تغییرات رشد و ترکیب اسیدهای آمینه لارو ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در طول دوره تکامل لاروی

ندا خسروی بختیاروندی[۱]؛ عبدالمحمد عابدیان کناری[۲]*؛ رجب محمد نظری[۳] و چنگیز مخدومی[۴]

aabedian@modares.ac.ir

۱ و ۲ – دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-٤٦٤١٤

۳ و ٤ – مرکز تکثیر و پرورش شهید رجایی، ساری

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۱

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تغییرات رشد و پروفیل اسید آمینه لارو ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* در طول دوره تکامل لاروی ماهی صورت گرفت. برای این منظور از لاروهای حاصل از تکثیر مولدین ماهی سفید در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان شهید رجائی ساری نمونه‌برداری دوره‌ای شد. نمونه‌برداری در روزهای ۷ ، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۵۰ پس از تخم‌گشایی انجام گرفت. نتایج رشد نشان داد که میانگین (± انحراف استاندارد) طول ماهی سفید در روز اول و آخر پس از تخم‌گشایی بترتیب ۰/۰۲±۸/۴۷ و ۰/۴۱±۳۵/۳۴ میلیمتر و میانگین وزن (± انحراف استاندارد) آن بترتیب ۰/۰۱±۴/۰۲ میلی‌گرم و ۱/۱۱±۴۸۳/۳۳ میلی‌گرم بود. بررسی تغییرات ترکیب اسیدهای آمینه ماهی سفید در مراحل مختلف رشد و تکامل لاروی، از روز ۷ تا روز ۵۰ پس از تخم‌گشایی، نشان داد که ترکیب اسید آمینه‌های لارو ماهی سفید تغییرات معنی‌داری را از خود نشان می‌دهد. مقایسه ترکیب اسید آمینه‌ی لارو ماهی سفید و روتیفر همبستگی قوی و معنی‌داری را نشان می‌دهد، اما در مقایسه با روتیفر، ضریب همبستگی غذای خشک بالاتر بود. این نتایج نشان دادند که ظاهراً هیچ عدم تعادل عمده و مهمی در پروفیل اسید آمینه‌های ضروری جیره‌ی غذایی لارو ماهی وجود نداشت با این وجود ضریب همبستگی پایین‌تر روتیفر نسبت به غذای خشک نشان داد که روتیفر از نظر اسید آمینه‌های ضروری دارای توازن و تعادل کمتری بود. در طول این مطالعه اسید آمینه‌های متیونین، لیزین، آرژنین، ترئونین و هیستیدین بعنوان اسیدهای آمینه محدود کننده ظاهر شدند و بیشترین تفاوت بین ترکیب اسید آمینه‌ی لارو و غذای مصرفی را از خود نشان دادند.

لغات کلیدی: آبزی‌پروری، تغذیه، جیره غذایی، ماهی سفید

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

مقدمه

کاهش شدید ذخایر ماهی سفید در این سالها موجب گردید تا سازمان شیلات ایران تکثیر مصنوعی و احیای ذخایر این ماهی را در برنامه کاری خود قرار دهد بطوریکه امروزه سالانه چندین میلیون بچه ماهی یک گرمی به دریا رهاسازی می‌شود. با توجه به تولید فراوان لارو ماهی سفید و رهاسازی بچه ماهیان به دریای خزر و آغاز پرورش آزمایشی آن، لازم است به منظور تولید بچه ماهیان مقاوم و با کیفیت بهتر همه ابعاد فیزیولوژیک پرورش بخصوص تغذیه لارو ماهی مطالعه گردد. لارو ماهی‌ها در ابتدای زندگی معمولاً بدلیل رشد بالا و تأمین انرژی (تجزیه گسترده‌ی اسید آمینه‌ها) نیاز بالایی به پروتئین (اسید آمینه) در جیره غذایی خود دارند. قبل از شروع تغذیه خارجی نیازهای اسید آمینه‌ای لارو از طریق تجزیه پروتئین زرده و جذب اسید آمینه‌های آزاد Free Amino Acid (FAA) صورت می‌گیرد. بعد از جذب کیسه زرده، بقا و رشد لاروی بستگی به میزان اسید آمینه در جیره غذایی دارد (Srivastava *et al*., 2006). در مرحله لاروی نرخ رشد بالا بوده و با میزان پروتئین ماهیچه‌ها مرتبط است، بنابراین رشد بهینه در لارو در ارتباط با کمیت و کیفیت پروتئین در جیره‌ی غذایی آن است (Saavedra *et al*., 2006). بهبود ضریب تبدیل غذا و رشد با اصلاح و دستکاری اسید آمینه‌های جیره‌ی غذایی امکان پذیر است (Conceição *et al*., 2003). عدم تعادل در جیره‌ی غذایی باعث افزایش اکسیداسیون اسید آمینه و منجر به کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌گردد (Fauconneau,1992). بنابراین اولین قدم برای آگاهی از کمبودهای احتمالی اسیدهای آمینه غذای مصرفی لارو آگاهی از پروفیل اسیدهای آمینه ضروری است (IAA) Amino Acid Indispensable (Aragão *et al*., 2004b). پروفیل اسیدهای آمینه ضروری (IAA) لاشه‌ی لارو بعنوان شاخصی برای تخمین و تعیین احتیاجات اسید آمینه‌ی غذای لارو ماهی بکار می‌رود (Watanabe, 1994). با توجه به اینکه نیازهای اسید آمینه‌ی لارو ماهی طی مرحله‌ی انتوژنی و تکامل لاروی ممکن است تغییر کند (Aragão *et al*., 2004a). بنابراین ترکیب اسید آمینه جیره غذایی باید متناسب با نیازهای فیزیولوژی این گونه در مراحل مختلف لاروی باشد. به همین جهت آگاهی از روند تغییرات اسید آمینه در طول مراحل ابتدایی زندگی لارو در تخمین نیازهای تغذیه‌ای لارو ماهی بخصوص هنگام تغذیه خارجی و در نتیجه افزایش رشد و بهبود کیفیت لاروها می‌تواند مؤثر باشد (Fraser *et al*., 1987).

از آنجا که تغذیه لارو ماهی سفید دریای خزر در مراحل اولیه زندگی به غذای زنده (روتیفر) وابسته است و با توجه به نوسان هزینه‌های تولید غذای زنده و فقدان یک جیره خشک متناسب با نیازهای بچه ماهی سفید لازم است احتیاجات غذایی (بویژه میزان اسید آمینه) این گونه تعیین گردد. با توجه به اینکه اطلاعات کمی در مورد نیازهای اسید آمینه‌ای لارو ماهی و تغییراتی که طی توسعه لاروی رخ می‌دهد وجود دارد، هدف از این مطالعه ارزیابی نیازهای غذایی این گونه در دوره حساس انتوژنی می‌باشد.

مواد و روش کار

به منظور بررسی ترکیب اسیدهای آمینه لارو ماهی سفید، نمونه‌برداری از لاروها از اواخر فروردین تا اوایل خرداد ۱۳۸۹ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید رجایی ساری صورت گرفت. بدین صورت که تخم‌های استحصال یافته از تکثیر مولدین ماهی سفید در چهار رودخانه شیرود، تنکابن، تجن و گهرباران بعد از لقاح به انکوباتورهای شیشه‌ای ویس مستقر در این کارگاه انتقال یافتند و تا زمان تخم‌گشایی در این انکوباتورها با میزان دمای آب ۱۹-۱۸ درجه سانتیگراد، میزان اکسیژن ۵/۱ میلی‌گرم در لیتر و pH= ۷/۹ نگهداری شدند.

