تاثير لسيتين سويا و تخم مرغ بر رشد، زنده‌ماني و مقاومت به تنش كمبود اكسيژن در آلوين ماهي قزل‌آلاي رنگين‌كمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حميد محمدي آذرم[۱]، عبدالمحمد عابديان كناري*[۱] و مهدي هدايتي[۲]
[۱] گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي نور، دانشگاه تربيت مدرس، مازندران، ايران
[۲] گروه بيوشيمی، پژوهشكده علوم غدد درون ريز و متابوليسم، دانشگاه علوم پزشكي شهيد بهشتي، تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۱۳۹۰/۵/۵ ، تاريخ تصويب: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰)

چكيده
اين مطالعه به منظور بررسي اثر سطوح و منابع مختلف لسيتين بر رشد و مقاومت به تنش كمبود اكسيژن در آلوين‌هاي ماهي قزل آلاي رنگين‌كمان (*Oncorhynchus mykiss*) با وزن اوليه ۴/۰۸±۱۲۰ ميلي‌گرم به مدت ۴۰ روز انجام گرفت. لسيتين سويا و تخم مرغ در سطوح ۲، ۴ و ۶ درصد به جيره اضافه گرديد. آزمايش با ۷ تيمار و ۳ تكرار و ذخيره سازي ۱۶۵ عدد آلوين در تانک هاي ۹۰ ليتري انجام شد. آلوين‌ها به ميزان ۶ وعده در روز در حد سيري غذادهي شدند. در پايان آزمايش فاكتورهاي مختلف رشد در تيمار تغذيه شده با ۲ درصد لسيتين تخم مرغ افزايش معني‌داري در مقايسه با شاهد و تيمارهاي لسيتين سويا داشت. فاكتورهاي رشد در آلوين هاي تغذيه شده با لسيتين سويا تفاوت معني داري با شاهد نداشتند. آلوين‌های تغذيه شده با ۶ درصد لسيتين تخم مرغ به طور معني داري بيشترين زنده‌مانی را در مقايسه با گروه شاهد و ديگر تيمارها داشتند. آلوين‌هاي تغذيه شده با تمامي سطوح لسيتين تخم مرغ به طور معنی‌داری بيشترين زنده‌ماني را در مقابله با تنش كمبود اكسيژن نسبت به شاهد داشتند. نتايج اين آزمايش نشان داد لسيتين تخم‌مرغ منجر به اثرات مثبت و معني‌داري بر ميزان رشد و مقاومت به تنش كمبود اكسيژن مي‌شود و مطلوب‌ترين سطح تغذيه‌اي لسيتين تخم مرغ در اين وزن ۲ درصد جيره مي باشد.

واژه هاي كليدي: لسيتين سويا، لسيتين تخم مرغ، آلوين، رشد، استرس، قزل‌آلاي رنگين كمان

* نويسنده مسئول: تلفن: ۳-۰۱۲۲۶۲۵۳۱۰۱ فاكس: ۰۱۲۲۶۲۵۳۴۹۹ E-mail: aabedian@modares.ac.ir

