افزایش مقاومت به استرس‌های محیطی pH و دما در لاروهای قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق تغذیه با آرتمیای غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره

• **محمدکاظم میرزاخانی**،مربی گروه شیلات مؤسسه آموزش عالی خزر محمودآباد
• **قباد آذری تاکامی**، استاد گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران
• **عبدالمحمد عابدیان کناری**، استادیار گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس
• **اکبر بنوره**، دانش آموخته رشته شیلات از دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۳

Email: mk-mirzakhani@yahoo.com

چکیده

این تحقیق در آبان ماه سال ۱۳۸۲ در کارگاه تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت شهر چالوس و با هدف افزایش مقاومت لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان به استرس‌های محیطی از طریق تغذیه با آرتمیای غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره، در ۴ گروه مختلف و با ۳ تکرار در هر تیمار به مدت ۲۰ روز انجام پذیرفت. لاروهای تازه به تغذیه افتاده ماهی قزل آلا به صورت تصادفی از حوضچه‌های پرورش انتخاب شدند و با ۴ تیمار غذایی که عبارت بودند از : غذای کنسانتره تجاری، ناپلیوس آرتمیای اینستار I، آرتمیای غنی شده، مخلوط آرتمیای غنی شده و غذای کنسانتره (هر کدام به میزان ۵۰٪) تغذیه شدند. در پایان آزمایش لاروهای تیمار سوم که از آرتمیای غنی شده تغذیه کرده بودند با ۹۸/۹±۱/۹ درصد بازماندگی در شرایط استرس pH پایین و ۶۶/۵ ±۳/۷ درصد بازماندگی در شرایط استرس pH بالاتر از محیط پرورش، مقاوم‌ترین لاروها در برابر استرس حاصل از تغییر pH بودند($p < ۰/۰۵$). همچنین بیشترین میزان مقاومت در برابر استرس حاصل از تغییر دمای محیط در لاروهای تیمار سوم و چهارم با ۷۷/۸ درصد بازماندگی در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد مشاهده شد ($p< ۰/۰۵$).

کلمات کلیدی:غذای لاروی، آرتمیای غنی شده، اسیدهای چرب غیر اشباع، استرس، قزل‌آلای رنگین‌کمان

Pajouhesh & Sazandegi No:69 pp: 47-52

Increasing the resistance to environmental stress (pH and temperature) in larvae of *Oncorhynchus mykiss* by feeding of n-3HUFA enriched Artemia nauplii

By: Mirzakhani, M. K. Mahmood Abad, Khazar University, Mazandaran.
Azari Takami, Qh., University of Tehran, Veterinary Faculty Tehran.
Abedian Kenari, A., Tarbiat Modarres University, Faculty of Natural Resourcec, Fisheries Department.
Banavreh, A., Tarbiat Modarres University.t

This experiment was conducted to increase the resistance to environmental stress in larvae of Rainbow trout by feeding of n-3 HUFA enriched Artemia, uauplii. Larvae were reared until 20 days in 4 treatment: 1= artificial food, 2= newly hatched Artemia, 3= enriched Artemia and 4= 50% enriched Artemia and 50% artificial food.The best result of resistance to pH stress was abserved in larvae that reared on treatment 3 with 98.9 ± 1.9 percent of survival in low pH stress and 66.5 ± 3.7 percent of survival in high pH stress ($p< 0.05$). The best result of resistance to temprature stress was abserved in treatment 3 and 4 with 77.8 percent of survival in high temprature stress($p<0.05$).

Keywords: Larval feeding, Enriched Artemia, HUFA, Stress, Rainbow trout

مقدمه

پـرورش و نگهـداری لارو ماهـی بحرانی ترین و حسـاس ترین مرحلـه در چرخه تولید بسـیاری از گونه‌های ماهیان می‌باشـد . در پرورش لارو ماهیان اصلی ترین مسئله تامین غذای با کیفیت بالاست که به‌راحتی توسط لارو ماهی پذیرفته و هضم شود (۷).