لاروها در روز سوم پس از تخم‌گشایی (جذب ۲/۳ کیسه زرده) به استخرهای پرورشی به مساحت ۸۰۰ مترمربع منتقل شدند و تغذیه با غذای زنده (زی شناوران جانوری مثل روتیفر) ۳ تا ۴ روز پس از رهاسازی لاروها (تا روز ۷ بعد از تخم‌گشایی) صورت گرفت. از روز ۸ پس از تخم‌گشایی تا روز۵۰ پس از تخم‌گشایی، تغذیه با غذای خشک با میزان پروتئین ۴۰ درصد (SFK شرکت دام، طیور و آبزیان مازندران) انجام شد. غذادهی بصورت روزانه در سه نوبت صبح، ظهر و عصر و در حد سیری برای لاروها بصورت پودری انجام شد. در طول دوره‌ی پرورش لاروها در استخر دمای آب ۲۶-۲۴درجه سانتیگراد، pH حدود ۸ و میزان اکسیژن ۷-۵/۵ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری گردید.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

برای بررسی ترکیب اسید آمینه بدن لارو ماهی سفید، نمونه‌برداری از لاروها بصورت کاملاً تصادفی در صبح روزهای ۱ (زمان تخم‌گشایی لاروها)، ۳ (زمان جذب کیسه زرده)، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و۵۰ انجام شد. در هر مرحله از نمونه‌برداری حدود ۲ گرم لارو جمع‌آوری شد و با استفاده از دستمال کاغذی قطرات آب اضافی آنها جذب شد. سپس نمونه‌ها در ازت مایع، در دمای ۱۹۶- درجه سانتیگراد نگهداری شدند و به یخچال ۸۰- درجه سانتیگراد آزمایشگاه تغذیه دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس در شهرستان نور انتقال داده شدند. به منظور اندازه‌گیری طول و وزن در روزهای نمونه‌برداری تعداد ۳۰ عدد لارو صید شد. وزن لاروها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ و طول لاروها با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر سنجش شد.

تعیین ترکیب اسیدهای آمینه عضله شامل ۲ مرحله هضم و اشتقاق است (Lindroth & Mopper , 1979). ۰/۱ گرم نمونه بافتی خشک که قبلاً در دستگاه فریز درایر (Freez drier) مدل Operon-Model:OPRFDU 7012، ساخت کشور کره خشک شده بود را در لوله‌های هضم ریخته و به میزان ۷/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ نرمال به آن اضافه شد. لوله‌ها را در زیر گاز نیتروژن قرار داده تا گاز نیتروژن به آن وارد شده و هوای موجود در آن خارج شود سپس در آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس حجم اسید موجود در هر لوله را که زرد رنگ بود تا حجم ۲۵ میلی‌لیتر با آب خالص رقیق کرده، پس از آن توسط فیلترهای سر سرنگی ۰/۴۵ میکرونی فیلتر شدند. در نهایت ۱۰ میکرولیتر محلول فیلتر شده درون لوله‌های کوچک شیشه‌ای مخصوص ریخته و تحت شرایط خلاء قرار داده شدند تا خشک شوند.

در مرحله اشتقاق ۱۰ میکرولیتر بافر استات به لوله هضم حاوی اسید آمینه خشک شده اضافه و بعد از مخلوط کردن مجدداً ۴۹۰ میکرولیتر بافر استات به مخلوط اضافه و به مدت ۵ دقیقه انکوبه گردید. سپس بافر بورات و ۱۰۰ میکرولیتر محلول OPA (o-phthaldialdehyde) اضافه شد و به مدت ۲ دقیقه انکوبه گردید. بعد از این مرحله ۵۰ میکرولیتر محلول اسید کلریدریک ۰/۷۵ مولار به ترکیب اضافه تا واکنش متوقف شود. در انتها ۲۰ میکرولیتر از ترکیب نهایی توسط سرنگ مخصوص به دستگاه HPLC Berlin D-14163، ساخت آلمان با مشخصات (طول ستون:۲۵۰×۴ میلی‌متر، دمای ستون: ۳۰ درجه سانتیگراد، نوع ستون: C18 و آشکارساز: excitation 330nm, emission 450nm) تزریق شد.

برای تعیین تفاوت نسبی بین ترکیب اسیدهای آمینه ضروری لارو ماهی سفید دریای خزر *Rutilus frisii kutum* و غذای مصرفی لارو برای مشخص نمودن اسید آمینه محدود کننده، از رابطه زیر استفاده شد (Conceição *et al*., 2003):

اسید آمینه محدود کننده = (IAA diet – IAA larvae) × ۱۰۰ × $(IAA\ larvae)^{-1}$

IAA diet: نسبت اسید آمینه ضروری موجود در غذا به مجموع اسیدهای آمینه ضروری در غذا

IAA larvae: نسبت اسید آمینه ضروری موجود در لاشه لارو به مجموع اسیدهای آمینه ضروری در لاشه لارو

اسید آمینه‌ای محدود کننده است که بیشترین تفاوت بین ترکیب اسید آمینه‌ی لارو و غذای مصرفی لارو را داشته باشد. تمامی داده‌ها بصورت میانگین (گزارش شد. از آنالیز واریانس یکطرفه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون آماری دانکن در سطح اعتماد ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

نتایج مربوط به رشد در نمودار ۳-۱ نشان داده شده است. با افزایش سن، از روز ۱ بعد از تخم‌گشایی تا روز ۵۰ بعد از تخم‌گشایی، رشد لارو ماهی سفید برحسب طول کل و وزن تر لارو یک روند صعودی را نشان داد. معادلات مربوط به طول کل و وزن تر لارو ماهی سفید بترتیب (R^2=0.96 y=2.799x+6.057) و (R^2=0.96, y=49.08x-106.9) بدست آمد. میانگین طول ماهی سفید در روز اول و آخر پس از تخم‌گشایی بترتیب ۸/۴۷±۰/۰۲ و ۳۵/۳۴±۰/۴۱ میلیمتر و میانگین وزن آن بترتیب ۴/۰۲±۰/۰۱ و ۴۸۳/۳۳±۱/۱۱ میلی‌گرم بود.

پروفیل اسید آمینه جیره غذایی و بدن لارو ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) بترتیب در جدول ۱ و جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین ۹ اسید آمینه ضروری (IAA) و ۶ اسید آمینه غیر ضروری (DAA) Amino Acid Dispensable طی مراحل مختلف رشد و تکامل لاروی ماهی سفید، از زمان تخم‌گشایی (روز ۱) تا روز ۵۰ پس از تخم‌گشایی در جدول ۳ گزارش شده است. در لارو ماهی سفید، از زمان تخم‌گشایی تا جذب ۲/۳ کیسه زرده (روز ۱ پس از تخم‌گشایی تا روز ۳ پس از

