تکثیر، پرورش و فناوریهای نوین

اثرات کمبود اسید آمینه ی لایزین در جیره ی بر فاکتور های رشد و پروفیل اسید آمینه ی ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*)

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، کمبود اسید آمینه ی لایزین، فاکتور های رشد، پروفیل اسید آمینه

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). لایزین اغلب یکی از محدودکننده‌ترین اسیدهای آمینه در اجزای غذایی مورد استفاده در غذای ماهیان تجاری می‌باشد که این محدودیت در مواردی که پودر ماهی با منابع پروتئینی گیاهی جایگزین می‌شود، افزایش می‌یابد (Mai *et al.*, 2006) بنابراین سطح غذایی لایزین به صورت مهمی عملکرد رشدی و سلامت ماهیان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با دسترسی تجاری به اسیدآمینه‌ی لایزین غذایی، افزودن آن به جیره‌هایی که پروتئین آن‌ها بر مبنای پروتئین‌های گیاهی می‌باشد باعث کاهش مؤثر استفاده از پروتئین غذایی بدون تأثیر بر عملکرد رشدی می‌شود (Mai *et al.*, 2006). این استراتژی تغذیه‌ای همچنین می‌تواند باعث کاهش ترشح آمونیم و فسفر محلول توسط ماهی به محیط آب شود (Cheng *et al.*, 2003) به‌علاوه افزودن لایزین غذایی در بهبود پاسخ ایمنی و توسعه‌ی معده و روده در ماهیان بی‌شکم می‌شود (Zhou, 2005).

هدف از این پژوهش مشخص کردن تاثیرات کاهش اسید آمینه ی ضروری لایزین در جیره به یک میزان ثابت بر روی فاکتور های رشد و پروفیل آمینو اسیدی لاشه ماهیان مورد تغذیه می باشد. با نتایج حاصل از این پژوهش می توان تاثیر جیره های غییر متوازن از لحاظ اسید آمینه های ضروری را بر روی ماهی صبیتی بررسی کرد.

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 استفاده 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 ماروابنفش 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. تنها تفاوت موجود در تیمار های این آزمایش کاهش ۴۰ درصد از کل اسید آمینه ی لایزین در تیمار دوم بود. مدت زمان آزمایش فوق ۶ هفته بود.

جیره نویسی و تولید غذاها:

هر ۲ جیره ی آزمایشی به گونه ای فرموله شدند که به طور میانگین حاوی ۴۷۰ گرم پروتئین بر کیلوگرم جیره و انرژی خالص ۲۰/۷ کیلوژول بر گرم بودند (جدول ۲). پروتئین از منابع پودر ماهی، ژلاتین و آمینو اسید های خالص تامین شد. در جیره ی تهیه شده برای هر دو تیمار از الگوی اسیدهای آمینه ی کیلکا برای متعادل کردن جیره استفاده شد و در هر دو تیمار ۶۰٪ منبع پروتئین از پودر ماهی کیلکا و ۴۰٪ مابقی از اسیدهای آمینه کریستاله تامین شد. در تمیار اول (FMAA) هیچ محدودیتی در اسید های آمینه ی ضروری لحاظ نگردید ولی در تیمار دوم (LYS) از ۴۰ درصد ترکیب اسید های آمینه ی خالص استفاده شده در تیمار اول میزان لایزین صفر در نظر گرفته شد و با میزان مشابهی از مخلوط اسید های آمینه ی غییر ضروری جایگزین گردید به این ترتیب هر دو جیره هم نیتروژن بودند، بنابر این تنها تفاوت تیمار اول و دوم در کاهش ۴۰ درصدی میزان اسید آمینه ی لایزین در تیمار دوم بود. 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 استفاده شده از نرم افزار WUFFF DA نسخه 1.0 استفاده 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 بدست آمد. برای محاسبه پروتئین خام، پس از هضم نمونه‌ها (با استفاده از دستگاه (Digest Automat K438, Buchi) مقدار نیتروژن کل در نمونه‌ها با استفاده از روش کلدال (دستگاه K370 Kejldahl Auto, Buchi) و تقسیم آن در عدد ۶/۲۵ تعیین گردید. چربی با روش سوکسله با استفاده 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 لاشه 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). برای تعیین ترکیب اسیدهای آمینه عضله و جیره از روش (Lindroth and Mopper, 1979) استفاده گردید. این روش شامل دو مرحله هضم و اشتقاق است.

