلوژول بر گرم بودند. پروتئین از منابع پودر ماهی، ژلاتین و آمینو اسید های خالص تامین شد. تیمار اول فقط از پودر ماهی و تیمار دوم با همان الگوی اسیدهای آمینه اما ۶۰٪ منبع پروتئین از پودر ماهی و ۴۰٪ مابقی از اسیدهای آمینه کریستاله تامین شد. به این طریق هر دو جیره هم نیتروژن بودند. سایر عناصر هم بجز آمینو اسید های ضروری طوری تنظیم شد که همه ی جیره ها هم انرژی نیز باشند. اسید های آمینه خالص با یک درصد آگار به جهت تاخیر انداختن در هضم و جذب و افزایش کارایی آنها در بدن بجای پروتئین پوشش دهی شدند(Green and Hardy, 2002) (جدول یک). برای متعادل کردن جیره ها با منابع غذایی ا ستفاده شده از نرم افزار WUFFF DA نسخه 1.0 ا ستفاده شد. برای تهیه جیره‌های غذایی تمامی مواد با ترازوی دیجیتال توزین می شوند. ابتدا ترکیبات خشک جیره که قبلا

آسیاب شده اند به اضافه آمینو اسید های خالص به مدت تقریبا" ۲۰ دقیقه با یکدیگر مخلوط گردیدند سپس روغن با مواد وتامینی مخلوط گشته و به مواد خشک اضافه گردید و همراه با اضافه کردن آب به مقدار لازم کاملا مخلوط شدند. سپس خمیر به چرخ گوشت با مش ۲ میلی متری منتقل شد سپس رشته‌های ایجاد شده بر روی سینی‌های خشک کن قرار گرفته و به دستگاه خشک‌کن (در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت) منتقل شد. جیره‌ها پس از خشک شدن به‌صورت دستی شکسته شد تا متناسب با اندازه دهان ماهی گردند.

زیست سنجی ماهیان و شاخص های مورد بررسی

در ابتدا و انتهای آزمایش زیست‌سنجی ماهیان به‌صورت گروهی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن و با خط کش با دقت یک میلی‌متر طول ۵ عدد از هر تانک سنجیده شد. جهت ارزیابی عملکرد غذاهای مورد استفاده از شاخص‌های رشد استفاده شد تا نتایج بر مبنای آن‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گیرد. پس از اتمام دوره پرورش، میزان افزایش وزن بدن، میزان رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، فاکتور وضعیت، رشد روزانه، شاخص رشد روزانه، درصد بقاء بر اساس فرمول های بیان شده در جداول محاسبه گردید.

آنالیزهای شیمیایی

با اتمام دورهٔ پرورش همه زیتوده 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 آبزی پروری جنوب کشور منتقل گردید. بدین ترتیب میزان پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر و رطوبت کل بدن هر تکرار به صورت جداگانه بد ست آمد. برای محا سبه پروتئین خام، پس از هضم نمونه‌ها (با استفاده از دستگاه (Digest Automat K438, Buchi) مقدار نیتروژن کل در نمونه‌ها با استفاده از روش کلدال (دستگاه K370 Kejldahl Auto, Buchi) و تقسیم آن در عدد ۶/۲۵ تعیین گردید. چربی با روش سوکسله با ا ستفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج و با دستگاه fat Analyzer محاسبه شد. خاکستر با سوزاندن لا شه در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری 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 (NFE) از طریق روش محاسباتی تفریق میزان پروتئین، چربی، فیبر، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محسابه گردید (AOAC, 2005).