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

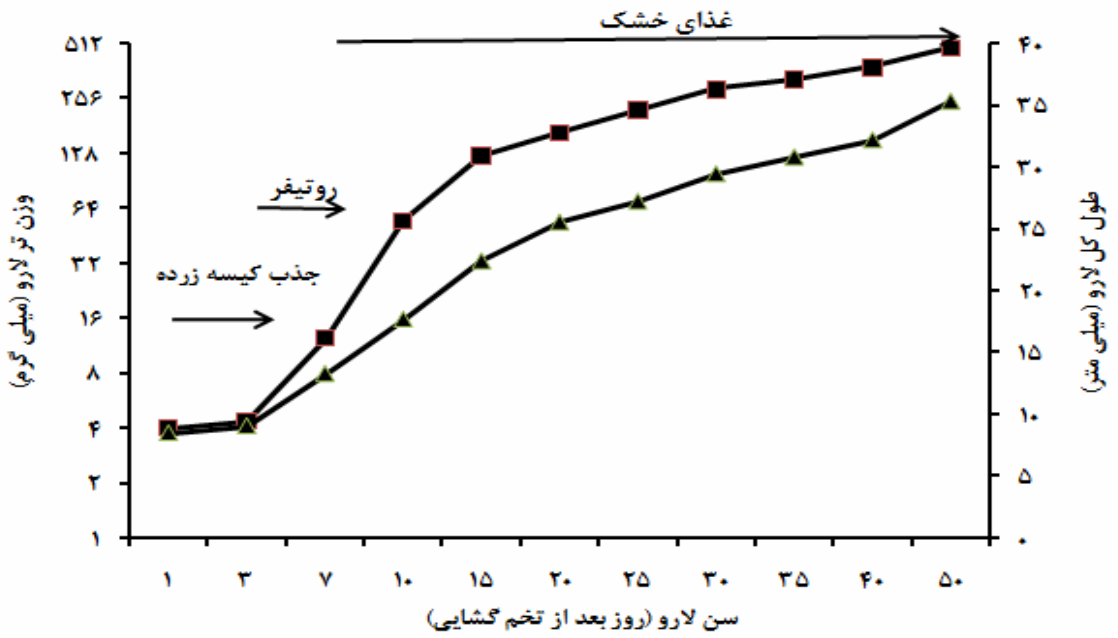
تخم‌گشایی) تمام اسیدهای آمینه کاهش یافتند، به استثنای دو اسید آمینه ضروری آرژنین و لیزین و سه اسید آمینه غیرضروری گلایسین، اسید اسپارتیک و اسید گلوتامیک که افزایش یافتند. طبق جدول ۲ Total Essential Amino Acid (TEAA) مجموع اسید آمینه‌های ضروری در طول آزمایش هم‌زمان با رشد لارو ماهی سفید تغییر کرد ($P<0.05$) و با توسعه‌ی لاروی روند کاهشی از خود نشان داد. بعد از جذب کیسه زرده، از روز ۷ تا ۵۰ بعد از تخم‌گشایی تمام اسید آمینه‌های ضروری (به استثنای آرژنین و والین) افزایش یافتند ($P<0.05$). کاهش در ایزولوسین، فنیل آلانین و متیونین طی توسعه لاروی معنی‌دار نبود ($P>0.05$). در میان اسید آمینه‌های ضروری لوسین، والین، ایزولوسین و آرژنین بالاترین میزان و متیونین و هیستیدین کمترین میزان را در طول رشد لارو ماهی سفید بخود اختصاص دادند. مجموع اسید آمینه‌های غیرضروری Total Non Essential Amino Acid (TNEAA) در طول رشد و توسعه‌ی لاروی تغییر یافت ($P<0.05$) و تا پایان آزمایش روند صعودی از خود نشان داد. تمام اسیدهای آمینه غیرضروری (به استثنای اسید گلوتامیک) افزایش یافتند ($P<0.05$). در میان اسید آمینه‌های غیرضروری گلوتامیک و اسید اسپارتیک و آلانین دارای بالاترین مقدار و اسیدهای آمینه تیروزین کمترین مقدار بود.

مقایسه‌ی بین پروفیل اسید آمینه لاروی و اسید آمینه جیره غذایی در جدول ۳ و در نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. در روز ۷ پس از تخم‌گشایی، بیشترین تفاوت بین ترکیب اسید آمینه‌ی لارو و غذای مصرفی لارو، در اسید آمینه متیونین دیده شد و از اینرو بعنوان اسید آمینه محدود کننده شناخته گردید. البته در این روز در لاروهای تغذیه شده با روتیفر در اسید آمینه‌های فنیل آلانین، هیستیدین، ایزولوسین، والین و آرژنین هم تفاوت‌هایی دیده شد، اما این تفاوت‌ها نسبت به متیونین کمتر بود.

زمانیکه لارو ماهی سفید شروع به تغذیه از غذای خشک کرد (بعد از روز ۷) در روز ۱۰ و ۱۵ لیزین بعنوان اسید آمینه محدود کننده محسوب شد، هر چند که اسید آمینه‌های هیستیدین، ترئونین و آرژنین در این روزها دارای کمبود بودند. در روزهای ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۵۰ اسید آمینه‌های آرژنین، ترئونین، آرژنین، لیزین، آرژنین و هیستیدین بترتیب بیشترین تفاوت بین ترکیب اسید آمینه‌ی لارو و غذای مصرفی را داشتند و بعنوان اسید آمینه‌های محدود کننده شناخته شدند. با این وجود در روز ۱۰ و ۱۵ بعد از تخم‌گشایی کمبودهایی در اسید آمینه‌های هیستیدین، ترئونین و آرژنین دیده می‌شد. در روز ۲۰ بعد از تخم‌گشایی اسید آمینه‌های ترئونین و ایزولوسین دارای کمبود بودند. همچنین کمبودهایی از نظر اسید آمینه‌های آرژنین در روز ۲۵، لیزین، هیستیدین و ایزولوسین در روز ۳۰، آرژنین، ترئونین و هیستیدین در روز ۳۵، هیستیدین، ترئونین، لیزین و لوسین در روز ۴۰ و ترئونین، آرژنین و لیزین در ۵۰ روز بعد از تخم‌گشایی دیده می‌شد.

طبق جدول ۴ و نمودارهای ۱ و ۲ مقایسه ترکیب اسید آمینه‌ی لارو ماهی سفید و روتیفر ضریب همبستگی بالایی را نشان می‌دهد (r^2= ۰/۸۹)، اما در مقایسه با روتیفر، ضریب همبستگی غذای خشک بالاتر بود (r^2=۰/۹۵-۰/۹۸).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]



نمودار ۱ : منحنی وزن (■) و طول (▲) لارو ماهی سفید، تغذیه شده با روتیفر و غذای خشک طی مراحل مختلف رشد و تکامل لاروی

جدول ۱: ترکیب اسیدهای آمینه غذای مصرفی لارو، شامل روتیفر و غذای خشک

اسید آمینه		روتیفر	غذای خشک
آرژنین	(Arg)	۷/۳۷±۰/۰۲	٦/۱۸±۰/۰۲
هیستیدین	(His)	۰/۷۷±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۲
ایزولوسین	(Ile)	٦/۲٤±۰/۰۳	۵/۸۵±۰/۰۱
لوسین	(Leu)	۸/۱۳±۰/۰٤	۸/۳٦±۰/۰۳
لیزین	(Lys)	۱/۹۹±۰/۰۱	۱/۹۷±۰/۰۲
فنیل آلانین	(Phe)	۳/۳۸±۰/۰۱	۳/۸۵±۰/۰٤
ترئونین	(Thr)	۵/۰۸±۰/۰٦	٤/۹۵±۰/۰۲
والین	(Val)	۸/۱۵±۰/۰۳	۷/۵٦±۰/۰۳
متیونین	(Met)	۰/۲٦±۰/۰۲	۱/۱٦±۰/۰۲
اسید گلوتامیک	(Glu)	۱۵/۵۰±۰/۰۳	۲۰/۷۸±۰/۲۵
سرین	(Ser)	۸/۸۹±۰/۰۱	۸/۲۱±۰/۰۲
اسید آسپارتیک	(Asp)	۱۰/۹۸±۰/۰۱	۹/۸٦±۰/۰٤
گلایسین	(Gly)	٦/۰۵±۰/۰٦	۸/۰۷±۰/۰٤
آلانین	(Ala)	۸/۲۰±۰/۰۳	۷/۳۸±۰/۰۱
تیروزین	(Tyr)	۵/۰۹±۰/۰۵	۲/٦٦±۰/۰۳