موجودات زنده ریـز ، به‌خصوص زئو پلانکتونها ، به عنوان غذای لاروی برای برخی از گونه‌های ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرند. از بین این موجودات، ناپلیوس آرتمیا به دلیل داشـتن مزایایی همچون دسترسـی به آن در طول سـال ، داشـتن ارزش غذایی بالا و امکان بهبود ارزش غذایی آن از طریق تکنیک‌های غنی سـازی ، نسـبت به سـایر غذاهای زنده مورد استفاده بیشتری دارد.(۹) تا کنون ناپلیوس آرتمیا به طور خیلی گسـترده در پرورش لارو بسـیاری از گونه‌های ماهیان دریایی و آب شـیرین اسـتفاده شده است (۱۵) ، اما به دلیل کمبود اسـیدهای چرب ضروری، به ویژه اسـیدهای چرب غیر اشباع بلنـد زنجیـره (n-۳ HUFA)، این موجود نمی‌توانـد تمام ترکیبات غذایی مورد نیاز برای رشـد اولیه لاروهای ماهیان را تامین کند و به همین دلیل در بیشـتر موارد ابتدا آرتمیا را غنی سـازی نموده و بعد مورد استفاده قرار می‌دهند (۱۱).

آزمایشـات مقاومت در برابر استرس بر اسـاس قرار دادن لاروها در معرض یک وضعیت نا متعادل فیزیکی، شـیمیایی و یا زیسـتی و در یک دوره زمانی کوتاه اسـتوار می‌باشـند (۴). در این مطالعات به وسـیله اندازه‌گیری مقاومت لاروها با بررسی میزان بازماندگی آنها در مقابله با اسـترس ایجاد شده، می‌توان تاثیر مواد غذایی تغذیه شده و در نهایت کیفیت لاروهای تولیدی را با استفاده از یک آزمایش سریع و ساده مشخص نمود.

صنعت تکثیـر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگیـن کمان در ایران بخش مهمی از صنعت آبزی پروری را به خود اختصاص داده اسـت . متاسفانه امروزه در بیشتر کارگاه‌های تکثیر و پرورش این ماهی شاهد تلفات لاروی بالا هستیم که بنا به نظر اکثر کارشناسان، یکی از دلایل اصلی آن مربوط به تغذیه آغازی اسـت . به همین دلیل و با توجه به نیاز ماهیان قزل آلا به اسیدهای چرب غیر اشباع سری (۱۴،۱۳) ، در این تحقیق از آرتمیای غنی شـده با اسـیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیـره به عنوان غذای آغازین لارو قزل آلای رنگین‌کمان اسـتفاده شده است و با غذای کنسانتره تجاری که معمول در کارگاه‌های تکثیر و پرورش قزل آلا می‌باشـد ، از نظر تاثیر بر میزان مقاومت لاروها در برابر شرایط استرس، مورد مقایسه قرار گرفته است.

روش کار

پرورش لاروها

ایـن طرح در آبان مـاه سـال ۱۳۸۲ در کارگاه تکثیر و پـرورش آزاد ماهیان شـهید باهنر واقع در منطقه کلاردشـت شهرستان چالوس به اجرا درآمـد . در این تحقیق برای پرورش لارو ماهی قزل آلا از سـینی هایی به ابعاد ۲۰×۴۲/۵×۴۲/۵ سـانتی متر که جهت انکوباسـیون تخم ماهیان قزل آلا به کار می‌روند اسـتفاده شده است. ابتدا هر یک از سینی ها توسط یک دیواره پلاستیکی به ۲ قسمت مساوی تقسیم شد، سپس دو عدد سینی در داخل یک تراف قرار داده شدند و از هر تراف برای اجرای یک تیمار غذایی با سـه تکرار اسـتفاده گردید. برای هر تراف جریان آبی با دبی ۱۵-۱۰ لیتر در دقیقه برقرار شد. منبع آب مورد استفاده از مخلوط آب چشمه و رودخانه با دمای حدود ۹ درجه سـانتیگراد، اکسـیژن محلول ۸ میلی گرم در لیتر و pH=۷/۸ بـود. دو روز قبل از اجرای تیمارهای غذایی ، لاروهای قزل‌آلای تولید شده در مرکز شـهید باهنر کلاردشت که حدود ۲/۳ کیسه زرده آنها جذب شده بود به تعداد ۳۳۰ قطعه لارو برای هر مخزن (هر یک از قسمت سینی‌ها) شمارش و منتقل شدند. در این حالت تراکم ذخیره سازی لاروها حدود ۳۳ عدد در لیتر بود.

