افزایش مقاومت به تنشهاي محيطي pH و دما در لاروهاي قزل‌آلاي رنگين كمان(*Oncorhynchus mykiss*) از طريق تغذيه با مكمل پودر گاماروس

محمد صادق علوي يگانه[1]*، عبدالمحمد عابديان كناري[2]، مسعود رضايی[3]، حميد محمدی آزرم[4]

۱- دانش آموخته كارشناسي ارشد شيلات, دانشكده منابع طبيعی و علوم دريايی, دانشگاه تربيت مدرس، نور
۲- استاديار گروه شيلات, دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي, دانشگاه تربيت مدرس، نور
۳- استاديار گروه شيلات, دانشكده منابع طبيعی و علوم دريايی, دانشگاه تربيت مدرس، نور
۴- دانش آموخته كارشناسي ارشد شيلات, دانشكده منابع طبيعی و علوم دريايی, دانشگاه تربيت مدرس، نور

چكيده

اين تحقيق با هدف افزايش مقاومت لاروهای قزل‌آلای رنگين كمان به تنشهای محيطی از طريق تغذيه با مكمل پودر گاماروس رودخانه ای و دريايی در دو سطح ۱۰٪ و ۲۵٪ در مقايسه با غذای تجاری در ۵ گروه مختلف و با سه تكرار به مدت ۶۰ روز انجام شد. لاروهای تازه به تغذيه افتاده ماهی قزل‌آلا به صورت تصادفی از حوضچه‌های پرورش انتخاب شدند و با ۵ تيمار غذايی شامل غذای كنستانتره تجاری (به عنوان شاهد)، مخلوط ۹۰٪ غذای تجاری و۱۰٪ پودر گاماروس رودخانه‌ای، مخلوط ۷۵٪ غذای تجاری و ۲۵٪ پودر گاماروس رودخانه‌ای، مخلوط ۹۰٪ غذای تجاری و۱۰٪ پودر گاماروس دريايی، مخلوط ۷۵٪ غذای تجاری و۲۵٪ پودر گاماروس دريايی تغذيه شدند. در پايان آزمايش گروههای تغذيه شده با مكمل پودر گاماروس دريايی و آب شيرين در هر دو سطح ۱۰٪ و ۲۵٪، در اغلب موارد دارای بقای بيشتری در برابر تنشهای محيطی نسبت به گروه شاهد بودند. بين تيمارها در شوكهای pH اسيدی (۳/۸) و دمای بالا (۲۴ °C)، لاروهای گروه چهارم كه با ۱۰٪ مكمل پودر گاماروس دريايی تغذيه شده بودند، با بيشترين بقا، اختلاف معناداری را نسبت به تيمار شاهد نشان دادند($p\leq ۰/۰۵$). اما در شوک pH قليايی (۱۱/۸)، با وجود بقای بيشتر در گروه چهارم اين اختلاف معنادار نبود ($p\geq ۰/۰۵$). با توجه به نتايج به دست آمده استفاده از۱۰٪ مكمل پودر گاماروس دريايی برای توليد لاروهای مقاوم و با كيفيت بهتر توصيه می شود.

كليد واژگان: غذای لاروی، پودر گاماروس، استرس، قزل‌آلای رنگين كمان.

۱- مقدمه

تهيه غذا مهمترين فرايند در پرورش آبزيان به شمار می‌آيد و هزينه آن به طور معمول ۳۰-۶۰٪ كل هزينه‌های لازم را برای سيستمهای پرورش ماهی و سخت پوستان تشكيل می‌دهد[۱]. در پرورش لارو ماهيان كه از بحرانی‌ترين و حساسترين مراحل در چرخه توليد بسياری از گونه‌های ماهيان است، اصليترين مسأله تأمين غذا با كيفيت بالاست كه براحتی با لارو ماهی پذيرفته و هضم شود [۲]. از طرفی غذای لاروی گرانترين غذای مورد استفاده در آبزی پروری محسوب می‌شود اما در عوض نسبت به غذاهای دوره پرورش به مقدار كمتری مورد استفاده قرار می‌گيرد[۳]. تكثير و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگين كمان در ايران بخش مهمی از صنعت

* نويسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۸-۶۲۵۳۹۰۷-۰۱۲۲، E-mail: malavi@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

آبزی پروری را به خود اختصاص داده است. متأسفانه امروزه در بیشتر کارگاههای تکثیر و پرورش این ماهی تلفات لاروی بالا مشاهده می‌شود که بنا به نظر برخی کارشناسان، یکی از دلایل اصلی آن به تغذیه آغازین مربوط است. بنابراین استفاده از روشهای مختلف برای کاهش تلفات و تولید لاروهای مقاوم ضروری به نظر می‌رسد.