مقدمه

به دليل رشد جمعيت جهان، افزايش مصرف آبزيان، فشار بيش از حد به ذخاير طبيعي آبزيان؛ آبزي‌پروري رشد زيادي در دهه‌هاي اخير داشته و بر اساس آمار اعلام شده ساليانه ۱۰درصد رشد داشته است(Tidwell and Allen 2002). طبيعتاً براي تداوم اين رشد نياز به تعداد بالايي بچه ماهي با كيفيت مناسب است (Cahu *et al.*, 2003). يكي از راه‌هاي بهبود كيفيت لارو ماهي استفاده از غذاها و مواد مغذي مناسب در جيره غذايي است. به طور معمول تهيه غذا، ۳۰ تا ۶۰ درصد از كل هزينه‌هاي پرورش ماهي را به خود اختصاص مي دهد. لذا براي پرورش موفقيت آميز ماهيان نياز به جيره‌هاي غذايي فرموله شده‌اي است كه به ميزان كافي جذاب بوده، اندازه شان متناسب با اندازه دهان ماهيان باشد و همچنين با توجه به نيازهاي غذايي هر يک از گونه‌ها و همچنين مرحله زندگي ماهيان فرموله شوند (Cahu *et al*., 2003). ليپيدها اصلي‌ترين منبع تامين انرژي براي رشد، توليدمثل و حركت (از جمله مهاجرت) در جيره ماهي محسوب مي‌شوند (Geurden *et al*., 2006). ليپيدها همچنين بعنوان حلال ويتامين‌هاي محلول در چربي، منبع اسيدهاي چرب ضروري براي توليد مواد شبه هورموني مانند پروستاگلاندين‌ها و لوكوترين‌ها كه نقش-هاي تنظيمي از جمله ايمني و واكنش‌هاي آماسي را بر عهده دارند، مي‌باشند. لذا در ساخت جيره‌هاي غذايي ماهيان مانند آزاد ماهيان به منظور تامين رشد و زنده ماني از روغن‌هاي خنثي گياهي و جانوري مانند روغن سويا و روغن ماهي استفاده مي‌شود. ولي نتايج تحقيقات نشان داده كه استفاده از روغن‌هاي خنثي گياهي و يا جانوري در جيره‌هاي غذايي لارو ماهيان به دليل اينكه در اين مرحله ماهيان توانايي توليد ليپوپروتئين ها از جمله كيلوميكرون‌ها را به دليل محدوديت آنزيمي ندارند (Tocher *et al*., 2008)، منجر به تجمع چربي در انتروسيت روده‌اي (Dabrowski *et al*., 2007) و در نتيجه كاهش جذب اسيدهاي چرب تک غير اشباع و اشباع انرژي‌زا در بافت پوششي روده و به دنبال آن كاهش ميزان رشد و زنده‌ماني در لاروها مي‌شود (Morais *et al*., 2007). ماهيان در مراحل اوليه زندگي خود براي رشد و تكامل نياز به فسفوليپيد در جيره غذايي خود دارند كه اين نياز از طريق غذاهاي موجود در زيستگاه‌هاي طبيعي تامين مي شود اما از طريق غذاهاي تجاري در مراكز تكثير تامين نمي شود كه بايستي به اين مسئله در ساخت جيره‌هاي تجاري توجه شود (Cahu *et al*., 2009). بيان شده فسفوليپيد از طريق عملكرد در ساختار غشاي سلولي (Kanazawa *et al*., 1985a,b ; Tocher *et al*., 2003) تامين كولين و فسفر (Coutteau *et al*., 1997)، بهبود بلوغ سلولهاي روده‌اي (Buchet *et al*., 2000 ; Cahu *et al*., 2003; Gisbert *et al*., 2005 ; Morais *et al*., 2007; Hamza *et al*., 2008)، افزايش جذب اسيدهاي چرب بلند زنجيره (Fontage *et al*., 2000)، امولسيفاير بودن (Koven *et al*., 1993) و اثر گذاري بر هضم، جذب و تجمع قطرات چربي در سلولهاي روده‌اي از طريق كيلوميكرون (Izquierdo *et al*., 2000 ; Wold *et al*., 2007) منجر به افزايش رشد، زنده‌ماني، كاهش بدشكلي و مقاومت به استرس محيطي مي شود.

از اين رو يكي از اهداف به كارگيري فسفوليپيد در جيره رفع نياز لاروها به فسفوليپيد و كمک به ساخت ليپوپروتئين‌ها و به دنبال آن افزايش ميزان رشد و مقاومت به استرس‌هاي محيطي است. از جمله منابع حاوي فسفوليپيد، لسيتين مي باشد كه از منابع مختلفي مانند روغن سويا، آفتابگردان، كانولا، شلغم روغني، تخم مرغ و ... در طي پروسه تصفيه روغن‌هاي خام تهيه مي شود، كه فراوانترين آنها لسيتين سويا و تخم مرغ مي‌باشد كه از لحاظ كلاسه فسفوليپيدي و تركيبات اسيد چرب با يكديگر متفاوت هستند. از اين رو منابع مختلف فسفوليپيدي با توجه به تركيب و ساختار اسيد چربشان مي توانند اثرات متفاوتي بر رشد ونمو لارو ماهيان داشته باشند كه لازم است مورد توجه و بررسي قرار گيرد (Kanazawa *et al*., 1981). به طور كلي مطالعات كمي در خصوص مقايسه استفاده از منابع مختلف لسيتين در غذاي آبزيان انجام شده است.

بنابراين اين آزمايش در پي يافتن اثرات منابع و سطوح مختلف لسيتين بر رشد و همچنين تاثير آن در زمانهاي بحراني مانند استرس کمبود اکسيژن در آلوين‌هاي ماهي قزل‌آلاي رنگين کمان است.