آماده سازی و غنی سازی آرتمیا

سیست آرتمیای مورد استفاده در این تحقیق سیست آرتمیای ارومیه، خریداری شـده از شـرکت چانچوی تهران بود. پوسته زدایی و تخم گشایی و نیز جمع آوری و برداشـت ناپلیوس‌هـا طبق روش Lavens و Sorgeloos انجام گرفت(۸).

محلول غنی سـازی مورد استفاده حاوی روغن کبد ماهی کاد (Cod Liver Oil-Seven Seas)، امولسـی فایـر پلـی سـربات (Polysorbat-Tween ۸۰ , Merck) و آب شـیرین بـود. ابتـدا ۵ میلی لیتر امولسـی فایر به ۵۰ میلی لیتر آب اضافه شـده و بـا هم زن خوب مخلوط گردید. سـپس ۵۰ میلی لیتر روغن به آن اضافه شـد و عمل هم زدن ادامه یافت تـا محلول فوق به صورت همگن درآمد . از این محلول ۰/۳ تا ۰/۵ میلی لیتـر بـه ازای هر لیتر آب بـه انکوباتور ناپلیوس‌هـای آرتمیا جهت غنی سازی افزوده شد. ناپلی‌های آرتمیا در مرحله اینستارIi به مدت ۹ ساعت بـا تراکم ۵۰۰-۳۰۰ هزار ناپلیوس در هر لیتـر آب محیط انکوباتور غنی سـازی شدند(۴). بعد از انجام عمل غنی سازی جهت حفظ ارزش غذایی و کاهش سـوخت و ساز و مصرف اسیدهای چرب آرتمیاهای غنی شده تا زمان اسـتفاده برای لاروهای قزل آلا (در طول روز) در یخچال با دمای ۵ درجه سـانتیگراد و در آب با شـوری ۳۰-۲۵ در هزار همراه با هوادهی

نگهداری شدند(۱۰).

تیمارهای غذایی و تعیین مقدار غذای روزانه

در این تحقیق اثر چهار تیمار غذایی بر روی لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان از نظر تاثیر بر مقاومت در برابر استرس‌های محیطی مورد آزمایش قرار گرفت که عبارت بودند از :

تیمار اول (تیمار شاهد) : غذای کنسانتره تجاری مخصوص لارو قزل آلا تهیه شده از شرکت چینه(تهران)

تیمار دوم: ناپلیوس آرتمیای تازه تخم گشایی شده (اینستار I)

تیمار سوم: آرتمیای غنی شده

تیمار چهارم: مخلوط ۵۰٪ غذای کنسانتره تجاری و ۵۰٪ آرتمیای غنی شده.

مقدار غذای روزانه هر گروه از لاروها با توجه به دمای آب مخازن پرورش و وزن متوسط لاروها ، طبق جداول تغذیه‌ای مربوطه محاسبه و تعیین شده و در ۸ نوبت در اختیار لاروها قرار گرفت(۱۳). در مورد مقدار سیست مود نیاز برای کشت در هر روز ، با توجه به وزن خشک انفرادی هرعدد ناپلیوس آرتمیای ارومیه که حدود ۲/۷ میکروگرم است (۱) و نیز کارایی تخم گشایی سیست آرتمیای استفاده شده در تحقیق ، محاسبات لازم انجام گرفت.