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)

	تیمار های غذایی	
اقلام غذایی	**FMAA**	**LYS**
پودر کیلکا[1]	36/00	36/00
نشاسته ذرت[1]	20/50	20/50
آرد سفید گندم[1]	7/00	7/00
ژلاتین[1]	4/00	4/00
روغن ماهی[1]	11/00	11/00
آگار[2]	1/00	1/00
مکمل ویتامینی[1a]	1/00	1/00
مکمل معدنی[1a]	1/00	1/00
L-arginine[2]	0/85	0/85
L-lysine-HCl[2]	1/40	0/00
L-threonine[2]	0/80	0/80
L-histidine[2]	0/50	0/50
L-isoleucine[3]	0/85	0/85
L-leucine[2]	1/40	1/40
L-methionine[2]	0/60	0/60
L-phenylalanine[2]	0/75	0/75
L-tryptophan[2]	0/20	0/20
L-valine[2]	0/95	0/95
[b] NEAA mixture[2]	10/20	11/60

[1] موارد تهیه شده از شرکت خوراک دام، طیور و آبزیان ۲۱- بیضا.
[2] تهیه شده از شرکت مرک. [3] موارد تهیه شده از شرکت فلوکا.
[a] ویتامین A ۲۰۰۰ IU/kg، ویتامین D: ۸۰۰ IU/kg، ویتامین E: ۸۸ IU/kg، ویتامین K: ۳ mg/kg، ویتامین C: ۲۰۰ mg/kg ، ویتامین B1: ۱۲ mg/kg، ویتامین B2: ۱۴ mg/kg، ویتامین B5: ۷۰ mg/kg، ویتامین B3: ۵۰ mg/kg، ویتامین B6: ۱۲ mg/kg، ویتامین B9: ۳ mg/kg ، ویتامین B12: ۰,۰۱۶ mg/kg، ویتامین H2: ۰,۱۴ mg/kg ، سلنیم: ۱۶۸ mg/kg ، سولفات آهن ۲۰ mg/kg ، سولفات مس ۲ mg/kg ،یدات کلسیم: ۲ mg/kg، اکسید منگنز: ۱۶,۸ mg/kg ، اکسیدروی: ۳۳,۲ mg/kg ، کبالت: ۰,۳۳۶ mg/kg.

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
FMAA	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
LYS	92.02±0.4	20.46±0.07	47.92±0.19	18.91±0.3	0.41±0.09	19.34±0.01	5.84±0.09

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

	آمینو اسید ها													
جیره‌ها	ARG	LYS	THR	HIS	ILE	LEU	MET	PHE	TRP	VAL	CYS	TYR	GLY	SER
FMAA	2.56	3.38	1.9	1.15	2.07	3.37	1.38	1.84	0.45	2.33	0.27	0.87	5	2.04
LYS	2.56	2.04	1.9	1.15	2.07	3.37	1.38	1.84	0.45	2.33	0.27	0.87	5.33	2.21

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 میزان لایزین خالص بکار برده شده یکسان می باشد که در جیره ی (FM) هیچ کمبود ی بر اساس پروفیل پودر ماهی استفاده شده وجود ندارد ولی جیره ی (LYS) یا جیره ی کمبود اسید آمینه ی لایزین به میزان ۴۰ درصد نسبت به جیره ی اول داری کمبود اسید آمینه ی لایزین می باشد. در جدول ۲ نتایج آنالیز شیمایی جیره ها بیان گردیده است که هر دو جیره هم نیتروژن با میزان مساوی پروتئین تقریبا ۴۷ درصد و هم انرژی با انرژی خالص تقریبا ۲۰/۷ 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.

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 ا ستفاده تعیین شده ا ست و در هر دو جیره بجز ا سید آمینه ی کاهش داده شده ی لایزین، تقریبا یکسان می باشد.