گاماروسها که در اصطلاح محلی به آنها «رش» نیز گفته می‌شود از نظر سیستماتیک به شاخه بند پایان، رده سخت پوستان، زیر رده سخت پوستان عالی، راسته ناجور پایان و خانواده گاماریده‌ها متعلق می‌باشند[۴]. این گروه از جانوران پراکندگی گسترده‌ای دارند، بیشتر دریازی و بـــرخی از آنها در رودخانه‌ها وآب شیرین به سـر می‌برند. در ایران نیز در تمام سواحل دریای خزر و در بیشتر رودخانه‌هایی که دارای آب زلال و شفاف‌اند، بوفور یافت می شوند. همچنین در برخی از چشمه‌ها و آبگیرها، در زیر سنگها و لابلای پوشش گیاهی و جلبکها می‌توان گاماروسها را مشاهده کرد[۵].

گاماروسها علاوه بر داشتن بیش از ۴۰٪ پروتئین (۵، ۶ و۷)، حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشند[۸].

این جانوران به عنوان مصرف کنندگان دسته اول با رژیم غذایی پوده خواری[1] و لاشه خواری[2]، محتوای کاروتنویید غذای مصرفی خود را که شامل جلبک، مواد پوسیده گیاهی و بی‌مهرگان ریزند، با بازیافت و متابولیزه کردن ذخیره می‌کنند[۹]. بنابراین دارای غلظت بالای کاروتنویید در بدن خود می‌باشند به طوری که شوبرت[3] و بالانک[4][۱۰]، در سال ۱۹۹۳ این غلظت را ۲۰٪ بالاتر از غلظت موجود در دافنی و شیرونومیده گزارش کردند.

کارکردهای کاروتنوییدها به وسیله بسیاری از محققان بررسی شد که شامل کارکرد شبه آنتی اکسیدانی، فعالیتهای پرویتامینی برای ویتامین A، تحریک دستگاه ایمنی، مهار جهشزایی، نقش حیاتی در تولیدمثل و همچنین استفاده در مراحل لاروی یا مراحل تغذیه آغازی‌اند[۱]. کاروتنوییدها فقط به وسیله تعدادی از گیاهان و برخی از میکروارگانیسمها سنتز می‌شوند و حیوانات برای برآورده ساختن نیازهای تغذیه‌ای و متابولیسمی خود بر مصرف آن در جیره تکیه دارند[۱۱].

به طور کلی سخت‌پوستان از جمله گاماروسها از جاندارانی‌اند که می‌توانند زیزانتین و سایر رنگدانه‌های حد واسط مانند کانتازانتین را نیز به آستاگزانتین تبدیل کنند، اما ماهی آزاد و قزل‌آلا فقط از آستاگزانتین می‌توانند استفاده کنند. مزایای استفاده از جیره غنی شده با آستاگزانتین احتمالاً بیشترین نمود را در اولین مراحل رشد و تحت شرایط متراکم خواهد داشت [۱].

آزمایشهای مقاومت در برابر تنش براساس قـراردادن لاروهـــا در معرض یک وضعیت نامتعادل فیزیـکی، شیمیایی یا زیستی استوار است[۱۲]. در این مطالعات با اندازه‌گیری مقاومت لاروها به وسیله میزان بقای آنها در مقابل تنش ایجاد شده، می‌توان تأثیر مواد غذایی تغذیه شده و در نهایت کیفیت لاروهای تولید شده را با استفاده از یک آزمایش ساده و سریع مشخص کرد. در این تحقیق با هدف تولید لارو با کیفیت مطلوب از پودر گاماروس رودخانه‌ای و دریایی به عنوان مکمل غذایی استفاده و تأثیر آن بر میزان مقاومت لاروها در برابر شرایط تنش مورد بررسی شد.

۲- مواد و روش کار

این تحقیق از آذر تا بهمن ماه سال ۱۳۸۳ به مدت سه ماه در کارگاه تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنر واقع در منطقه کلاردشت شهرستان چالوس انجام شد. برای پرورش لارو ماهی قزل‌آلا از سینیهایی به ابعاد ۲۰×۴۲/۵×۴۲/۵cm با کاربرد برای انکوباسیون تخم ماهیان قزل‌آلا، استفاده شد. یعنی هر یک از سینیها به دو قسمت مساوی تقسیم شد و برای سه تکرار از هر تیمار غذایی از دو سینی استفاده گردید. سپس با قرار گرفتن سینیها در ترافها، جریانی حدود ۱۰L/min برای هر

1. Detritivore
2. Scavenger
3. Chubert
4. Balanc

Archive of SID
www.SID.ir

تراف برقرار شد. منبع آب مورد استفاده مخلوط آب چشمه و رودخانه با دمای متوسط ۸/۲۵°C و pH معادل ۷/۸ بود. تعداد ۲۶۰ عدد لارو تازه به تغذیه افتاده که حدود دوسوم کیسه زرده آنها جذب شده بود، شمارش و به هر مخزن (هر یک از قسمتهای سینی) منتقل شدند. در این حالت تراکم ذخیره‌سازی معادل ۲۶ لارو برای هر لیتر بود. گاماروس دریایی از جنوب دریای خزر (سواحل شهرستان نور) جمع آوری و در دمای کمتر از ۵۰°C خشک گردید. گاماروس رودخانه‌ای که از رودخانه هراز (منطقه گزنک) جمع آوری و خشک شده بود از شرکت آبزی گستر آمل خریداری شد. با کوبیدن گاماروسهای تهیه شده در یک هاون چینی، پودر گاماروس دریایی و رودخانه‌ای آماده گردید، پس از الک کردن در دو سطح مختلف به عنوان مکمل غذایی استفاده شد. از غذای SFT 00 و SFT 01 محصول شرکت چینه به عنوان غذای تجاری استفاده شد.