داده‌ها بصورت میانگین (± انحراف استاندارد) با ۳ تکرار گزارش شده است (مجموع غذای زنده اسید آمینه ضروری= ٤۱/۳۷ و مجموع اسید آمینه ضروری غذای خشک =٤۰/۸۵)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

جدول ۲: ترکیب اسیدهای آمینه لارو ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) طی مراحل مختلف رشد و تکامل لاروی پس از تخم‌گشایی

اسیدآمینه	روز – ۱	روز – ۳	روز – ۷	روز – ۱۰	روز – ۱۵	روز – ۲۰	روز – ۲۵	روز – ۳۰	روز – ۳۵	روز – ۴۰	روز – ۵۰
آرژنین	۷/۱۲±۰/۰۲	۷/۹۶±۰/۰۱	۸/۵۷±۰/۰۱	۷/۴۲±۰/۰۲	۷/۱۴±۰/۰۲	۷/۹۲±۰/۱۴	۷/۷۰±۰/۰۲	۸/۰۰±۰/۰۲	۷/۰۳±۰/۰۱	۷/۵۲±۰/۰۱	۷/۰۹±۰/۰۲
هیستیدین	۱/۲۷±۰/۰۱	۱/۱۱±۰/۰۱	۱/۱۴±۰/۰۱	۱/۲۱±۰/۰۳	۱/۲۷±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۳	۱/۰۴±۰/۰۳	۱/۱۳±۰/۰۱	۱/۰۲±۰/۰۲	۱/۰۸±۰/۰۱	۱/۱۷±۰/۰۱
ایزولوسین	۷/۸۸±۰/۰۱	۶/۷۰±۰/۰۱	۷/۸۲±۰/۰۲	۶/۱۸±۰/۰۲	۶/۵۰±۰/۰۱	۶/۳۰±۰/۰۱	۶/۳۴±۰/۰۲	/۴۴±۰/۰۱۶	۵/۹۱±۰/۰۱	۶/۰۵±۰/۰۸	۶/۱۸±۰/۱۹
لوسین	۱۰/۸۰±۰/۰۱	۹/۳۳±۰/۰۳	۷/۲۴±۰/۰۲	۸/۹۱±۰/۰۱	۹/۲۱±۰/۰۱	۸/۳۱±۰/۰۱	۹/۰۲±۰/۰۲	۸/۷۶±۰/۰۱	۸/۳۷±۰/۰۱	۸/۷۱±۰/۰۱	۸/۸۰±۰/۰۲
لیزین	۱/۷۲±۰/۰۱	۲/۱۷±۰/۰۱	۱/۶۳±۰/۰۲	۲/۹۵±۰/۰۱	۲/۷۷±۰/۰۱	۱/۷۹±۰/۰۱	۱/۸۳±۰/۰۱	۲/۴۶±۰/۰۲	۲/۵۲±۰/۰۱	۲/۰۷±۰/۰۱	۲/۲۲±۰/۰۳
فنیل آلانین	۳/۴۸±۰/۰۱	۳/۴۶±۰/۰۲	۵/۰۲±۰/۰۲	۳/۵۹±۰/۰۲	۳/۶۹±۰/۰۲	۳/۳۱±۰/۰۱	۳/۶۱±۰/۰۱	۳/۴۴±۰/۰۱	۳/۳۲±۰/۰۲	۳/۵۱±۰/۰۱	۳/۶۶±۰/۰۲
ترئونین	۵/۷۰±۰/۰۳	۵/۲۶±۰/۰۲	۴/۱۴±۰/۰۲	۶/۰۵±۰/۰۲	۶/۴۴±۰/۰۳	۵/۸۷±۰/۰۱	۶/۶۷±۰/۰۱	۵/۲۱±۰/۰۱	۵/۵۴±۰/۰۳	۵/۳۲±۰/۰۱	۵/۹۱±۰/۰۱
والین	۹/۳۲±۰/۰۲	۷/۹۵±۰/۰۲	۹/۶۵±۰/۰۱	۷/۶۴±۰/۰۱	۷/۹۵±۰/۰۱	۷/۴۶±۰/۰۲	۷/۵۱±۰/۰۱	۷/۶۲±۰/۰۱	۷/۲۹±۰/۰۴	۷/۳۴±۰/۰۱	۷/۵۰±۰/۰۱
متیونین	۰/۷۹±۰/۰۳	۰/۹۲±۰/۰۱	۱/۴۰±۰.۰۲	۱/۰۵±۰/۰۱	۱/۱۰±۰/۰۱	۰/۸۱±۰/۰۲	۰/۹۳±۰/۰۱	۰/۸۳±۰/۰۱	۰/۷۹±۰/۰۱	۰/۷۴±۰/۰۱	۰/۹۱±۰/۰۱
∑TEAA	۴۸/۰۹±۰/۰۴[a]	۴۴/۸۶±۰/۰۴[e]	۴۶/۶۳±۰/۰۵[b]	۴۵/۰۲±۰/۰۳[d]	۴۶/۰۷±۰/۰۳[c]	۴۲/۷۱±۰/۱۰[i]	۴۴/۶۷±۰/۰۴[f]	۴۳/۹۰±۰/۰۶[g]	۴۱/۸۱±۰/۰۳[k]	۴۲/۳۵±۰/۱[j]	۴۳/۴۸±۰/۱۶[h]
اسید گلوتامیک	۱۳/۸۲±۰/۰۲	۱۴/۴۲±۰/۰۲	۱۴/۸۸±۰/۰۳	۱۳/۶۵±۰/۰۴	۱۳/۸۷±۰/۰۱	۱۴/۱۲±۰/۰۱	۱۳/۳۷±۰/۰۵	۱۴/۰۴±۰/۰۳	۱۶/۰۸±۰/۰۶	۱۵/۳۷±۰/۰۱	۱۳/۸۲±۰/۰۶
سرین	۹/۱۶±۰/۰۱	۶/۴۳±۰/۰۲	۵/۲۵±۰/۰۸	۶/۴۴±۰/۰۱	۹/۶۴±۰/۰۱	۶/۷۳±۰/۰۲	۹/۹۱±۰/۰۳	۶/۳۲±۰/۰۲	۶/۲۲±۰/۰۳	۶/۴۵±۰/۰۲	۱۰/۲۴±۰/۰۲
اسید آسپارتیک	۸/۹۲±۰/۰۲	۹/۶۳±۰/۰۲	۸/۳۲±۰/۰۲	۹/۳۲±۰/۰۲	۸/۹۶±۰/۰۲	۹/۸۹±۰/۰۳	۹/۲۵±۰/۰۳	۹/۴۴±۰/۱۳	۱۱/۰۱±۰/۰۴	۱۰/۴۵±۰/۰۴	۹/۲۱±۰/۰۱
گلایسین	۴/۴۳±۰/۰۱	۶/۱۰±۰/۰۳	۵/۹۴±۰/۰۳	۷/۴۲±۰/۰۲	۷/۵۲±۰/۰۵	۶/۸۳±۰/۰۲	۸/۳۸±۰/۰۱	۸/۲۵±۰/۰۲	۷/۸۲±۰/۰۱	۷/۷۰±۰/۰۱	۸/۱۷±۰/۰۵
آلانین	۱۰/۰۸±۰/۰۲	۷/۸۶±۰/۰۱	۶/۷۱±۰/۰۲	۸/۱۳±۰/۰۳	۸/۴۵±۰/۰۱	۷/۵۰±۰/۰۱	۸/۱۰±۰/۰۷	۷/۸۴±۰/۰۳	۷/۹۴±۰/۰۲	۸/۰۲±۰/۰۷	۸/۷۱±۰/۰۴
تیروزین	۲/۹۷±۰/۰۱	۲/۹۵±۰/۰۱	۲/۸۹±۰/۰۱	۳/۰۹±۰/۰۶	۳/۱۲±۰/۰۲	۲/۷۴±۰/۰۱	۲/۹۴±۰/۰۱	۲/۸۱±۰/۰۱	۲/۸۴±۰/۰۱	۲/۸۸±۰/۰۱	۳/۰۱±۰/۰۱
∑NTEAA	۴۹/۳۹±۰/۰۳[e]	۴۷/۳۹±۰/۰۵[i]	۴۴/۰۱±۰/۰۲[j]	۴۸/۰۶±۰/۰۵[g]	۵۱/۵۶±۰/۰۸[c]	۴۷/۸۱±۰/۰۸[h]	۵۱/۹۶±۰/۰۴[b]	۴۸/۷۲±۰/۰۹[f]	۵۱/۹۲±۰/۰۴[b]	۵۰/۸۹±۰/۰۲[d]	۵۳/۱۶±۰/۱۷[a]