در طول این آزمایش همه ی ماهی ها سالم بودند. اگر چه نرخ بقا در تیمار کمبود اسید آمینه ی لایزین به میزان ده درصد به صورت میانگین کاهش یافت اما این تغییر از لحاظ آماری معنی دار نبود. فاکتور های رشد، تغذیه و شاخص های بیومتری مربوط به این آزمایش در جدول شماره ۴ گزارش شده ا ست. هر دو جیره ی آزمایشی به خوبی تو سط ماهی ها پذیرفته گردیدند و همه ی ماهی ها در طول آزمایش به مدت ۴۲ روز به خوبی بصورت فعال به تغذیه پرداختند. در همه ی فاکتور های رشد وتغذیه شامال مصرف غذا، 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 بجز ضـــریب تبدیل غذایی کاهش این فاکتور ها در جیره ی کمبود لایزین (LYS) مشاهده گردید فاکتور FCR که در جیره ی (LYS) افزایش یافته است. در اندیس های بیومتری تنها شاخص چربی احشایی با کاهش در تیمار کمبود لایزین به صورت معنی دار مواجه گردید. سایر فاکتور های بیومتری شامل شاخص وضعیت، شاخص کبدی و شاخص احشایی بدون تفاوت معنی داری در بین دو کنترل مشاهده شدند.

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	
	FMAA	LYS
عملکرد رشد و تغذیه		
IBW (g) [a]	4.64±0.08	4.67±0.04
FBW (g) [b]	12.84±0.53[a]	7.78±0.29[b]
WG (%) [c]	177.03±5.9[a]	66.89±2[b]
SGR	2.39±0.12[a]	1.21±0.07[b]
S (%) [e]	100	90±4.19
FCR[f]	2.00±0.11[b]	4.09±0.07[a]
PER[g]	1.12±0.11[a]	0.55±0.08[b]
FC (g fish)	16.27±0.41[a]	12.52±0.33[b]
N Retention[i]	16.6 ± 0.94[a]	5.86 ± 0.55[b]
اندیس های بیومتری		
شاخص وضعیت	2. 4±0.00	1.98±0.00
شاخص کبدی	2.04±0.02	1.66±0.31
شاخص رشد	9.49±0.43	7.45±0.60
چربی احشایی	1.80±0.16[a]	0.41±0.10[b]

[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 خورده شده

[j] ضریب چاقی = وزن / طول ۳

آنالیز ترکیب شـیمیایی کل بدن ماهیان مورد آزمایش در دو تیمار و همچنین در ماهیان شـروع آزمایش در جدول شـماره ۵ گزارش گردیده اسـت که بر اسـاس نتایج حاصـله افزایش رطوبت، کاهش چربی خام و کاهش انرژی ناخالص در تیمار کمبود اسـید آمینه ی لایزین به صورت معنی دار مشاهده گردید.

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
FMAA	69.65±0.88[b]	16.45±0.33	7.59±0.17[a]	4.72±0.15	6.95±0.03[a]
LYS	75.3±1.32[a]	15.34±0.45	5.17±0.21[b]	4.27±0.08	5.67±0.03[b]

در جدول شماره ی ۶ ترکیب آمینو اسیدی لاشه ی ماهیان در انتهای آزمایش بر اساس گرم بر صد گرم پروتئین هم در تیمار های آزمایشی و هم در ابتدای آزمایش بیان شده است. که بر اساس نتایج بدست آمده در مقایسه بین دو تیمار مورد مطالعه در بین اسید های آمینه ی ضروری میزان اسید آمینه ی متیونین در تیمار کمبود اسید آمینه ی لایزین به صورت معنی داری کاهش یافته است و در بین ا سید های آمینه ی غییر ضروری میزان ا سید آمینه ی آلانین به صورت معنی داری در تیمار کاهش ا سید آمینه ی لایزین افزایش یافته است. در سایر اسید های آمینه و همچنین مجموع اسید های ضروری و غیر ضروری هیچ تفاوت معنی داری مشاهده نگردید.