تعیین میزان اسیدهای چرب در غذاها

برای تعیین پروفیل اسیدهای چرب در غذای کنسانتره و همچنین پروفیل اسیدهای چرب ناپلیوس‌های آرتمیای غنی شده و غنی نشده، از دستگاه GC استفاده شد. نمونه‌ها ابتدا در آون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند(۵) و سپس تا زمان استخراج اسید چرب در ظروف دربسته و در فریزر نگهداری شدند.

آزمایش مقاومت در برابر استرس pH

پس از پایان دوره ۲۰ روزه پرورش لاروها، جهت بررسی میزان مقاومت لاروها، آزمایش با استفاده از pH های مختلف شامل ۵/۸ و ۳/۵ =pH به عنوان استرس pH پایین و ۹/۸ =pH به عنوان استرس pH بالا انجام گرفت. برای انجام این آزمایش ابتدا در یک آکواریوم مقداری از آب محیط پرورش لاروها ریخته شد و تعداد ۱۲ سبد کوچک در داخل آن قرار داده شد. برای پایین آوردن pH از HCl ۰/۱ نرمال و برای بالا بردن pH از سود (NaOH) استفاده شد. سپس برای بررسی مقاومت لاروها در pH های ذکر شده از هر یک از تکرارها تعداد ۳۰ قطعه لارو به صورت تصادفی برداشته و در سبدهای کوچک داخل آکواریم منتقل شدند. بازماندگی لاروها در طول دوره زمانی ۶۰ دقیقه‌ای بررسی گردید.

آزمایش مقاومت در برابر استرس دما

جهت بررسی میزان مقاومت لاروها در برابر استرس حاصل از تغییر دمای محیط، آزمایش استرس با استفاده از دماهای ۱۸ و ۲۴ درجه سانتی گراد به عنوان استرس دمای بالاو دمای ۱ درجه سانتی گراد به عنوان استرس دمای پایین انجام شد (۳). از هر تکرار تعداد ۳۰ قطعه لارو بصورت تصادفی برداشته شد و در سبدهای کوچک در داخل آکواریوم با دمای تعیین شده منتقل شدند. بازماندگی لاروها در طول دورهٔ زمانی یک ساعت کنترل شد (تصویر ۱).

تصویر ۱ : لاروهای قزل آلا تحت استرس.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری، از روش آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه ای دانکن (Duncan Multiple Rang Test) و در سطح اعتماد ۵٪ (p = ۰/۰۵) انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام گرفت.

نتایج

پروفیل اسیدهای چرب در غذای کنسانتره و آرتمیا

نتایج بررسی پروفیل اسیدهای چرب ناپلیوس آرتمیای تازه تخم‌گشایی شده ، آرتمیای غنی شده و نگهداری شده در یخچال در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود میزان EPA ومیزان HUF nA-۳ در ناپلیوس آرتمیای تازه تخم‌گشایی شده برابر با ۲/۶ میلی گرم در هر گرم وزن خشک آرتمیا و میزان DHA در حد ناچیز بوده است . پس از غنی سازی آرتمیای ارومیه با روغن کبد ماهی‌کاد ، میزان DHA، EPA و n-۳ HUFA افزایش یافت که به ترتیب ۸/۵ ، ۱/۴ و ۹/۹ میلی گرم در هر گرم وزن خشک آرتمیا تعیین شده است. میزان n-۳ HUFA بعد از نگهداری ناپلی‌های آرتمیای غنی شده دریخچال در مدت زمان ۶ ساعت و ۱۲ساعت کاهش یافت ولی با وجود این مقادیر آنها از ناپلیوس آرتمیای تازه تخم‌گشایی شده بیشتر بود. همانطور که در جدول ملاحظه می‌شود، در غذای کنسانتره تجاری مورد استفادفه n-۳ HUFA وجود نداشته است.