۲-۱- تیمارهای غذایی و تعیین مقدار غذای روزانه

در این تحقیق اثر پنج تیمار غذایی بر لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان از نظر تأثیر بر مقاومت در برابر تنشهای محیطی آزمایش شدند که عبارت بودند از :

تیمار اول (تیمار شاهد) : ۱۰۰٪ غذای کنستانتره تجاری؛

تیمار دوم: مخلوط ۱۰٪ پودر گاماروس رودخانه‌ای و ۹۰٪ غذای کنستانتره تجاری؛

تیمار سوم: مخلوط ۲۵٪ پودر گاماروس رودخانه‌ای و ۷۵٪ غذای کنستانتره تجاری؛

تیمار چهارم: مخلوط ۱۰٪ پودر گاماروس دریایی و ۹۰٪ غذای کنستانتره تجاری؛

تیمار پنجم: مخلوط ۲۵٪ پودر گاماروس دریایی و ۷۵٪ غذای کنستانتره تجاری؛

مقدار غذای روزانه هر گروه از لاروها با توجه به دمای آب مخازن پرورش و وزن متوسط لاروها طبق جدولهای تغذیه‌ای [۲۳]، محاسبه و توزین شد و در ۸ نوبت در اختیار لاروها قرار گرفت.

۲-۲- ارزيابي ارزش غذايي پودر گاماروس دريايي و رودخانه‌اي

به منظور تعیین ارزش غذایی مکملهای پودر گاماروس دریایی و رودخانه‌ای، مقدار پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، رطوبت و انرژی کل اندازه‌گیری شد[۱۳]. پروفیل اسیدهای چرب مکملها و غذای تجاری با دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) سنجش شد. همچنین محتوای کاروتنوئید گاماروسها و غذای تجاری SFT 00 و SFT 01 با حلال استن ۹۰٪ استخراج شده[۱۴]، با دستگاه اسپکتروفتومتری[1] و با ضریب جذب $E1cm^{1\%}$ =۱۹۰۰ در طول موج ۴۷۰nm [۱۵] تعیین گردید.

۲-۳- چگونگي انجام آزمايشهاي تنشها

پس از پایان دوره ۶۰ روزهٔ پرورش برای سنجش میزان مقاومت لاروها در برابر تنشهای محیطی و در نهایت براورد کیفیت لاروهای تولید شده از هر گروه لاروها (تکرار)، ۳۰ عدد لارو برای آزمایش به صورت تصادفی انتخاب شدند. در یک اکواریوم بزرگ مقداری از آب محیط پرورش ریخته و تعداد ۱۵ سبد کوچک در آن قرار داده شد به طوری که سطح آب اندکی پایینتر از لبه بالایی سبد بود. از pHهای ۳/۸ و ۱۱/۸ بترتیب به عنوان تنشهای pH پایین و بالا و از دمای ۲۴ °C برای تنش دمای بالا استفاده شد. برای پایین آوردن pH از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و برای بالا بردن آن از کریستالهای سود(NaOH) استفاده گردید. لاروها پس از برقرار کردن شرایط مورد نظر به داخل سبدهای کوچک داخل اکواریوم منتقل شدند و میزان بقا پس از ۳۰ دقیقه ثبت گردید (تصویر۱).

1. UV/VIS Spectrophotometer Jonway 6305

Archive of SID

www.SID.ir

تصویر۱ چگونگی اجرای شوکهای pH و دما

۲-۴- تجزيه و تحليل آماري

برای تجزیه و تحلیل آماری، از روش آنالیز واریانس یک طرفه[1] استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح اعتماد ۵٪ انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS اجرا گردید.

۳- نتايج

میانگین محتوای پروتئین، چربی، کربوهیدرات، خاکستر، انرژی و کاروتنوئید کل برای پودر گاماروس رودخانه‌ای و پودر گاماروس دریایی در جدول ۱ نشان داده شده است. درصد پروتئین، چربی و به تبع آن میزان انرژی کل در گاماروس دریایی به طور بارزی از گاماروس رودخانه‌ای بیشتر بود اما مقدار خاکستر در گاماروس دریایی کمتر از گاماروس رودخانه‌ای برآورد شد.