جدول شش: ترکیب آمینو اسیدی لاشه ی ماهیان در ابتدا و انتهای آزمایش ***(n = 3), g 100 g protein***

اسید های آمینه	اولیه	FMAA	LYS
Arginine	4.95 ± 0.03	6.33 ± 0	6.19 ± 0.06
Histidine	0.93 ± 0.03	0.6 ± 0.01	0.55 ± 0.01
isoleusine	5.97 ± 0.02	6.03 ± 0.08	5.52 ± 0.01
leucine	7.58 ± 0.1	7.59 ± 0.07	7.17 ± 0.03
lysine	2.11 ± 0.04	1.3 ± 0.03	1.32 ± 0.03
Methionine	2.52 ± 0	3.1 ± 0.04[a]	2.62 ± 0.05[b]
Phenylalanine	2.92 ± 0.02	3.18 ± 0.08	2.96 ± 0.05
Threonine	5.89 ± 0.06	6.78 ± 0.01	6.87 ± 0.11
Valine	7.86 ± 0.09	7.21 ± 0.1	6.86 ± 0.01
Aspartic	13.11 ± 0.1	12.54 ± 0.03	12.3 ± 0.01
Glutamic	17.17 ± 0.07	17.79 ± 0.08	17.71 ± 0.22
Serine	6.55 ± 0.04	7.6 ± 0.03	7.49 ± 0.08
Glycine	8.58 ± 0.09	7.63 ± 0.24	9.14 ± 0.09
Taurine	1.5 ± 0.04	1.43 ± 0.03	1.59 ± 0.02
Alanine	6.94 ± 0.02	7.08 ± 0.03[b]	7.73 ± 0.13[a]
Tyrosine	2.25 ± 0.02	2.17 ± 0.02	2.04 ± 0.01
EAA	53.49 ± 0.14	42.09 ± 0.35	40.05 ± 0.01
NEAA	41.16 ± 1.83	56.23 ± 0.37	57.99 ± 0.05
TotalAA	96.81 ± 0.24	98.32 ± 0.01	98.04 ± 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 ا ستفاده در سطوح بالا از این تولیدات گیاهی گردیده ا ست(Ambardekar *et al.*, 2009). به عنوان مثال لایزین یکی از محدود کننده ترین اسید های آمینه ضروری در محصولات گیاهی می با شد 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). لایزین برای ساخت کارنیتین استفاده می‌شود که در انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره از سیتوسول به میتوکندری به جهت اکسید شدن کاربرد دارد. فواید بالقوه افزودن غذایی کارنیتین شامل افزایش رشد و محافظت در برابر سمیت آمونیوم و عوامل زنده خارجی، بهبود تحمل پذیری نسبت به تغییر ناگهانی دما و استرس‌های وابسته و افزایش عملکرد تولیدمثلی می‌باشد (Harpaz, 2005). هرچند که به دلیل تفاوت‌های موجود در شرایط آزمایشگاهی مختلف، اطلاعات به‌دست‌آمده در مورد ارزش تغذیه‌ای و بازگشت اقتصادی بالقوه افزودن غذایی کارنیتین برای گونه‌های مختلف ماهی و حتی در مورد یک گونه به‌صورت ثابت مشخص نشده است. کاراورین محصول کربن‌زدایی لایزین در طول فساد بافت‌های حیوانی می‌باشد. افزودن ترکیب کاراوارین و هیستیدین باعث افزایش مصرف غذا و رشد میگوی آبی می شود (Tapia-Salazar *et al.*, 2004). لایزین اغلب یکی از محدود کننده ترین اسید های آمینه ی ضروری در بسیاری از منابع پروتئینی در دسترس برای تولید ماهی بخصوص منابع پروتئینی گیاهی می باشد (Tantikitti and Chimsung, 2001). نیاز به لایزین برای چندین گونه از ماهیان مورد بررسی قرار گرفته است که بر مبنای آن نیاز به لایزین در این ماهیان از ۳/۲ تا ۸/۸ درصد پروتئین متفاوت است (Forster and Ogata, 1998, Wilson, 1994). در مطالعه ی حاضر میزان لایزن غذایی از ۳/۳ درصد جیره در تیمار اول به میزان ۲ درصد جیره در تیمار کمبود لایزین کاهش داده شد که این میزان با بیان دیگر برابر با ۷/۰۲ درصد پروتئین در جیره ی کنترل و ۴/۲۵ درصد پروتئین در جیره ی کمبود لایزین بود و این میزان با توجه به گوشتخوار بودن ماهی هدف در بالای رنج معرفی شده برای نیاز ماهیان مختلف قرار دارد.. نیاز به اسید آمینه ی لایزین همانند اسید آمینه ی متیونین در ماهیانی که وابستگی بیشتری به پروتئین در جیره دارند بیشتر می باشد. به عبارت دیگر نیاز ماهیان گوشتخوار به اسید آمینه ی لایزین نسبت با ماهیان همه چیز خوار یا گیاه خوار بیشتر می با شد (Zhou *et al.*, 2007). کمبود لایزین باعث کاهش اشتها و عملکرد رشد می شود که این مطلب در مورد کپور بزرگ هندی (Ahmed and Khan, 2004) سی باس ژاپنی (Mai *et al.*, 2006) و ماهی کوبیا (Zhou *et al.*, 2007) بیان شده است. در مطالعه ی حاضر نیز همانند مطالعات ذکر شده کاهش اشتها، کاهش عملکرد رشد و تغذیه در تیمار کمبود اسید آمینه ی لایزین مشاهده گردید.