روش آماری و شیوه نمونه برداری:

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

جدول یک: اجزاء و درصد اجزاء جیره ها (g kg^{-1}dry diet)

اقلام غذایی	تیمار های غذایی	
	FM	CAA

پودر کیلکا[1]	۶۴/۵۰	۳۶/۰۰	[1] موارد تهیه شده از شرکت خوراک دام، طیور و آبزیان ۲۱- بیضا.
نشاسته ذرت[1]	۱۲/۰۰	۲۰/۵۰	
آرد سفید گندم[1]	۱۰/۵۰	۷/۰۰	
ژلاتین[1]	۴/۰۰	۴/۰۰	[2] تهیه شده از شرکت مرک. [3] موارد تهیه شده از شرکت فلوکا.
روغن ماهی[1]	۶/۰۰	۱۱/۰۰	
آگار[2]	۱/۰۰	۱/۰۰	
مکمل ویتامینی[1a]	۱/۰۰	۱/۰۰	[a] ویتامین A ۲۰۰۰ IU/kg، ویتامین D: ۸۰۰ IU/kg، ویتامین E: ۸۸ IU/kg، ویتامین K: ۳ mg/kg، ویتامین C: ۲۰۰ mg/kg ، ویتامین B1: ۱۲ mg/kg، ویتامین B2: ۱۴ mg/kg، ویتامین B5: ۷۰ mg/kg، ویتامین B3: ۵۰ mg/kg، ویتامین B6: ۱۲ mg/kg، ویتامین B9: ۳ mg/kg، ویتامین B12: ۰,۰۱۶ mg/kg ، ویتامین H2: ۰,۱۴ mg/kg ، سلنیم: ۱۶۸ mg/kg ، سولفات آهن ۲۰ mg/kg، سولفات مس ۲ mg/kg ،یدات کلسیم: ۲ mg/kg، اکسیدمنگنز: ۱۶,۸ mg/kg ، اکسیدروی: ۳۳,۲ mg/kg ، کبالت: ۰,۳۳۶ mg/kg .
مکمل معدنی[1a]	۱/۰۰	۱/۰۰	
L-arginine[2]	۰/۰۰	۰/۸۵	
L-lysine-HCl[2]	۰/۰۰	۱/۴۰	
L-threonine[2]	۰/۰۰	۰/۸۰	
L-histidine[2]	۰/۰۰	۰/۵۰	
L-isoleucine[3]	۰/۰۰	۰/۸۵	
L-leucine[2]	۰/۰۰	۱/۴۰	
L-methionine[2]	۰/۰۰	۰/۶۰	
L-phenylalanine[2]	۰/۰۰	۰/۷۵	
L-tryptophan[2]	۰/۰۰	۰/۲۰	
L-valine[2]	۰/۰۰	۰/۹۵	
[b] NEAA mixture[2]	۰/۰۰	۱۰/۲۰	[b] ترکیب اسید های آمینه ی غیر ضروری بر حسب

نتایج

اجزای غذای دو جیره ی ساخته شده برا ی این پژوهش در جدول یک نشان داده شده ا ست که در هر دو جیره همه ی اجزای غذایی بجز منابع پروتینی یکسان می با شد که در جیره ی اول پودر ماهی و در جیره ی دوم ۶۰ درصد پودر ماهی و ۴۰ درصد اسید های آمینه ی خالص منبع پروتینی را تشکیل می دهند. در جدول ۲ نتایج آنالیز شیمایی جیره ها بیان گردیده است که هر دو جیره هم نیتروژن با میزان پروتئین تقریبا ۴۷ درصد و هم انرژی با انرژی خالص تقریبا ۲۰ کیلوژول بر گرم می باشد در این جدول میزان چربی و فیبر و عصاره ی عاری از ازت نیز بیان شده است که تقریبا بین دو جیره یکسان می باشند.

جدول دو: آنالیز بیو شیمیایی ترکیب جیره ها (%) (n = 3)

جیره ها	ماده خشک	انرژی خالص	پروتئین	چربی	فیبر خام	عصاره ی عاری از ازت	خاکستر
FM	93.21±0.2	20.3±0.07	47.82±1.08	18.83±0.12	0.6±0.01	19.27±1.34	7.08±0.13
CAA	92.91±0.4	20.92±0.05	46.67±0.57	20.14±0.01	1.08±0.04	19.14±0.5	6.75±0.07

ترکیب آمینو ا سیدی جیره ها بر ا ساس پروفیل آمینو ا سید اجزای جیره بد ست آمده از NRC و پروفیل آمینو ا سیدی پودر ماهی کیلکا توسط نرم افزار محاسبه و در جدول ۳ گزارش شده است (NRC 1993) (Köprücü and Özdemir, 2005). پروفیل آمینو اسیدی برای هر دو جیره بر مبنای پروفیل آرد ماهی مورد استفاده تعیین شده است و در هر دو جیره تقریبا یکسان می باشد.