مواد و روش ها

سيستم پرورشي

تخم‌هاي چشم زده ماهي قزل‌آلاي رنگين کمان از مرکز تکثير و پرورش ماهيان سردابي واقع در استان همدان تهيه و به سالن تکثير و پرورش دانشکده علوم دريايي دانشگاه تربيت مدرس انتقال داده شد. پس از جذب کيسه زرده تعداد ١٦٥ عدد آلوين به صورت تصادفي انتخاب و فاکتورهاي لازم جهت زيست سنجي اندازه-گيري شد. قبل از ذخيره سازي، کليه تجهيزات بوسيله مواد ضد عفوني کننده نظير هيپوکلريت سديم کاملاً ضدعفوني شده و سپس با آب شستشو داده شدند. آلوين-ها با ميانگين وزني ٤/٠٨ ± ١٢٠ميلي گرم در تانکهاي ٩٠ ليتري در ٧ تيمار شامل تيمار شاهد بدون لسيتين، ٢ درصد لسيتين سويا، ۴ درصد لسيتين سويا، ۶ درصد لسيتين سويا، ٢ درصد لسيتين تخم‌مرغ، ۴ درصد لسيتين تخم‌مرغ و ۶ درصد لسيتين تخم‌مرغ با ٣ تکرار ذخيره شدند. در ابتدا آلوين‌ها پس از جذب کيسه زرده، به منظور سازگاري با جيره‌هاي آزمايشي به مدت يک هفته با جيره شاهد آزمايشي تغذيه شدند. غذادهي روزانه در ٦ نوبت بوده و در ساعات٨/٠٠، ١٠/٠٠، ١٢، ١٤/٠٠، ١٦/٠٠ و١٨/٠٠ در حد سيري انجام گرفت. هر روز قبل از اولين وعده مواد غذايي خورده نشده و مدفوع سيفون مي‌گرديد. براي تامين اکسيژن کافي از سنگ هوا در قسمت‌هاي مختلف تانک‌ها استفاده گرديد. آزمايش در يک سالن سرپوشيده با دوره نوري ١٢ ساعت روشنايي و ١٢ ساعت تاريکي به مدت ٤٠ روز انجام گرفت. منبع تامين کننده آب مورد نياز، آب شهري بوده و قبل از مصرف به مدت ٢٤ ساعت هوادهي شده و بوسيله تيوسولفات سديم کلر زدايي گرديد. عوامل کيفي آب، همچون دماي آب، نيتريت، نيترات، آمونياک و اکسيژن بصورت روزانه و هفتگي اندازه‌گيري شدند. در طول دوره دماي آب ١٥±٠/٥ درجه سانتيگراد، نيتريت (mg/l) ٠/١٦، آمونياک کمتر از (mg/l) ٠/٠٩، pH=٧/٢ و اکسيژن محلول (mg/l) ٦/٢ بود.

فرمولاسيون و تهيه جيره

٧ جيره با ميزان پروتئين و ليپيد يکسان و مقادير متفاوتي از لسيتين سويا و تخم مرغ فرمول بندي شد. بدين منظور ابتدا همه ترکيبات خشک بوسيله الك ١٠٠ ميکروني الك شده و بوسيله آسياب الکتريکي بخوبي مخلوط گرديد، سپس روغن ماهي و روغن سويا (نسبت ١:١) به جيره پايه اضافه گرديد. براي افزودن درصدهاي مختلف لسيتين از مقدار روغن سويا کاسته شد و سپس لسيتين سويا و تخم مرغ (با درجه خلوص ٩٠ درصد، به ترتيب توليد شرکت BDH انگلستان و Merck آلمان) به ميزان ٢، ٤ و ٦ درصد به جيره‌ها اضافه گرديد (جدول١). از کازئين جهت افزايش مقاومت پلت‌ها و بعنوان منبع پروتئين استفاده شد. خمير حاصل بوسيله چرخ گوشت پلت شده و براي خشک کردن پلت‌ها، به مدت ٤ ساعت در دماي ٦٠ درجه در آون قرار گرفتند (رسيدن به رطوبت کمتر از ١٠ درصد). کليه مراحل ساخت غذا در آزمايشگاه تغذيه گروه شيلات دانشکده منابع طبيعي و علوم دريايي نور (دانشگاه تربيت مدرس) انجام شد. پس از ساخت جيره، جيره‌ها بوسيله الک‌هاي ميکرومتري الک شده و تا زمان مصرف در کيسه‌هاي پلاستيکي و در دماي ٢٠- درجه سانتيگراد نگهداري شدند.

آناليز تقريبي

ميزان پروتئين، چربي، رطوبت و خاکستر جيره‌هاي آزمايشي به روش AOAC (1995) مورد سنجش قرار گرفت. ميزان رطوبت با استفاده از آون HERAEUS INSTRUMENTS مدل D-63450 Hanau ساخت کشور آلمان در دماي ١٠٥ درجه سانتي‌گراد به مدت ٢٤ ساعت سنجش شد.