نتایج ارزیابی محتوای کاروتنوئید در مکملهای گاماروس رودخانه‌ای و دریایی همچنین غذای تجاری SFT 00 و SFT 01 از نظر مقدارکل کاروتنوئیدهای موجود (جدول ۲)، نشاندهنده برتری محسوس پودر گاماروس دریایی نسبت به پودر گاماروس رودخانه‌ای و غذاهای تجاری بود.

اسیدهای چرب نیز در مکملهای پودرگاماروس رودخانه‌ای و پودرگاماروس دریایی همچنین غذای تجاری SFT 00 و SFT 01 ارزیابی شدند (جدول ۳).

1. One-way ANOVA

Archive
www.SID.ir

جدول۱ نتايج ارزيابی محتوای پروتئين، چربی، خاکستر، رطوبت و انرژی کل در پودر گاماروس دريايی و رودخانه‌ای

گاماروس	رودخانه‌اي	دريايي
درصد پروتئين	۳۹/۵۵	۴۴/۲۹
درصد چربي	۵/۶	۱۶/۹
درصد خاکستر	۴۲/۶۶	۳۳/۶۳
درصد رطوبت	۴/۵۵	۶
انرژي خام **(cal/g)**	۲۷۶۵/۷۷	۳۵۶۱/۱۷

جدول ۲ نتايج ارزيابی محتوای کاروتنوئيد کل در مکملهای پودر گاماروس رودخانه‌ای و دريايی و غذاهای تجاری SFT 00 و SFT 01 (بر حسب µg/g)

پودر گاماروس دريايي	پودر گاماروس رودخانه‌اي	غذاي تجاري **SFT 00**	غذاي تجاري **SFT 01**
۱۶۶/۹	۱۷/۵۴	۸/۷۲۵	۱۳/۲۸

جدول ۳ اسيدهای چرب موجود در پودر گاماروس دريايی و رودخانه‌ای و غذای تجاری SFT 00 و SFT 01 (بر حسب mg/g وزن خشک)

اسيدهای چرب	پودرگاماروس دريايی	پودرگاماروس رودخانه‌ای	غذاي تجاري **SFT 00**	غذاي تجاري **SFT 01**
۱۴ :۰	۱/۶۸۹	۱/۲۳۴	۰/۸۱۸	۱/۱۸۵
۱۶ :۰	۳/۹۷۳	۲/۴۹۱	۳/۵۵۸	۷/۶۵۰
۱۶ :۱ (n –۷)	۱/۹۱۴	۱/۴۶۹	۰/۸۹۹	۱/۵۶۱
۱۸ :۰	۰/۲۷۹	۰/۳۶۴	۱/۰۳۹	۱/۱۰۹
۱۸ :۱ (n –۶)	۱/۳۴۶	۰/۳۳۱	–	–
۱۸ :۱ (n –۹)	۵/۹۷۵	۲/۴۸۴	۱۰/۵۳۶	۱۰/۳۰۴
۱۸ :۳ (n –۳)	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	۰/۱	–
۱۸ :۳ (n –۶)	۰/۴	۰/۱	۱/۳۲۴	۱/۷۲۴
۲۰ :۵ (n –۳)	۷/۳۷۹	۰/۱۲۳	۱/۱۸۰	–
۲۲ :۶ (n –۳)	۳/۳۷۳	۰/۰۱۱	–	–
مجموع اسيدهای چرب غير اشباع (ΣUFA)	۲۰/۴۱۴	۴/۵۴۲	۱۴/۰۳۹	۱۳/۵۸۹
مجموع اسيدهای چرب غير اشباع چند زنجير n –۳ (ΣUFA)	۱۰/۷۹۹	۰/۱۵۸	۱/۲۸	–
مجموع اسيدهای چرب غير اشباع بلند زنجير n –۳ (ΣUFA)	۱۰/۷۵۸	۰/۱۳۴	۱/۱۸۰	–

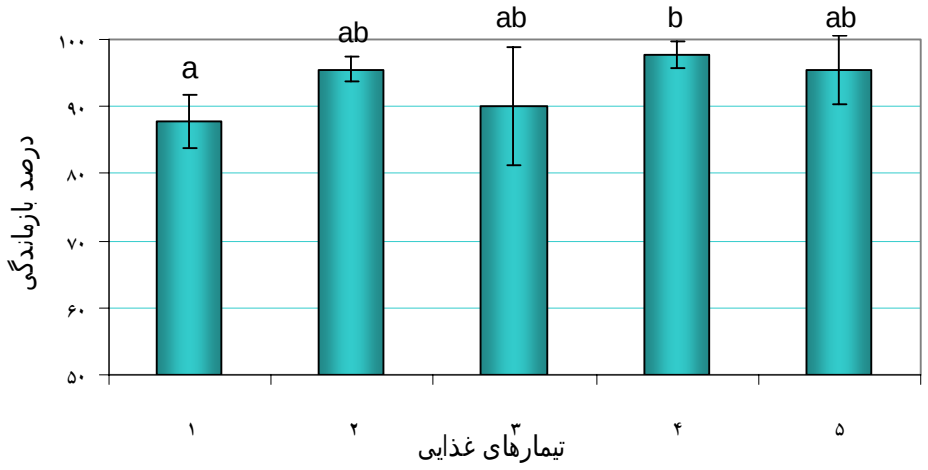
Archive of SID

www.SID.ir

نتایج آنالیز پروفیل اسیدهای چرب در مکملهای پودر گاماروس رودخانه‌ای و دریایی و دو غذای SFT 00 و SFT 01، نشاندهندهٔ بالاتر بودن محتوای اسید چرب پودر گاماروس دریایی نسبت به گاماروس رودخانه‌ای و دو غذای تجاری در تمام موارد است.