با بررسی میزان اسید آمینه لایزین کاهش داده شده در جیره‌ی کمبود اسید آمینه ی لایزین و میزان همین اسید آمینه در لاشه‌ی ماهیان مشاهده می شود که تفاوت معنی‌داری در میزان این اسید آمینه در مقایسه با تیمارهای شاهد مشاهده نمی شود که این مطلب می‌تواند مربوط به پروفیل اسیدآمینه‌ای ضروری به شدت محافظت شده پروتئین‌های لاشه‌ی ماهی باشد که تحت تأثیر کیفیت غذا و سن ماهی قرار نمی‌گیرند (Mambrini and Kaushik, 1995, Wilson, 2003).

به طور کلی با بررسی نتایج حاصل از این آزمایش به این نتیجه می رسیم که کاهش میزان اسید آمینه ی لایزین در جیره ی ماهی صبیتی از ۷ درصد میزان پروتئین در جیره ی شاهد به میزان ۴/۲ درصد پروتئین در جیره ی کمبود اسید آمینه ی لایزین به صورت کاملا معنی داری همه ی فاکتور های ر شد و تغذیه ی ماهی تحت تاثیر قرار گرفت که مشخص کننده اهمیت این ا سید آمینه ی ضروری در جیره ی ماهی صبیتی جوان می باشد و همچنین میزان اسید آمینه ی لایزین در لاشه ی نهایی تیمار داری کمبود اسید آمینه ی لایزین نسبت به تیمار کنترل تغییر معنی داری را نشان نمی دهد.

فهرست منابع

Ahmed, I. & Khan, M.A. (2004) Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp, Cirrhinus mrigala (Hamilton). *Aquaculture,* **235,** 499-511.

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,** 179-187.

Andrews, J.W. & 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.

Cheng, Z.J., Hardy, R.W. & Usry, J.L. (2003) Plant protein ingredients with lysine supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) diets, and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion. *Aquaculture,* **218,** 553-565.

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,** 297-306.

Forster, I. & Ogata, H.Y. (1998) Lysine requirement of juvenile Japanese flounder Paralichthys olivaceus and juvenile red sea bream Pagrus major. *Aquaculture,* **161,** 131-142.

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,** 97-108.

Harpaz, S. (2005) L-carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition—a review. *Aquaculture,* **249,** 3-21.

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

Lindroth, P. & 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.

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

Mambrini, M. & 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.

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,** 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,** 422-426.

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

Tapia-Salazar, M., Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Pike, I.H., Smith, T.K., Harris, A., Nygård, E. & Opstvedt, J. (2004) Effect of fishmeal made from stale versus fresh herring and of added crystalline biogenic amines on growth and survival of blue shrimp Litopenaeus stylirostris fed practical diets. *Aquaculture,* **242,** 437-453.

Wilson, R. (1994) Amino acid requirements of finfish.

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

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

Zhou, X. (2005) Use of synthetic lysine in fish feeds: a review on research and application. *Feed Ind,* **27,** 1-7.