داده‌ها بصورت میانگین (± انحراف استاندارد) با ۳ تکرار گزارش شده است.

TEAA (Total Essential Amino Acid): مجموع اسیدهای آمینه ضروری

TNEAA (Total Non Eential Amino Acid): مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری

جدول ۳: تفاوت نسبی بین ترکیب اسیدهای آمینه ضروری لارو ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و غذای مصرفی لارو در روزهایی پس از تخم‌گشایی

اسید آمینه	روز – ۷	روز – ۱۰	روز – ۱۵	روز – ۲۰	روز – ۲۵	روز – ۳۰	روز – ۳۵	روز – ۴۰	روز – ۵۰
آرژنین	-۳/۳۶	-۸/۲۵	۲/۳۸-	-۱۸/۴۴*	-۱۲/۲۴	-۱۷/۰۱*	-۱۰/۰۵	-۴۱/۸۱*	-۷/۲۳
هیستیدین	-۲۳/۷۷	-۱۱/۵۶	-۱۳/۸۱	۱۳/۹۴	۲/۱۵	-۷/۷۸	-۲/۴۶	-۷/۰۵	-۱۱/۸۹*
ایزولوسین	-۱۰/۰۷	۴/۳۷	۱/۵۶	-۲/۹۱	۰/۲۸	-۲/۳۱	۱/۳۴	۰/۲۸	۰/۷۷
لوسین	۲۶/۵۴	۳۸/۳	۲/۳۵	۵/۱۹	۱/۳۳	۲/۵۵	۲/۲۴	-۰/۴۸	۱/۱۳
لیزین	۳۷/۸۲	-۲۶/۴۱*	-۱۹/۸۰*	۱۵/۰۳	۱۷/۸۴	-۱۳/۳۲	-۱۹/۹۳*	-۱/۲۲	-۵/۴۹
فنیل آلانین	-۲۴/۰۷	۱۸/۱۹	۱۷/۷۵	۲۱/۷۰	۱۶/۵۸	۲۰/۳۰	۱۸/۶۳	۱۳/۷۶	۱۲
ترئونین	۳۸/۳۳	-۹/۸۲	-۱۳/۳۱	-۱۱/۸۶	-۱۸/۸۸*	۲/۱۰	-۸/۶۰	-۳/۵۸	-۱۰/۸۹
والین	-۴/۷۸	۸/۲۷	۷/۲۴	۵/۹۵	۱۰/۰۵	۶/۶۲	۶/۱۳	۶۲/۶۴	۷/۳۰
متیونین	-۷۹/۳۳*	۲۱/۴۵	۱۸/۹۰	۴۹/۷۳	۳۶/۰۵	۴۹/۷۳	۵۰/۵۳	۶/۷۵	۳۵/۴۰

*اسید آمینه محدود کننده

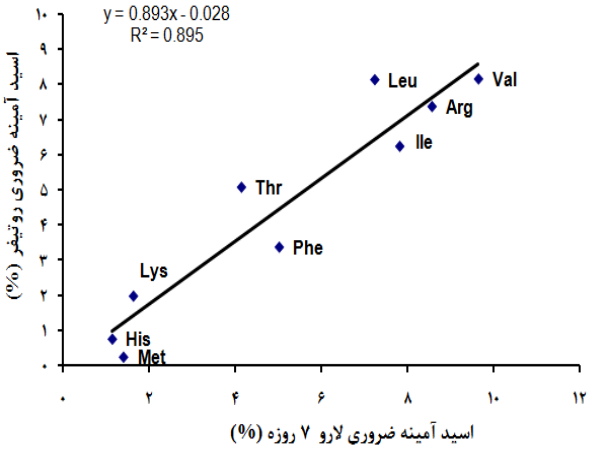
علامت (-) نشاندهنده کمبود اسید آمینه ضروری است

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]

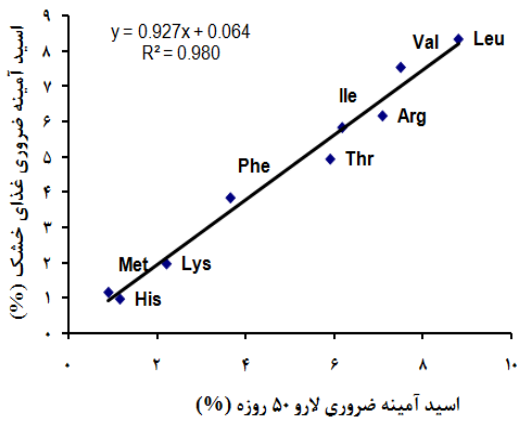
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

جدول ٤: شاخص اسیدهای آمینه ضروری (**Indispensable Amino Acid index**) لارو ماهی سفید (***Rutilus frisii kutum***) و غذای مصرفی لارو

روز بعد از تفریخ	غذای مصرفی لارو	R^2
۷	روتیفر	۰/۸۹
۱۰	غذای خشک	۰/۹٦
۱۵	غذای خشک	۰/۹۷
۲۰	غذای خشک	۰/۹۵
۲۵	غذای خشک	۰/۹۵
۳۰	غذای خشک	۰/۹٦
۳۵	غذای خشک	۰/۹۷
٤۰	غذای خشک	۰/۹۷
۵۰	غذای خشک	۰/۹۸