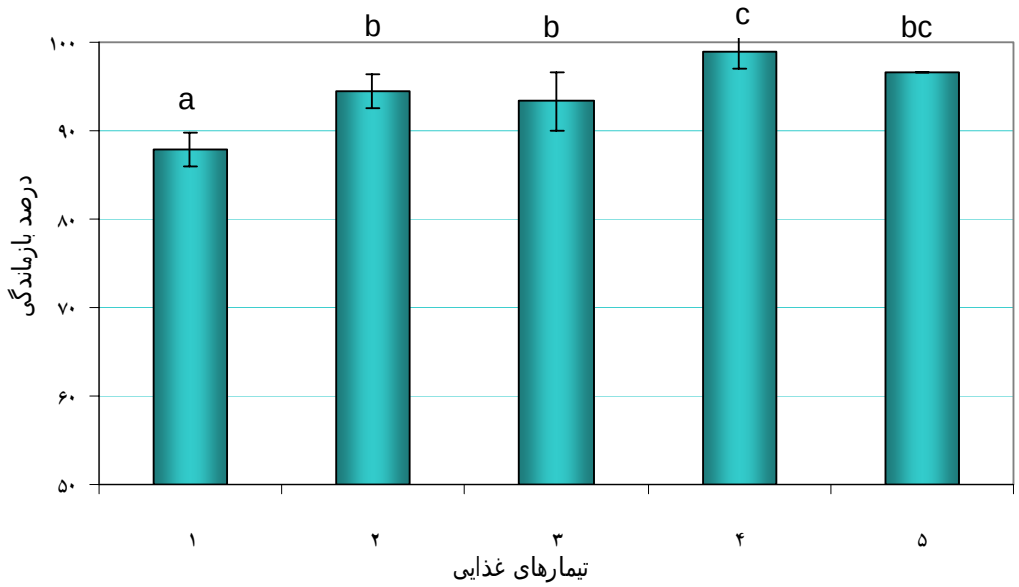
برای بررسی اثر استفاده از تیمارهای مختلف غذا در مقاومت لاروهای قزل‌آلا در برابر شرایط حاصل از تغییر دمای محیط، ابتدا دمای ۱۸°C و۱°C (با توجه به دمای ۹°C آب سالن پرورش لارو) بترتیب به عنوان تنش دمایی بالا و پایین در نظر گرفته شد. پس از گذشت ۳۰ دقیقه در این دو دما، هیچ تلفاتی مشاهده نشد. سپس با رساندن دما به ۲۴ °C، ۳۰ عدد لارو از هر تکرار در این دما قرار داده شد. نتایج میزان بازماندگی لاروهای تحت تنش در دمای ۲۴ °C در نمودار ۱ نشان داده شده است.

همان طور که ملاحظه می‌شود لاروهای تیمارهای تغذیه شده با مکمل پودر گاماروس رودخانه‌ای و دریایی در دو سطح ۱۰٪ و ۲۵٪، درصد بقای بیشتری را نسبت به تیمار شاهد از خود نشان دادند. در این بین تیمار چهارم که از ۱۰٪ مکمل پودر گاماروس دریایی تغذیه کرده بود، با بیشترین بازماندگی اختلاف معناداری را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. برای آزمایش تنش حاصل از تغییر pH محیط، ابتدا pH= ۵/۸ به عنوان تنش pH پایین و pH= ۹/۸ به عنوان تنش pH بالا (با توجه به اینکه pH محیط پرورش لاروها ۷/۸ بود) در نظر گرفته شد. پس از گذشت ۳۰ دقیقه در این شرایط در هیچ یک از تیمارها تلفاتی مشاهده نشد. سپس لاروها در معرض pHهای ۳/۸ و۱۱/۸ بترتیب به عنوان تنش pH پایین و بالا، قرار گرفتند. نتایج حاصل از تنش pH پایین در نمودار ۲ و نتایج تنش pH بالا در نمودار ۳ نشان داده شده است.