نتایج آزمایش مقاومت لاروهای قزل آلا در برابر استرس pH

برای بررسی اثر استفاده از تیمارهای مختلف غذا در مقاومت لاروهای قزل آلا در برابرشرایط استرس حاصل از تغییر pH محیط،

جدول ۱: میانگین میزان اسیدهای چرب در غذای کنسانتره و آرتمیای ارومیه قبل و بعد از غنی‌سازی و نگهداری شده در دمای پایین (بر حسب میلی گرم در هر گرم وزن خشک آرتمیا)

اسیدهای چرب	غذای کنسانتره	آرتمیای اینستار ۱	آرتمیای غنی شده	آرتمیای غنی شده (۶ ساعت نگهداری شده)	آرتمیای غنی شده (۱۲ساعت نگهداری شده)
۱۴:۰	۱/۸ ± ۰/۱۱	۱/۵ ± ۰/۰۴	۱/۱ ± ۰/۰۵	۱/۱ ± ۰/۱۲	۱/۶ ± ۰/۱۷
۱۶:۰	۲۱/۹ ± ۱/۲	۱۸/۲ ± ۰/۰۸	۱۵/۴ ± ۰/۳۷	۱۶/۸ ± ۰/۵۷	۱۹/۴ ± ۰/۴۲
۱۶:۱: (n-۷)	۳/۶ ± ۰/۸۱	۴/۹ ± ۰/۱۲	۴/۶ ± ۰/۲۵	۴/۶ ± ۰/۶۲	۷ ± ۰/۰۷
۱۸:۰	۳/۷ ± ۰/۳۶	۳/۹ ± ۰/۱۸	۴/۶ ± ۰/۱۴	۴/۶ ± ۰/۴	۴/۵ ± ۰/۰۷
۱۸:۱: (n-۹)	۵/۴ ± ۰/۶۳	۲۰/۴ ± ۱/۳۱	۱۸/۴ ± ۰/۴۲	۲۰/۴ ± ۰/۱۳	۱۸/۶ ± ۰/۱۱
۱۸:۱: (n-۶)	۳۲/۷ ± ۰/۳	۹/۸ ± ۰/۳۲	۱۱ ± ۰/۰۷	۸/۵ ± ۰/۱۴	۱۰ ± ۰/۲۳
۱۸:۱: (n-۳)	۴/۷ ± ۰/۰۶	۲۳/۷ ± ۰/۵۴	۲۶/۸ ± ۰/۳۷	۲۴/۲ ± ۰/۸۳	۲۰/۷ ± ۰/۱۸
۲۰:۵: (n-۳)	-	۲/۶ ± ۰/۱۱	۸/۵ ± ۰/۶۷	۳/۸ ± ۰/۶۴	۳/۵ ± ۰/۵۴
۲۲:۶: (n-۳)	-	Trace*	۱/۴ ± ۰/۱۲	۰/۴۹ ± ۰/۰۳	۰/۴ ± ۰/۰۸
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع(UFA∑)	۶۶/۴ ± ۰/۲۸	۶۱/۴ ± ۲/۱۸	۶۸/۷ ± ۲/۷۵	۶۲ ± ۱/۰۵	۶۰/۲ ± ۰/۵۸
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره (∑n-۳PUFA)	۴/۷ ± ۰/۰۶	۲۶/۳ ± ۰/۴۳	۳۶/۷ ± ۰/۱۸	۲۸/۷ ± ۰/۱	۱/۸ ± ۰/۶۴
مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (∑n-۳HUFA)	-	۲/۶ ± ۰/۱۱	۹/۹ ± ۰/۵۵	۴/۳ ± ۰/۶۷	۳/۹ ± ۰/۴۶

*Trace= در حد ناچیز تعیین شده است.