نمودار ۱: مقایسه و همبستگی بین اسید آمینه‌های ضروری لارو ۷ روزه و روتیفر



نمودار۲: مقایسه و همبستگی بین اسید آمینه‌های ضروری لارو ۵۰ روزه و غذای خشک

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

بحث

هدف از این مطالعه تعیین ترکیب اسیدهای آمینه لارو ماهی سفید در مراحل مختلف رشد و تکامل لاروی و مقایسه آن با ترکیب اسید آمینه غذای مصرفی لارو است و این امر جهت تعیین کاستی‌های اسید آمینه غذای مصرفی لارو ماهی سفید ضروری است. طبق نمودار ۱، رشد برحسب طول و وزن یک روند صعودی را نشان داد و شیب رشد تند بود. میانگین وزن کل و طول کل بعد از شروع تغذیه‌ی فعال بترتیب از ۷ تا ۱۵ روز بعد از تخم‌گشایی و ۳ تا ۱۵ افزایش چشمگیری پیدا کرد. بعبارتی می‌توان گفت که با افزایش سن و با دریافت غذا، طول و وزن لارو افزایش زیادی می‌یابد. مطالعه‌ی متابولیسم اسید آمینه‌ها در طول رشد و توسعه‌ی ماهی درک ما را در خصوص نیازهای لارو ماهی افزایش می‌دهد (Conceicao *et al*., 2003). در مرحله لاروی، میزان رشد بالا بوده و اساساً با میزان پروتئین بافت ماهیچه‌ای مرتبط است (Conceicão *et al*., 1998). از اینرو نیاز به حضور بالای اسید آمینه در غذای مصرفی لاروهای در حال رشد می‌باشد (Rønnestad *et al*., 2003) و بعنوان یک منبع مهمی از انرژی در طول مراحل لاروی محسوب می‌شود (Rønnestad *et al*., 1999). بنابراین تعیین احتیاجات اسید آمینه در مرحله لاروی امری ضروری است. لذا با تنظیم و توازن ترکیب اسید آمینه جیره‌ی غذایی لارو ماهی می‌توان ضریب رشد و ضریب تبدیل غذایی را بالا برد (Conceicao *et al*., 2003) و عدم تنظیم و توازن اسید آمینه در جیره غذایی، قبل از هر چیز مصرف خوراک را بطور سریع و چشمگیری کاهش می‌دهد و در واقع کاهش مصرف خوراک وکاهش بازدهی ضریب تبدیل غذایی، عامل اصلی ایجاد عقب ماندگی رشد می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که عدم توازن عبارت است از: تغییر در الگوی اسیدهای آمینه خوراک که منجر به کاهش مصرف آن و کاهش رشد گردد؛ به نحوی که با مکمل نمودن اولین اسید آمینه محدود کننده به جیره غذایی، این اثرات بطور کامل تخفیف یابد (دانش مسگران و همکاران، ۱۳۷۸). پروفیل اسید آمینه‌های ضروری لاشه‌ی ماهی عموماً بعنوان یک شاخص خوبی از نیازهای اسید آمینه‌ی لارو محسوب می‌شود (Wilson *et al*., 1985). استفاده از پروفیل اسید آمینه لارو می‌تواند اولین روش برای تعیین عدم تعادل جیره‌ی غذایی محسوب گردد و اطلاعات مهمی در مورد کمبود احتمالی اسید آمینه‌های جیره‌ی غذایی به ما دهد (Saavedra *et al*., 2006). بررسی تغییرات ترکیب اسیدهای آمینه لارو ماهی سفید در مراحل مختلف رشد و تکامل لاروی، از زمان تخم‌گشایی تا روز ۵۰ پس از تخم‌گشایی، نشان داد که ترکیب اسید آمینه‌ای لارو ماهی سفید در این دوره دستخوش تغییرات معنی‌داری می‌شود هر چند اگر این تغییرات چشمگیر نبود. تغییرات در پروفیل اسیدهای آمینه در طول رشد ماهی نشان داد که عدم تعادل در اسید آمینه‌های غذای مصرفی (روتیفر و غذای خشک) با توجه به نیازهای لاروی در سنین مختلف در حال تغییر است (Conceição *et al*., 2003). وجود چنین تغییراتی در پروفیل اسید آمینه احتمالاً مربوط به رشد آلومتریک لارو می‌باشد و اندام‌ها و بافت‌ها با نسبت‌های مختلف و در زمان‌های مختلف در طول تکامل لاروی توسعه می‌یابند (Osse & van den Boogaart, 1995). مشابه این نتیجه در گونه‌های دنتکس معمولی *Diplodus sargus* (Tulli & Tibaldi, 1997)، ماهی پهن توربوت *Scophthalmus maximus* (Finn *et al*., 1996)، گربه ماهی آفریقای شمالی *Clarias gariepinus* (Conceição *et al*., 1998)، شانک سرطلایی *Sparus aurata* (Aragão *et al*., 2004a) و کفشک سنگال *Solea senegalensis* (Aragão *et al*., 2004b) مشاهده گردید. بعبارتی دیگر تغییر در ترکیب اسید آمینه لارو ماهی سفید به مفهوم تغییر نیازهای اسید آمینه‌ای لارو است (Aragão *et al*., 2004a). قابل ذکر است که پروفیل اسید آمینه ماهی‌های بزرگتر نسبتاً ثابت باشد (Wilson *et al*., 1994) در حالیکه پروفیل اسید آمینه مرحله‌ی لاروی متغیر است (Conceição *et al*., 1998). در مورد پروفیل اسید آمینه‌های ضروری لارو ماهی سفید بالاترین میزان اسید آمینه در طول دوره انتوژنی بترتیب مربوط به لوسین، والین، ایزولوسین