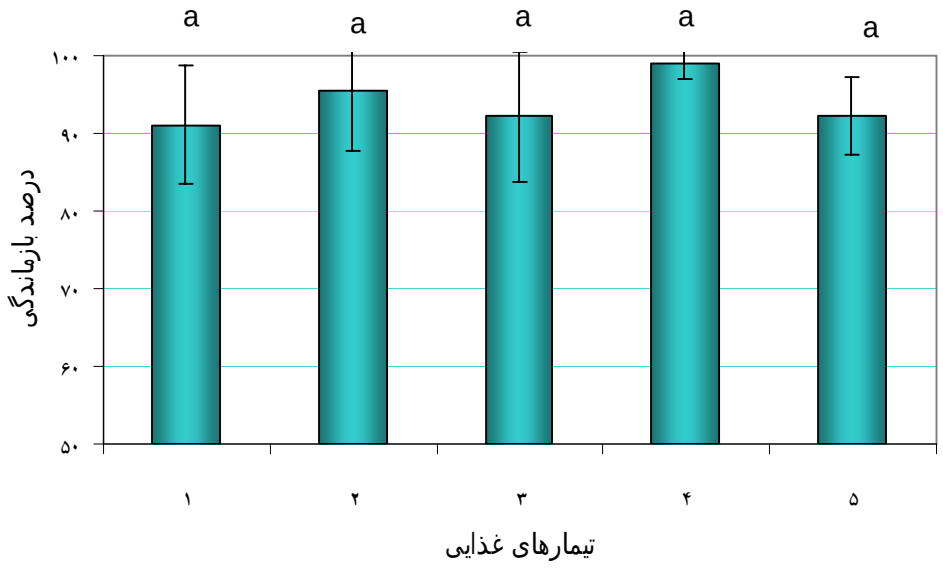


نمودار۱ درصد بازماندگی لاروهای قزل‌آلا در برابر تنش دمای بالا (۲۴ °C)

www.SID.ir



نمودار ۲ نتایج بازماندگی لاروها در برابر تنش pH پایین (۳/۸)



نمودار ۳ نتایج بازماندگی لاروها در برابر تنش pH بالا (۱۱/۸)

www.SID.ir

بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایشهای مقاومت در برابر تنشهای pH بالا و پایین، در تنش pH پایین لاروهای تمام گروههای تغذیه شده با مکملهای پودر گاماروس رودخانه‌ای و دریایی، به شکل معناداری ($p\leq ۰/۰۵$) دارای بقا و مقاومت بیشتری نسبت به گروه شاهد بودند. بیشترین میزان بقا در لاروهای تیمار چهارم مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمایش مقاومت نسبت به تنش pH بالا، با وجود کمتر بودن درصد بقای لاروهای تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها اختلاف مشاهده شده معنادار نبود ($p\geq ۰/۰۵$).

۴- بحث و نتیجه‌گیری

ماهی مانند حیوانات دیگر قادر به تولید کاروتنوئیدها نیست و در شرایط طبیعی این دسته از مواد را به وسیله غذای مصرفی شامل جلبک، سخت پوستان و نرمتنان غنی از کاروتنوئیدها، تأمین می‌کند. بنابراین کاروتنوئیدها در شرایط پرورشی باید به صورت مکمل غذایی مورد استفاده قرار گیرند[۱۱]. در این راستا منابع کاروتنوئیدی متعددی مانند پودر سخت پوستان [۱۶، ۱۷]، مخمرهای قرمز[۱۸] و... به وسیله محققان مختلف توصیه شده است. بسیاری از مؤلفان نیز استفاده از کاروتنوئیدهای سنتز شده را توصیه کرده‌اند[۱۹، ۲۰]. در این بین آستاگزانتین و کانتاگزانتین بیش از بقیه مورد توجه‌اند.

از طرفی نیاز ماهی قزل‌آلا و آزاد ماهیان دیگر به اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیر بلند سری (n–۳ HUFA n–۳) به اثبات رسیده است [۲۱]. با وجود این، لارو ماهیان قزل آلا قادر به تبدیل اسیدهای چرب خانواده لینولنیک به اسیدهای چرب با زنجیر بلندمثل EPA و DHA نیستند[۲۲]. بنابراین افزودن اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره بلند به جیره غذایی این ماهیان بویژه در دوران لاروی امری حیاتی و ضروری به نظر می‌رسد.

براساس نتایج این تحقیق، تغذیه لارو ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با مکمل پودر گاماروس در مقایسه با غذای تجاری موجب افزایش مقاومت لاروها در برابر شرایط تنشزای حاصل از تغییر دما و pH می‌شود. در این ارتباط می‌توان به عملکرد کاروتنوئیدها در تغذیه ماهی اشاره کرد که فقط به نقش آنها در رنگ آمیزی گوشت، پوست و تخم ماهی محدود نیست، بلکه این گروه از مواد برای تولیدمثل و فرایند تنفس نیز بسیار مهم‌اند، همچنین با بهبود بخشیدن به رشد و قابلیت هضم غذا، مشابه آلفا توکوفرول عمل می‌کنند[۲۳، ۲۴، ۲۵]. بر اساس مطالعات کرینسکی[1] در سال ۱۹۹۳ [۲۶]، ویژگیهای جذب نور و عملکرد آنتی اکسیدانی کاروتنوئیدها میزان بقای ماهی را در شرایط دشوار بهبود می‌بخشد. همچنین نقش کاروتنوئیدها در سیستم ایمنی ماهی[۲۷]، به اثبات رسیده است.