جدول سه: ترکیب آمینو اسیدی جیره های آزمایش *(n = 3), g 100 g^{-1}Diet*

جیره ها	آمینو اسید ها													
	ARG	LYS	THR	HIS	LEU	ILE	MET	PHE	TRP	VAL	CYS	TYR	GLY	SER
FM	2.85	3.53	1.96	1.15	3.48	2.16	1.4	1.92	0.45	2.44	0.48	1.53	5.11	1.91
CAA	2.56	3.38	1.9	1.15	3.37	2.07	1.38	1.84	0.45	2.33	0.27	0.87	5	2.04

در طول این آزمایش همه ی ماهی ها سالم بودند و بدون هیچ تلفاتی آزمایش به پایان رسید هیچ علامتی از بیماری مشاهده نگردید. فاکتور های رشد، تغذیه و شاخص های بیومتری مربوط به این آزمایش در جدول شماره ۴ گزارش شده است. هر دو جیره ی آزمایشی به خوبی توسط ماهی ها پذیرفته گردیدند و همه ی ماهی ها در طول آزمایش به مدت ۴۲ روز به خوبی بصورت فعال به تغذیه پرداختند. هیچ تفاوت معنی داری در بین دو کنترل در مصرف غذا، درصد بقا و شاخص های 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 تفاوت های معنی دار ایجاد گردید؛ که در همه ی موارد کاهش این فاکتور ها در جیره ی دوم (CAA) مشاهده گردید بجز فاکتور FCR که در جیره ی دوم (CAA) افزایش یافته است.

جدول چهار: رشد، مصرف غذا، بقا و پارامتر های بیومتریک ماهی صبیتی جوان در انتهای دوره ی آزمایش (means ± SE, n= 3)

	تیمار های غذایی	
	FM	**CAA**
عملکرد رشد و تغذیه		
IBW (g) [a]	4.71±0.05	4.64±0.08
FBW (g) [b]	17.90±0.95[a]	12.84±0.53[b]
WG (%) [c]	279.88±4.2[a]	177.03±5.9[b]
SGR (%body	3.20±0.12[a]	2.39±0.12[b]
S (%) [e]	100	100
FCR[f]	1.33±0.07[b]	2.00±0.11[a]
PER[g]	1.66±0.08[a]	1.12±0.11[b]
FC (g fish [1])[h]	17.47±0.21	16.27±0.41
N Retention[i]	29.37±0.77[a]	18.54±1.8[b]
اندیس های بیومتری		
شاخص وضعیت	0.02±0.00	0.02±0.00
شاخص کبدی	1.63±0.27	2.04±0.02
شاخث احشایی	9.08±0.76	9.49±0.43
چربی احشایی	2.65±0.20	1.80±0.16

[a] وزن اولیه

[b] وزن نهایی

[c] درصد افزایش وزن =وزن ثانویه -وزن اولیه / وزن اولیه * ۱۰۰

[d] نرخ ویژه رشد = ۱۰۰* (ln وزن نهایی – ln وزن اولیه)/تعداد روز آزمایش

[e] نرخ بقا

[f] نرخ کارایی غذا = میزان غذایی مصرفی / افزایش وزن

[g] نرخ کارایی پروتئین = (وزن نهایی – وزن اولیه)/ (غذای خورده شده * میزان پروتین جیره

[h] میزان مصرف غذا

[i] تثبیت نیتروژنی =۱۰۰* (نیتروژن پایانی لاشه – نیتروژن اولیه لاشه) / نیتروژن

در آنالیز ترکیب شیمیایی کل بدن ماهیان مورد آزمایش هیچ تفاوت معنی داری را در مقایسه ی دو تیمار و همچنین در مقایسه با ماهیان شروع آزمایش مشاهده نگردید که نتایج این آنالیز ها در جدول شماره ۵ گزارش گردیده است.