خاکستر با سوزاندن نمونه در دماي ۵۵۰ درجه سانتي‌گراد به مدت ۵ ساعت اندازه‌گيري گرديد. پروتئين کل با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتيك (Kjeltec Analyzer Unit 2300) ساخت کشور سوئد با ضرب ميزان نيتروژن بدست آمده در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد. چربي کل نيز با استفاده از دستگاه Soxtec (FOSS 2050) ساخت کشور سوئد و اتيل دويترول اندازه‌گيري شد. تمامي آناليزهاي شيميايي در آزمايشگاه شيلات دانشکده منابع طبيعي و علوم دريايي نور صورت پذيرفت. اندازه‌گيري ميزان فسفوليپيد کل موجود در جيره‌ها بر اساس روش اندازه‌گيري فسفر در روغن‌هاي گياهي و جانوري (AOSC, 1997) ارائه شده توسط موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران (۱۳۸۱) (روش شماره۱-۱۰۷۴۱) انجام شد.

لازم به ذکر است سنجش پروفيل اسيد چرب جيره هاي آزمايشي در آزمايشگاه تغذيه واقع در دانشکده منابع طبيعي و علوم دريايي تربيت مدرس انجام شد. براي استخراج چربي، در ابتدا مقدار ۱ گرم نمونه با متانول و کلروفرم به مدت ۲٤ ساعت جهت جداسازي چربي مخلوط و در ادامه گاز ازت وارد نمونه‌ها شد. به اين ترتيب پس از چند دقيقه حلال تبخير و از ظرف خارج شده و نهايتاً چربي باقي ماند. در ادامه به منظور استري کردن چربي از روش (Metcalfe *et al*., 1966) استفاده شد. بدين منظور سود متانولي ۲%، BF_3 ، هگزان نرمال و محلول نمك اشباع به نمونه ها اضافه شده و بعد از پديدار شدن دو فاز جداگانه، فاز بالايي به دقت جدا شد.

براي بررسي و شناسايي اسيد هاي چرب موجود در نمونه ها از دستگاه گاز کروماتوگرافي (GC) Varian هلند مجهز به ستون کاپيلاري از نوع(SGM 120m×0/25mm **i.d.,** film thickness 0/25mm) BPX70 و آشکارساز نوع FID استفاده شد. سپس از مقايسه زمان بازداري کروماتوگرام‌هاي نمونه مجهول با کروماتوگرام‌هاي بدست آمده در محلول استاندارد اسيدهاي چرب متيل استر (Supel Co. Fame Mix, USA)، اسيدهاي چرب موجود در جيره‌ها شناسايي و نتايج به صورت درصد گزارش شد (جدول ۲).

سنجش پارامترهاي رشد

در پايان دوره آزمايش، جهت بررسي تغييرات رشد و مقايسه بين تيمارهاي مختلف، تمامي آلوين‌ها در هر تکرار زيست‌سنجي شده و ميزان رشد و زنده‌ماني، ضريب تبديل غذايي(FCR)، ضريب رشد ويژه(SGR)، درصد افزايش وزن بدن(WG%) و فاکتور وضعيت(CF) با استفاده از معادلات زير اندازه‌گيري شدند.

ضريب تبديل غذايي (FCR)[1] = غذاي خشک داده شده (گرم) / وزن تر اضافه شده (گرم)

فاکتور وضعيت(CF)[2] = وزن نهايي/۳ (طول) × ۱۰۰

ضريب رشد ويژه (SGR)[3] = (Ln وزن نهايي - Ln وزن اوليه)/ دوره پرورش×۱۰۰

درصد افزايش وزن بدن (WG)[4] = [ميانگين وزن‌ثانويه (گرم)- ميانگين وزن اوليه (گرم)]/ وزن اوليه(گرم)×۱۰۰

درصد زنده ماني(Survival) = (تعداد آلوين‌هاي انتهاي دوره/تعداد آلوين‌هاي ابتداي دوره)×۱۰۰

همچنين در پايان آزمايش مقاومت آلوين‌ها به استرس کمبود اکسيژن مورد سنجش قرار گرفت به گونه‌اي که از هر تکرار ۳۰ عدد آلوين در درون تور خارج از آب به مدت ۱ دقيقه قرار داده سپس مجددا به درون تانکهاي پرورشي همراه با هوادهي بازگردانده شدند و ميزان زنده‌ماني از طريق شمارش تعداد آلوين‌هاي بازمانده در مدت ۵ دقيقه محاسبه شد (Izquierdo *et al*., 2002).