در نتایج آزمایشهای تنش و در مقایسه تیمارهای تغذیه شده با مکمل پودرگاماروس دریایی و رودخانه‌ای، برتری قابل توجهی در تیمار چهارم نسبت به تیمار دوم و تیمار پنجم نسبت به تیمار سوم، به عبارت دیگر لاروهای تغذیه شده با مکمل پودر گاماروس دریایی نسبت به لاروهای تغذیه شده با مکمل پودر گاماروس رودخانه‌ای با نسبتهای مشابه، به چشم می‌آید.

با توجه به نتایج به دست آمده از محتوای اسید چرب و کاروتنوئیدها این برتری در لاروهای تغذیه شده با مکمل پودر گاماروس دریایی منطقی به نظر می‌رسد. در مقایسهٔ نتایج بین تیمارهای دوم و سوم همچنین تیمارهای چهارم و پنجم، میزان بقای بیشتری در لاروهای تیمار دوم نسبت به لاروهای تیمار سوم و لاروهای تیمار چهارم نسبت به لاروهای تیمار پنجم مشاهده شد. به نظر می‌رسد با توجه به نتایج ارزیابی ارزش غذایی گاماروس (جدول۱) و نیازهای غذایی لارو قزل‌آلای رنگین کمان- که به طور مثال به بیش از ۵۰٪ پروتئین برای رشد مطلوب نیاز دارد [۲۲]- جایگزین شدن ۲۵٪ از غذا با مکملهای پودر گاماروس دریایی و رودخانه‌ای با وجود تأمین محتوای مناسب کاروتنوئیدها و اسیدهای چرب در غذا، موجب کاهش مقدار پروتئین کل

1. Krinsky

Archive of SID
www.SID.ir

جیره و عناصر نامشخص دیگر لازم برای رشد مطلوب شده و در نهایت باعث ضعف نسبی لاروهای تیمارهای پنجم نسبت به چهارم و سوم نسبت به دوم را موجب شد.

در مجموع لاروهای تیمار چهارم هم از نظر برتری ارزش غذایی گاماروس دریایی نسبت به رودخانه‌ای و هم از نظر نسبت مناسب به کار رفته از مکمل مذکور، دارای بیشترین بقا و در نتیجه بالاترین کیفیت بوده و به طور معناداری ($p\leq ۰/۰۵$)، دارای بقای بیشتری نسبت به تیمار شاهد در تنشهای مقاومت نسبت به pH پایین و دمای بالا بودند.

نتایج تحقیق حاضر بر این موضوع دلالت دارد که تغذیه مناسب در مراحل آغازین لارو ماهی قزل آلا در افزایش مقاومت لاروهای این گونه مؤثر است؛ همچنین به علت فراهم شدن انرژی مورد نیاز، گذر لاروها از شرایط تغذیه خارجی بهتر صورت می‌گیرد و در نتیجه با افزایش مقاومت لاروها میزان بازماندگی و در نهایت میزان تولید نیز افزایش می‌یابد. بنابراین برای تولید لاروهای مقاوم و با کیفیت مطلوب استفاده از مکمل غذایی پودر گاماروس دریایی به میزان ۱۰٪ از کل جیره توصیه می‌شود.

۵- تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه مدیریت مرکز تکثیر و پرورش آزادماهیان شهید باهنر کلاردشت که مؤلفان را در انجام این تحقیق یاری کردند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

۶- منابع

[۱] افشار مازندران ن.؛ راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران؛ انتشارات نوربخش؛ ۱۳۸۱؛ ص. ۲۱۶.

[2] Kim J., Massee K.G., Hardy W.H.; «Adult artemia as food for firstfeeding Coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*)»; *Aquaculture*; 1996; 144: 217-226.

[۳] گدارد ا.؛ مدیریت تغذیه در پرورش متراکم آبزیان؛ ترجمه دادگر. ش؛ و علیزاده م.؛ انتشارات اداره کل آموزش و ترویج معاونت تکثیر و پرورش آبزیان؛ ۱۳۸۰؛ ص. ۱۹۰.

[۴] زنکوویچ ل. ا.؛ زندگی حیوانات؛ ترجمه حسین فرپور؛ انتشارات شورای پژوهشهای علمی کشور؛ ۱۳۶۳؛ ص. ۶۵۰.

[۵] هاشمی رابری ز.؛ «بیولوژی و بررسی امکان تکثیر و پرورش گاماروس رودخانه جاجرود در منطقه خجیر» *پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاداسلامی*؛ واحد تهران شمال؛ ۱۳۷۵؛ ص. ۶۳.