ابتدا pH = ۵/۸ به عنوان استرس pH پایین (باتوجه به اینکه pH محیط پرورش لاروها ۷/۸ بود) در نظر گرفته شد. بعد از گذشت ۱ ساعت در این شرایط در هیچ یک از تیمارها تلفاتی مشاهده نشد. سپس لاروها در شرایط pH = ۳/۵ قرار گرفتند. ۳۰ قطعه لارو از هر تکرار در این محیط قرار گرفت. نتایج بازماندگی لاروهای تحت استرس در pH= ۳/۵ در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف بین تیمارها محسوس نبوده است ($p > ۰/۰۵$)، ولی لاروهای تیمار سوم که از آرتمیای غنی شده تغذیه کرده بودند با درصد بازماندگی برابر با ۹۸/۹ درصد بالاترین مقاومت را نشان داده‌اند.

جدول۲: درصد بازماندگی لاروهای قزل آلا در برابر استرس pH بالا و پایین

تیمار	pH =۳/۵	pH =۹/۸
اول	۹۲/۲±۶/۹a	۴۰±۱۴/۶a
دوم	۹۴/۴±۱/۹a	۴۶/۷±۳/۴a
سوم	۹۸/۹±۱/۹a	۶۵/۵±۳/۷a
چهارم	۹۷/۹±۱/۹a	۵۸/۹±۱۶/۴a

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند($p < ۰/۰۵$)

به منظور بررسی مقاومت لاروها در شرایط استرس pH بالاتر از محیط پرورش، ۳۰ قطعه لارو از هر تکرار در محیط با pH = ۹/۸ قرار داده شدند .نتایج بازماندگی لاروها در این شرایط نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بوده است ($p < ۰/۰۵$). در pH بالا نیز لاروهایی که از آرتمیای غنی شده تغذیه کرده بودند بیشترین مقاومت را نشان داده‌اند.

نتایج آزمایش مقاومت لاروهای قزل آلا در برابراسترس دما

برای بررسی اثر استفاده از تیمارهای مختلف غذا در مقاومت لاروهای قزل آلا در برابر شرایط استرس حاصل از تغییر دمای محیط ، ابتدا دمای ۱۸ درجه سانتی گراد و ۱ درجه سانتیگراد (با توجه به دمای ۹ درجه‌ای آب سالن پرورش لارو) به ترتیب به عنوان استرس دمایی بالا و پایین در نظر گرفته شده بودند . بعد از گذشت ۱ ساعت در این دو دما در لاروهای

انتخاب شـده از تیمارها هیچ تلفاتی مشاهده نشد. سپس دما به ۲۴ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و ۳۰ قطعه لارو از هر تکرار در این محیط قرار داده شـدند. نتایج میزان بازماندگی لاروهای تحت اسـترس در دمای ۲۴ درجه سـانتی‌گراد در جدول ۳ آورده شـده اسـت. همانطور که ملاحظه می‌شود لاروهای تیمار چهارم و سـوم با ۷۷/۸ درصد بازماندگی بیشترین مقاومت و لاروهای تیمار اول که از غذای کنسـانتره تغذیه کرده بودند با ۳۳/۳ درصد بازماندگی کمترین مقاومت را نشـان داده اند. اختلاف درصد بازماندگی در

جدول۳ : نتایج استرس دمای بالا (۲۴ درجه سانتی‌گراد) در لاروها روز بیست

تیمار	درصد باماندگی
اول(شاهد)	۳۳/۳±۶/۶a
دوم	۶۲/۲±۳/۹b
سوم	۷۷/۸±۶/۹c
چهام	۷۷/۸±۱۱/۷c

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند(p <۰/۰۵)

بین تیمارها معنی‌دار بود(P <۰/۰۵) .