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

وآرژنین بود و متیونین و هیستیدین بترتیب کمترین میزان اسید آمینه را دارا بودند که بالا بودن آرژنین و لوسین و پایین بودن میزان متیونین در کفشک دم زرد (*Pleuronectes ferruginea*)، قزل‌آلای رنگین کمان (*Salmo gairdnerii* R) و آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Kim & Lall, 2000)، شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) و کفشک سنگال (*Solea senegalensis*) (Aragão *et al.*, 2004a) و دنتکس معمولی (*Diplodus sargus*) (Saavedra *et al.*, 2006)، نیز گزارش شده است در لارو ماهی سفید، از زمان تخم‌گشایی تا زمان جذب ۲/۳ کیسه زرده، میزان اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای آمینه غیرضروری به استثنای دو اسید آمینه ضروری آرژنین و لیزین و سه اسید آمینه غیرضروری گلایسین، اسید اسپارتیک و اسید گلوتامیک کاهش می‌یابد. چنین روند کاهشی در میزان اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری، از زمان تخم‌گشایی تا جذب ۲/۳ کیسه زرده در گونه شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) (Naz, 2009) و لارو دو گونه trout cod (*Maccullochella macquariensis*) و Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) (Gunasekera *et al.*, 1999) نیزگزارش شده است. Srivastava و همکاران (۱۹۹۵) روی گونه‌ی ماهی آزاد اقیانوس اطلس به این نتیجه دست یافتند که کاهش بیشتر پروتئین و استفاده‌ی اسید آمینه‌ها در این دوره می‌تواند بعلت ساخت بافت‌های جدید در بدن و تجزیه‌ی آن‌ها برای تولید انرژی باشد. در اغلب گونه‌های ماهی، محتویات کیسه زرده برای تأمین انرژی و رشد در مرحله تخم و کیسه زرده مصرف می‌شود (Naz, 2008). بطور کلی، عقیده بر این است که چربی موجود در کیسه زرده منبع تأمین انرژی است (Verreth *et al.*, 1995) و پروتئین موجود در کیسه زرده، اسیدهای آمینه لازم برای ساخت بافت ماهیچه‌ای را تأمین می‌کند (Heming & Buddington, 1988). اما طبق تحقیقات انجام شده، در برخی گونه‌ها، در مرحله تخم و مرحله کیسه زرده تا قبل از شروع تغذیه فعال، منبع اصلی انرژی، پروتئین و اسیدهای آمینه موجود در کیسه زرده هستند (Ronnestad *et al.*, 1992 ;Fyhn, 1993). مقایسه تفاوت نسبی بین ترکیب اسیدهای آمینه ضروری لارو ماهی سفید و غذای مصرفی لارو در جدول ۳ نشان داد همه‌ی اسیدهای آمینه در غذای لارو، صرف نظر از نوع غذای مصرف شده یا سن لاروی، دارای تفاوت نسبی بیشتری بوده و در نتیجه غذای مصرفی از نظر داشتن اسیدهای آمینه مذکور دچار کمبود بود، اما در بین ۹ اسید آمینه ضروری در روز ۷ بعد از تخم‌گشایی (تغذیه با روتیفر) متیونین و بعد از روز ۷ تا پایان آزمایش لیزین، آرژنین، ترئونین و هیستیدین از تفاوت بیشتری برخوردار بوده و در نتیجه بعنوان اسیدهای آمینه محدود کننده شناخته شدند. بنابراین به نظر می‌رسد غذای مصرفی لارو از نظر اسیدهای آمینه مذکور دارای توازن نباشد. مشابه لارو ماهی سفید در مراحل مختلف تکامل گونه‌های دنتکس معمولی (*Diplodus sargus*) (Saavedra *et al.*, 2006)، شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) و کفشک سنگال (*Solea senegalensis*) اسید آمینه‌های مختلفی دچار کمبود بوده‌اند (Aragão *et al.*, 2004a). عدم تعادل و توازن بین ترکیب اسید آمینه‌ی لاشه لارو و غذای مصرفی منجر به اتلاف اجتناب ناپذیر اسیدهای آمینه و افزایش ترشح نیتروژن می‌شود. در نتیجه، برای غلبه بر این مشکل ماهیان باید غذای بیشتری مصرف کنند (Aragão *et al.*, 2004a). بنابراین می‌توان از طریق پروفیل اسید آمینه‌های ضروری بدن لارو میزان بیولوژیکی پروتئین غذای لارو را تعیین کرد (Tulli & Tibaldi, 1997). پروفیل اسید آمینه لارو ماهی سفید تغذیه شده با پروفیل اسید آمینه غذای مصرفی خود (روتیفر و غذای خشک) همبستگی بالایی را نشان داد که این نتیجه نشان می‌دهد که ظاهراً هیچ عدم تعادل عمده و مهمی در پروفیل اسید آمینه‌های ضروری جیره‌ی غذایی لارو ماهی وجود نداشت (Tulli & Tibaldi, 1997). با این وجود مقایسه ترکیب اسید آمینه لارو ماهی سفید و روتیفر ضریب همبستگی کمتری را نسبت به غذای خشک از خود نشان داد. این بدان معناست که روتیفر از نظر اسید آمینه‌های ضروری دارای توازن و تعادل کمتری بوده و در نتیجه لارو باید زمان و انرژی بیشتری را برای صید غذای زنده صرف کند تا بتواند کمبود اسید آمینه‌های خود را جبران کند (Aragão *et al.*, 2004a). این مشکل با شروع تغذیه از غذای خشک کمتر

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

می‌شود. زیرا ضریب همبستگی بین ترکیب اسید آمینه‌ی لارو ماهی سفید و غذای خشک بیشتر بوده است و این امر نشان‌دهنده آن است که غذای خشک در مقایسه با روتیفر مشکلات کمتری را در رابطه با کمبود برخی اسیدهای آمینه ضروری دارد. همانطور که قبلاً اشاره شد نامتوازنی اسیدهای آمینه در غذای مصرفی لارو علاوه بر افزایش اکسیداسیون اسیدهای آمینه، منجر به کاهش رشد لارو و کاهش بازدهی ضریب تبدیل غذایی می‌شود. تحقیقات صورت گرفته نشان داده است بهبود بازدهی تغذیه از طریق تنظیم و تعادل اسیدهای آمینه جیره غذایی منجر به افزایش رشد در *Sparus aurata* و *Diplodus sargus* می‌شود (Saavedra *et al*., 2006; Gómez-Requeni *et al*., 2003). یکی از راه‌های جبران کمبود اسیدهای آمینه غذای زنده، غنی‌سازی غذاهای زنده از جمله روتیفر با اسیدهای آمینه است. غنی‌سازی غذای زنده باید به منظور افزایش ذخیره اسیدهای آمینه آزاد (FAA) صورت گیرد. یک راه حل دیگر تغذیه لارو با غذای خشک می‌باشد که از نظر اسیدهای آمینه تعدیل شده باشد (Ortiz-Delgado *et al.*, 2003). طبق تحقیقات Saavedra و همکاران (2006)، حضور اسیدهای آمینه آزاد(FAA) در غذای خشک و تعادل و توازن اسیدهای آمینه ضروری در جیره غذایی می‌تواند موجب افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در لاروها گردد. همچنین وجود اسیدهای آمینه آزاد در غذا سبب افزایش ترشح آنزیم تریپسین و همچنین برخی از اسیدهای آمینه آرژنین و آلانین و گلایسین، سبب تحریک اشتها می‌شوند (Kolkovski *et al*., 1997). تحقیقات نشان داده است که فنیل آلانین و تیروزین پیش‌ساز هورمون تیرویید، ملانین، دوپامین هستند (Bender, 1995). بنابراین تغذیه لاروها در مراحل اولیه رشد و تکامل با جیره غذایی خشک متوازن شده از نظر اسید آمینه‌ها به همراه غذای زنده‌ای که با اسید آمینه‌های آزاد غنی‌سازی شده باشد، می‌تواند سبب افزایش ترشح آنزیم‌های گوارشی و تحریک اشتهای لارو از طریق تحریک حس بویایی و چشایی شود (Cahu & Zambonino Infante, 1995). قابل ذکر است که اضافه کردن اسیدهای آمینه آزاد به غذا باید با دقت زیادی انجام شود، زیرا مقادیر بیش از اندازه اسیدهای آمینه آزاد می‌تواند اثرات سمی به دنبال داشته باشد (Yúfera *et al*., 2002).

بنابراین بررسی پروفیل اسید آمینه لارو ماهی سفید می‌تواند بعنوان راهنمایی برای فرمولاسیون جیره غذایی متوازن از نظر اسید آمینه بکار می‌رود. بنابراین با توجه به اهمیت لارو ماهی سفید و بهبود بازسازی ذخایر این گونه ارزشمند، تنظیم کیفی و کمی اسید آمینه‌های ضروری غذای مصرفی در مرحله‌ی لاروی برای رشد مطلوب لاروها و کاهش مرگ و میر لارو ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری صمیمانه پرسنل مجتمع شهید رجایی و همچنین مسئولین محترم دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

دانش مسگران، م.؛ معینی، م.؛ ترکی، م.؛ یستار، ب.؛ خواجه علی، ف.؛ بوجارپور، م. و طباطبایی، ف.، ۱۳۷۸. اسیدهای آمینه در تغذیه دام. نویسنده: دملو ج.پ.ف.، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۴۴ صفحه.

Aragão C., Conceição L.E.C., Fyhn H.J. and Dinis M.T., 2004a. Estimated amino acid requirements during early ontogeny in fish with different life styles: Gilthead seabream (*Sparus aurata*) and Senegalese sole (*Solea senegalensis*). Aquaculture, 242:589–605.

Aragão C., Conceicão L.E.C., Martins D., Rønnestad I., Gomes E. and Teresa Dinis M., 2004b. A balanced dietary amino acid profile improves amino acid retention in post-

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

larval senegalese sole (*Solea senegalensis*). Aqua-culture, 233:293-304.

Bender D.A., 1995. Amino Acid Metabolism. Wiley, New York, USA.

Cahu C.L. and Zambonino Infante J.L., 1995. Effect of molecular form of dietary nitrogen supply in seabass larvae: Response of pancreatic enzymes and intestinal peptidases. Fish Physiology Biochemistry, 14:209–214.