[۶] مقدسی ب.؛ «بررسی ترکیبات عمده بیوشیمیایی گاماریده‌ها در طول سواحل جنوبی دریای خزر»؛ *پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی*؛ واحد علوم و تحقیقات؛ ۱۳۷۹؛ ص. ۴۲.

[۷] خدارحمی ر.؛ «کاربرد گاماروس دریای خزر به عنوان رنگدانه در تغییر رنگ گوشت قزل آلای رنگین کمان»؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی*؛ واحد تهران شمال؛ ۱۳۸۰؛ ص. ۸۷.

[8] Correia A.D., Costa M.H., Luis O.J., Livingstone D.R.; «Age – related changes in antioxidant enzyme activities, fatty acid composition and lipid peroxidation in whole body Gammarus locusta (crustacean Amphipoda)»; *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*; 2003; 289: 83-101.

[9] Mac-Neil C., Dick J.T.A., Elwood R.; The trophic ecology of freshwater Gammarus spp. (Crustacea: Amphipoda): problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. Biol Rev; 1997; 72: 349-364.

Archive of SID
www.SID.ir

[10] Chubert G. Balance J.M.; «Muscle pigmentation changes during and after spawning in male and female rainbow trout (*Oncorhynchus. mykiss*) fed dietary carotenoides». *Aquatic Resources*; 1993; 6 (2): 163-168.

[11] Wozniak M.; «The Role of Carotenoids in Fish». Protectio Aquarum et Piscatoria; 1996; 22: 65-75.

[12] Tackaert W., Albei P., Leger Ph., Sorgeloos P.; Stress resistance as a criterion to evaluate quality of postlarval shrimp reared under different feeding procedures. In: Proceeding, III Simposio Brasilerio sorbe Cultivo de Camaro, Vol. 1. *MCR Aquaculture*; Jodo Pesoa; Brazil; 1989; pp. 393-403.

[13] AOAC (Association of Official Analytical Chemists); Official Methods of Analysis AOAC, Washington DC; 1990; pp.1963.

[۱۴] فرهی آشتیانی ص.؛ مهدیه م.؛ نحوی ا.؛ «تأثیر شوری، ائوزین و کمبود فسفات بر میزان رشد و تولید آستاگزانتین در جلبک سبز تک سلولی هماتوکوکوس پلوویالیس (*Haematococcus pluvialis*)» *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*؛ ج. ششم؛ ش. دوم؛ ۱۳۸۱؛ صص.۲۰۱-۲۱۳.

[15] Bjerkeng B., Analysis of carotenoids in salmonids. In: Quality assurance in the fish industry (Huss, H.H., Jakobsen M., Liston J. eds); Elsevier, Amesterdam, The Netherlands; 1992; 417-425.

[16] Kotic I. V., Tolokonnikov G.Y., Dubrovin V.; «The effect of krill meal additions to feeds on muscle pigmentation in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*)»; *J. Ichtyol*; 1974; 19 (15): 114-123.

[17] Satio A., RegierL.W.; «Pigmentation of brook trout (*Salvelinus frontalis*) by feeding dried crustacean waste». *J. Fish Res. Board Can*; 1971; 26(2): 357-360.

[18] Johnson E.A., Villa T.G., Lewis M.; «*Phaffia rhodozyna* as an astaxanthin source in salmonids diet»; *Aquaculture*; 1980; 20: 123-134.

[19] Bjerkeng B., Storebakken T., Liaaen S.; «Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation»; *Aquaculture*; 1992; 108: 333-346.

[20] Foss P., Storebakken T., Austreng E., Liaaen-Jensen S.; Carotenoids in diets for salmonids V. Pigmentation of Rainbow trout and see trout with astaxanthin source in salmonids diets; *Aquaculture*; 1987; 20: 23-134.

[21] Takeuchi T., Watanabe T.; «Effect of various polyunsaturated fatty acid on growth and fatty acid compositions of rainbow trout, coho salmon and chum salmon»; *Bulletin of the Japanes Society of Scientific Fisheries*; 1982; 48: 1745 - 1752.

[22] Sedwick S.D.; Trout farming handbook, 5th ed.Fishing News Book.1990; 101-113.

[23] Torrissen O.J.; «Pigmentation of salmonids; a comparison of astaxanthin and canthaxanthin as pigment sources for rainbow trout»; *Aquaculture*; 1986; 53: 271-278.

[24] Storebakken T., Choubert G.; «Flesh pigmentation of different feeding rates in freshwater and saltwater»; *Aquaculture*; 1991; 95: 289-295.

[25] Christiansen R., Lie O., Torrissen O.J.; «Effect of astaxanthin and vitamin A during first feeding of Atlantic salmon, (*Salmo salar*)»; *Aquaculture and Fisheries Management*; 1994; 25: 903-914.

[26] Krinsky N.; «Actions of carotenoids in biological systems»; *Annu, Rev. Nutr*; 1993; 13: 561-587.

[27] Bendich A.; «Carotenoids and the immune response»; *J. Nutr*; 1989; 119: 112-115.

Archive of SID
www.SID.ir