بحث و نتیجه‌گیری

در بافت‌هـای ماهی قـزل آلای رنگیـن کمان ، اسـید های چرب خانـواده لینولنیـک (n-۳) نسـبت بـه خانـواده لینولئیـک (n-۶) از ارزش زیادتـری برخوردارند (۱۲)، همچنین نیاز ماهی قزل آلا و سـایر آزاد ماهیان به اسـیدهای چرب غیر اشـباع با زنجیره بلند سـری n-۳ n-۳ (HUFA) به اثبات رسـیده است (۱۴). با وجود این، لارو ماهیان قزل آلا قادر به تبدیل اسـیدهای چرب خانوادهٔ لینولنیک به اسـیدهای چـرب با زنجیـره بلند مثـل EPA و DHA نمی‌باشـند.(۱۲) بنابراین، افـزودن اسـیدهای چرب غیر اشـباع بـا زنجیره بلنـد بخصوص EPA و DHA بـه جیره غذایـی این ماهیان به‌ویـژه در دوران لاروی ، امری حیاتی و ضروری به نظر می‌رسد.

روش غنی‌سـازی که در این تحقیق مورد اسـتفاده قرار گرفت، به طور قابل ملاحظه باعث افزایش اسیدهای چرب در ناپلیوس آرتمیا شد که نتایج آن مشـابه با تحقیقات دیگری است که در آنها از منابع مختلف چربی برای غنی سـازی آرتمیا استفاده شده است(۴،۲). در تحقیق حاضر ۳ برابر شدن EPA و افزایـش DHA قابـل ذکر اسـت و با نتایج گرایلو در سـال ۱۳۷۹ مشابه است.

نتایـج این تحقیق ثابـت می‌نماید که تغذیه ماهی قـزل آلای رنگین کمـان بـا رژیم غذایی زنده و حـاوی HUFA n-۳ به مقـدار زیاد، موجب افزایش مقاومت لاروها در برابر شـرایط اسـترس‌زای حاصل از تغییر pH و دمای آب محیط پرورش می‌شود. ارتباط بین استفاده از آرتمیای غنی شده با اسـیدهای چرب غیر اشـباع بلند زنجیره در تغذیه لارو ماهیان و افزایش مقاومت به اسـترس‌های محیطی در مورد گونه‌هـای دیگر ماهیان گزارش شـده است (۶،۴)، ولی تاکنون گزارشـی در مورد افزایش مقاومت لاروهای قزل آلای رنگین کمان توسـط آرتمیای حاوی اسیدهای چرب بلند زنجیره ارائه نشده است.

بررسـی مقاومت لاروهای قزل آلا در این تحقیق، نشان می‌دهد که تغذیه آنها با آرتمیای اینسـتار I (غنی نشـده) نسبت به غذای کنسانتره تا حدودی باعث افزایش مقاومت به اسـترس‌های محیطی می‌شود، ولی اسـتفاده از اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند در غذای روزانه که در تیمار سـوم و چهارم دیده می‌شـود، مقاومت لاروها را بسـیار بیشتر افزایش داده اسـت و علت آن هم احتمالاً به دلیل فراهم بودن و دخالت HUFAn-۳ در غشای سلولی لاروهاست که از لحاظ فیزیولوژیکی باعث بهبـود وضعیت آنها می‌شـود. نمی‌توان گفت که کدام یک از اسـیدهای چرب در مقاومت به اسـترس نقش اصلی را داشـته اسـت، زیـرا تقریباً مقادیـر تمامی‌آنها در اثر غنی سـازی افزایش یافته اند. با وجود این، در نتایج سـایر تحقیقات DHA به عنوان عامل افزایش مقاومت به اسـترس اعلام شده است(۴).

نتایج تحقیق حاضر بر این موضوع دلالت دارد که تغذیه مناسب مراحل آغازین لارو ماهی قزل‌آلا در افزایش مقاومت لاروهای این گونه مؤثر است و به علت فراهم نمودن انرژی مورد نیاز، گذر لاروها از شـرایط تغذیه خارجی بهتر صورت می‌گیرد و در نتیجه با افزایش مقاومت لاروها، میزان بازماندگی و در نهایت میزان تولید نیز افزایش می‌یابد. بنابراین برای دستیابی به تولید بالا بهینه سـازی وضعیت تغذیه لاروهای قزل آلا به‌خصوص با اسـتفاده از اسـیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره در جیره غذایی روزانه و انتقال آن به بدن ماهی از طریق غذای زنده، در مراکز تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در کشور توصیه می‌شود.