Conceição L.E.C., Dersjant-Li Y.L. and Verreth J.A.J., 1998. Cost of growth in larval and juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to growth rate, food intake and oxygen consumption. Aquaculture, 161:95–106.

Conceição L.E.C., Grasdalen H. and Rønnestad I., 2003. Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: New tools and recent findings. Aquaculture, 227:221–232.

Fauconneau B., Basseres A. and Kaushik S.J., 1992. Oxidation of phenylalanine and threonine in response to dietary arginine supply in rainbow trout (*Salmo gairdnerii* R.). Comparative Biochemistry Physiology, 101:395–401.

Finn R.N., Fyhn H.J., Henderson R.J. and Evjen M.S., 1996. The sequence of catabolic substrate oxidation and enthalpy balance of developing embryos and yolk-sac larvae of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Comparative Biochemistry and Physiology, 115:133–151.

Fyhn H.J., 1993. Multiple functions of free amino acids during embryogenesis in marine fishes. *In*: (B.T. Walther and H.J. Fyhn Eds.), Physiological and biochemical aspects of fish development. University of Bergen, Bergen, Norway. pp.299-308.

Gómez-Requeni P., Mingarro M., Kirchner S., Calduch-Giner J.A., Médale F., Corraze G., Panserat S., Martin S.A.M., Houlihan D.F., Kaushik S.J. and Pérez-Sánchez J., 2003. Effects of dietary amino acid profile on growth performance, key metabolic enzymes and somatotropic axis responsiveness of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 220:749–767.

Gunasekera R.M., De Silva S.S. and Ingram B.A., 1999. The amino acid profiles in developing eggs and larvae of the freshwater Percichthyid fishes, trout cod, *Maccullochella macquariensis* and Murray cod, *Maccullochella peelii peelii.* Journal of Aquatic Living Resource, 12(4):255-261.

Heming T.A. and Buddinton R.K., 1988. Yolk absorption in embryonic and larval fishes. Fish Physiology, 11: 408-446.

Kim J.D. and Lall S.P., 2000. Amino acid composition of whole body tissue of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), yellowtail flounder (*Pleuronectes ferruginea*) and Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture, 187:367–373.

Kolkovski S., Arieli A. and Tandler A., 1997. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in seabream larvae. Aquaculture International, 5:527–536.

Lindroth P. and Mopper K., 1979. High performance liquid chromatographic determination of

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthaldialdehyde. Analytical Chemistry, 51:1667–74.

Naz M., 2009. Ontogeny of biochemical phases of fertilized eggs and yolk sac larvae of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9:77-83.

Naz M., 2008. Ontogeny of biochemical phases of fertilized eggs yolk sac and larvae of Sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). The Israeli Journal of Aquaculture, Bamidgeh. 60(2):113-120.

Ortiz-Delgado J.B., Darias M.J., Canavate J.P., Yúfera M. and Sarasquete C., 2003. Organogenesis of the digestive tract in the white seabream, *Diplodus sargus*. Histological and Histochemical Approaches. Histology and Histopathology, 18:1141–1154.

Osse J.W.M. and van den Boogaart J.G.M., 1995. Fish larvae, development, allometric growth, and the aquatic environment. ICES Marine Science Symposia, 201:21– 34.

Rønnestad I., Finn R.N., Groot E.P. and Fyhn H.J., 1992. Utilization of free amino acids related to energy metabolism of developing eggs and larvae of lemon sole *Microstomus kitt* reared in the laboratory. Marine Ecology Progress Series, 88:195-205.

Rønnestad I., Thorsen A. and Nigel Finn R., 1999. Fish larval nutrition: A review of recent advances in the roles of amino acids. Aquaculture, 177:201-216.

Rønnestad I., Tonheim S.K., Fyhn H.J., Rojas-García C.R., Kamisaka Y., Koven W., Finn R.N., Terjesen B.F., Barr Y. and Conceiçáo L.E.C., 2003. The supply of amino acids during early feeding stages of marine fish larvae: a review of recent findings. Aqua-culture, 227:147–164.

Saavedra M., Conceição L.E.C., Pousão-Ferreira P. and Dinis M.T., 2006. Amino acid profiles of *Diplodus sargus* (L. 1758) larvae: Implications for feed formulation. Aquaculture, 261:587–593.

Srivastava K., Brown J.A. and Shahidi F., 1995. Changes in the amino acid pool during embryonic development of cultured and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*), Aquaculture, 131:115–124.

Srivastava A., Hamre K., Stoss J., Chakrabarti R. and Tonheim S.K., 2006. Protein content and amino acid composition of the live feed rotifer (*Brachionus plicatilis*): With emphasis on the water soluble fraction. Aquaculture, 254:534–543.

Tulli F. and Tibaldi E., 1997. Changes in amino acids and essential fatty acids during early larval rearing of dentex. Aquaculture International, 5:229– 236.

Verreth J., Polat A., van Herwaarden H., Conceicao L. and Huisman E. 1995. A comparison of

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

methods to study energy resource partitioning in early life stages of freshwater fish, with special reference to the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). ICES Marine Science Symposia, 201:57-63.

Watanabe T. and Kiron V., 1994. Prospects in larval fish diets. Aquaculture, 124:223–251.

Wilson R.P., 1994. Amino acid requirements of finfish. *In*: (J.P.F. D'Mello, Ed.), Amino acids in farm animal nutrition. CAB International, Wallingford, UK, pp.377– 399.

Wilson R.P. and Poe W.E., 1985. Relationship of whole body and egg essential amino acid patterns to amino acid requirement patterns in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Comparative Biochemistry and Physiology B, 80:385– 388.

Yúfera M., Kolkovski S., Fernández-Díaz and Dabrowski, K., 2002. Free amino acid leaching from a protein-walled micro-encapsulated diet for fish larvae. Aquaculture, 214:273–287.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]

Changes in growth and amino acid composition of *Rutilus frisii kutum* during larval development

Khosravi Bakhtiarvandi N.[(1)]; Abedian Kenari A.M.*[(2)]; Nazari R.M.[(3)] and Makhdoomi Ch.[(4)]

aabedian@modares.ac.ir

1,2- Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, P.O.Box 64414-356 Noor, Iran

3,4-Shahid Rajaee Aquaculture Center, P.O.Box: 833 Sari, Iran

Received: March 2011 Accepted: May 2012

Keywords: Aquaculture, Nutrition, Diet

Abstract

The present study investigated changes in growth and amino acid composition Kutum *Rutilus frisii kutum* during larval development. For this purpose, the periodic sampling from larvae obtained from breeders propagation was carried out at the fish aquaculture center of Shahid Rajaee in Sari. The samples were obtained at 1, 3, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 50 days after hatching (DAH). The result of larvae growth showed that mean initial and final length of Kutum (1 DAH, 50 DAH) were 8.47±0.02mm and 35.34±0.41mm, respectively. Initial and final weights were 4.02±0.01mg and 483.33±1.11mg, respectively. The composition of total amino acids of Kutum larvae changed significantly during ontogeny. High correlations were found between rotifers and dry food but correlations dry food was higher than that rotifer. No major imbalance was found in essential amino acids profile of the diet of fish larvae. Nevertheless, low correlation of rotifer to dry food in rotifer AA nutritional balances was less than dry food. During this study, methionine, lysine, arginine, threonine and histidine appeared to be limiting amino acids. These fatty acids showed the significant difference between the amino acid profile in larva and the diet.

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.1.7.9]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110039]