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

	رطوبت	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	انرژی خالص (MJ kg^{-1})
اولیه	72.37±1.16	17.55±0.60	5.11±0.28	4.29±0.16	6.22±0.02
FM	70.18±0.67	17.24±0.26	7.32±0.22	4.85±0.21	7.04±0.07
CAA	69.65±0.88	16.45±0.33	7.59±0.17	4.72±0.15	6.95±0.03

بحث

آمینو اسید ها میتوانند به صورت پروتئین دست نخورده یا به صورت خالص به حالت کریستاله به عنوان مکمل غذایی فراهم گردند. افزایش استفاده از پروتئین های گیاهی در جیره ی ماهیان در سالهای اخیر باعث افزایش استفاده ار آمینو اسید های خالص برای رفع کمبود های ایجاد شده در اثر استفاده در سطوح بالا از این تولیدات گیاهی گردیده است(Ambardekar *et al.*, 2009). به عنوان مثال لایزین یکی از محدود کننده ترین اسید های آمینه ضروری در محصولات گیاهی می باشد اگرچه در سویا مقدار فراوان لایزین وجود دارد(Rumsey and Ketola, 1975) اما لایزین خالص غذایی را می توان به صورت مکمل غذایی در استفاده از سویا در جیره بکار برد (El-Saidy and Gaber, 2002). تحقیقات نشان داده است که استفاده از لایزین به همراه سویا باعث افزایش رشد و کارایی غذایی می شود(Andrews and Page, 1974). شواهدی از ماهیان مبنی بر این که آمینو اسید ها در پروتئین نسبت به حالت خالص با کارایی بالاتری مصرف می شود بیان شده است که احتمالا به علت جذب و سوختو ساز سریع اینها نسبت به آمینو اسید های موجود در پروتئین می باشد (Cowey and Walton, 1988; Thebault, 1985; Lumbard, 1997).

کاهش در فاکتور های رشدی از جمله SGR و WG در تیمار CAA نسبت به تیمار اول نشان دهنده این موضوع می باشد که در ماهی صبیتی جوان عملکرد تغذیه با اسید های آمینه ی خالص کاهش میابد که در کارایی پروتئین و ضریب تبدیل غذایی نیز به خوبی نشان داده شده است که تغییرات این فاکتور ها با بررسی تثبیت نیتروژنی در این گونه و گونه های دیگر به خوبی قابل توضیح می باشد. در ماهی صبیتی جوان وقتی از اسید های آمینه ی خالص به میزان ۴۰ درصد کل پروتئین جیره استفاده می شود تثبیت نیتروژنی به میزان ۱۰/۸۳ درصد در تیمار دوم در مقایسه با تیمار اول کاهش یافته است که به معنای این می باشد که کارایی این محتوی نیتروژنی (۴۰٪ اسید های آمینه ی خالص و ۶۰٪ پروتئین پودر ماهی) در مقایسه با اسید های آمینه موجود در ترکیب ۱۰۰٪ پروتئین به میزان قابل توجه ای کاهش می یابد. کاهش تثبیت نیتروژنی در جایگزینی پودر ماهی با اسید های آمینه ی خالص در ماهیان مختلف گزارش شده است بطوری که در تاثیر استفاده از آمینو اسید های خالص بر تثبیت نیتروژنی در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بیان گردیده وقتی از آمینو اسید های خالص به نسبت های زیادی استفاده می شود به صورتی که ۵۹/۳ درصد از نیتروژن کل را شامل شود، تثبیت نیتروژنی به میزان ۱۳/۶ درصد نسبت به جیره ی کنترل با پروتئین حاصل از پودر ماهی، کاهش می یابد (Green and