تشکر و قدر دانی

بدین‌وسـیله از همکاری صمیمانه مدیریـت مرکز تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شـهید باهنر کلاردشـت، آقای مهندس پاشا و سایر پرسنل محترم آن مرکز که در انجام این تحقیق ما را بسـیار مورد لطف قرار دادند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

۱ - طیبی، ل. ۱۳۸۲؛ بررسـی اثرات دما و زمان برداشـت بر قابلیت تخم گشایی و ارزش غذایی آرتمیای ارومیه. پایان نامه کارشناسـی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس،۶۲ ص.

۲ - گرایلو ، ز. ۱۳۷۹ ؛ بررسـی پایداری اسـیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند در طی غنی سـازی آرتمیا با روغن‌های مختلف و دوره‌های گرسـنگی ، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۴۶ ص .

۳ - مشـکینی، س. ۱۳۸۲؛ بررسـی اثرات تغذیه آغازی قـزل آلای رنگین‌کمان با آرتمیای غنی شده از ویتامین C بر رشد، ماندگاری و مقاومت در برابر استرس‌های محیطی، رساله دکتری تخصصی دامپزشـکی گرایش آبزیان، دانشکده دامپزشکی

دانشگاه تهران، ۱۳۹ ص.

4- Ako ,H., Tamaru ,C.S, Bass,P. and Lee,C.S. 1994; Enhancing the reresistance to physical stress in larvae of *Mugil cephalus* by the feeding of enriched Artemia nauplii. Aquaculture , 122: 81-90

5- AOAC (Association of Official Analitic Chemists). 1990 ; Official methods of analysis AOAC , Washington DC, 1963PP.

6-Dhert, Ph., Lavens ,P., Duray,M. and Sorgeloos ,P. 1990 ; Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*) using w3-HUFA – enriched live food . Aquaculture , 90: 63-74 .

7-Kim ,J., Massee, K.G. and Hardy ,W.H. 1996 ; Adult artemia as food for first feeding coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, 144: 217-226.

8-Lavens, P. and Sogeloos, P. 1996; Manual on production and use of live food for aquaculture. FAO, pp: 79-250.

9-Leger ,P., Bengston, D.A., Simpson , K.L. and Sorgeloos, P. 1986; The use and nutritional value of artemia as a food source. Oceanogr. Mar. Biol. , 24:521-623.

10- Leger ,P., Bengston, D.A. and Sorgeloos, P. 1987. The nutritional value of artemia. Artemia research and its application , Vol. 3, Universa press wettern, Belgium, pp:357-370.

11-Lemm,C.A. and Lemarie,D.P. 1991; Surviual and growth of larval sriped bass (*Morone saxatilis*) fed artemia enriched with highly unsaturated fatty acids (HUFA). Aquaculture , 99 : 117-126.

12-Sedwick, S.D. 1990 ; Trout farming handbook. 5th ed. Fishing News Books. pp: 101-113.

13- Tacon, A.G.J. 1990; Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Argent laboratories press, Volume 1, The Essential Nutritions, 117 pp.

14- Takeuchi, T. and Watanabe, T. 1982 ; Effect of variouse polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout, Coho salmon and Chum salmon. Bulletin of the Japanes Society of Scientific Fisheries, Vol. 48, pp: 1745-1752.

15-Tuncer, H. and Harrell, R.M. 1992; Essential fatty acid nutrition of larval striped bass (*Moron saxatilis*) and palmetto bass (*M. saxatilis* x *M. chrysops*) . Aquaculture , l01 : 105-121.