Hardy, 2002). کاهش در تثبیت نیتروژنی در ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*)، (Rollin *et al.*, 2003) و در ماهی (*Scophthalmus maximus*)،(Peres and Oliva-Teles, 2005) و همچنین سایر مطالعات بیان شده است (Cowey, 1992; Dabrowski *et al.*, 2010; Zarate and Lovell, 1997; El-Haroun and Bureau, 2007; Hauler *et al.*, 2007). البته در برخی ماهیان بر عکس این مطلب گزارش شده است مثلا در ماهی سیبریم گیلتهد (*Sparus aurata*)، (Peres and Oliva-Teles, 2009) و ماهی (*Solea senegalensis*)، (Pérez-Jiménez *et al.*, 2014) کارایی استفاده از اسید های آمینه ی خالص تا ۵۰ در صد در حد پروتین آرد ماهی بیان شده است که این مطلب در سایر مطالعات نیز بیان شده است (Rodehutscord *et al.*, 1995; Bodin *et al.*, 2012; Marcouli *et al.*, 2004). مقایسه ی عملکرد ماهی صبیتی با سایر گونه های مطالعه شده نشان دهنده این می با شد که ماهی صبیتی نسبت به ا سید های آمینه خالص در جیره با نسبت بالا حساس می با شد و در کاربرد ا سید های آمینه ی خالص در جیره با نسبت های بالا باید محافظ کارانه تر عمل کرد. مطالعات آینده برای مشخص کردن میزان دقیق تحمل این ماهی در استفاده از اسید های آمینه ی خالص ضروری می باشد.

فهرست منابع

Ambardekar, A. A., Reigh, R. C. &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(3): 179-187.

Andrews, J. W. &Page, J. W. (1974). Growth factors in the fish meal component of catfish diets. *The Journal of nutrition* 104(8): 1091-1096.

AOAC (2005). *Official Methods of Analysis.* Gaithersburg: MD: Association of Official Analytical Chemists.

Azaza, M., Wassim, K., Mensi, F., Abdelmouleh, A., Brini, B. &Kraïem, 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(1): 174-179.

Bodin, N., Delfosse, G., Thu, T. T. N., Le Boulengé, E., Abboudi, T., Larondelle, Y. &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.

Cowey, C. (1992). Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture* 100(1): 177-189.

Cowey, C. &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(2): 293-305.

Dabrowski, K., Guderley, H., 2002. Intermediary metabolism, In: John, E.H., Ronald, W.H. (Eds.), Fish Nutrition, Third edition Academic Press, San Diego, pp. 309–365.

Dabrowski, K., Zhang, Y., Kwasek, K., Hliwa, P. &Ostaszewska, T. (2010). Effects of protein-, peptide-and free amino acid-based diets in fish nutrition. *Aquaculture Research* 41(5): 668-683.

El-Haroun, E. R. &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(2): 402-409.

El-Saidy, D. M. &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(3): 297-306.

Green, J. &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(1): 97-108.

Hauler, R. C., Carter, C. G. &Edwards, S. J. (2007). Feeding regime does not influence lysine utilisation by Atlantic salmon, Salmo salar L., parr. *Aquaculture* 273(4): 545-555.

Köprücü, K. &Özdemir, Y. (2005). Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Aquaculture* 250(1): 308-316.

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*.

Marcouli, P., Alexis, M., Andriopoulou, A. &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(5): 335-343.

NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington, DC. USA. 124P.

Peres, H. &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(3): 755-764.

Peres, H. &Oliva-Teles, A. (2009). The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (Sparus aurata) juveniles. *Aquaculture* 296(1): 81-86.

Pérez-Jiménez, A., Peres, H. &Oliva-Teles, A. (2014). Effective replacement of protein-bound amino acids by crystalline amino acids in Senegalese sole (Solea senegalensis) juveniles. *Aquaculture Nutrition* 20(1): 60-68.

Rodehutscord, M., Mandel, S., Pack, M., Jacobs, S. &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(4): 956-963.

Rollin, X., Mambrini, M., Abboudi, T., Larondelle, Y. &Kaushik, S. J. (2003). The optimum dietary indispensable amino acid pattern for growing Atlantic salmon (Salmo salar L.) fry. *British Journal of Nutrition* 90(05): 865-876.

Rønnestad, I., Conceiçao, L. E., Aragao, C. &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(4): 461-466.

Rønnestad, I., Conceição, L. E., Aragão, C. &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(11): 2809-2812.

Rumsey, G. &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(3): 422-426.

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(1): 233-237.

Zarate, D. D. &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(1): 87-100.