---

1 Food conversion ratio (FCR)
2 Condition factor (CF)
3 Specific growth rate (SGR)
4 weight gain (WG)

جدول ۱- اجزا و تركيب تقريبي جيره هاي ساخته شده جهت تغذيه آلوين ها ي ماهي قزل آلاي رنگين كمان

اجزا	شاهد	۲درصد لسيتين سويا	٤درصد لسيتين سويا	٦درصد لسيتين سويا	۲درصد لسيتين تخم مرغ	٤درصد لسيتين تخم مرغ	٦درصد لسيتين تخم مرغ
تركيبات (گرم كيلوگرم$^{-1}$) جيره)							
پودر ماهي[1]كازييندكسترينروغن ماهي	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵
كازيين	۲۸٦/ ۸	۲۸٦/ ۸	۲۸٦/ ۸	۲۸٦/ ۸	۲۸٦/ ۸	۲۸٦/ ۸	۲۸٦/ ۸
دكسترين[2]	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷	۷۷
روغن ماهي[3]	٦۰	٦۰	٦۰	٦۰	٦۰	٦۰	٦۰
روغن سويا	٦۰	٤۰	۲۰	۰	٤۰	۲۰	۰
لسيتين سويا[4]	۰	۲۰	٤۰	٦۰	-	-	-
لسيتين تخم مرغ[5]	-	-	-	-	۲۰	٤۰	٦۰
مكمل ويتاميني [6]	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
مكمل معدني[6]	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
آنتي اكسيدان[6]	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
سلولز	۷۸ /۲	۷۸ /۲	۷۸ /۲	۷۸ /۲	۷۸ /۲	۷۸ /۲	۷۸ /۲
بايندر[7]	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
تركيب تقريبي جيره‌ها[8] % ۸۸۷۸۸(درصد وزن خشک)[7]تقريبي جيره ها ا تقريبي تقريبي جيره ها(درصد وزن خشک)							
فسفوليپيد كل	۰/۵٦	۲/٦۲	٤/۵۳	٦/۵۹	۲/۵۱	٤/۳۸	٦/٤۰
رطوبت	۷/۰۲	۷/۰۳	۷/٤۵	۷/۳٤	۷/۵۱	۷/۱۵	۷/۲۱
پروتئين (N× ۶/۲۵)	٤۹ /٦۱	٤۹ /۳۸	٤۹ /٦٦	٤۹ /٦۱	٤۹ /۸٤	۵۰ /۰۱	٤۹ /۰٤
چربي	۱۵ /۸۸	۱۵ /۹۵	۱۵ /۳٦	۱۵ /۹٤	۱۵ /۷۳	۱۵ /۳۸	۱۵ /٤۱
خاكستر	۸ /۹٦	۸ /۹۸	۷ /۷۸	۸ /۰۹	۷ /۸۱	۷ /۷۵	۸ /۲۹
كربوهيدرات[9]	۱۸ /۵۳	۱۸ /٦٦	۱۹ /۷۵	۱۹ /۰۱	۱۹ /۱۱	۱۹ /۷۱	۱۹ /٦۹
انرژي ناخالص[10]	۲۱/۱۷	۲۱/۱٦	۲۱/۱۸	۲۱/۲۸	۲۱/۲٦	۲۱/۲۷	۲۱/۱۳

۱و۳ - تهيه شده از شهرک صنعتي بابلسر، ۲- ساخت شركت سيگما ٤- لسيتين سويا با خلوص بيش از ۹۰ درصد فسفاتيديل‌كولين توليد شركت BDH انگلستان ۵- لسيتين تخم مرغ با خلوص ۹۰ درصد فسفاتيديل‌كولين توليد شركت مرک آلمان ۶- تهيه شده ازكارخانه خوراک دام و آبزيان ساري هر كيلو مكمل ويتامين حاوي ويتامين‌هاي : $A= ۱۲۰۰۰۰۰$ IU، $D_3= ۴۰۰۰۰۰$ IU، $E =۳۰۰۰$ mg، $K_3= ۱۲۰۰$mg، $C= ۵۴۰۰$ mg، $B_1= ۲۰۰۰$mg، $B_2= ۳۳۶۰$ mg، $B_7= ۷۲۰۰$mg، $B_5= ۹۰۰۰$ mg، $B_6=۲۴۰۰$ mg، $B_9= ۶۰۰$ mg، $B_{12}= ۴$ mg ، هر كيلوگرم مكمل معدني حاوي مواد معدني كميابي شامل: آهن (۲۰ گرم)، روي (۶۰ گرم)، سلنيم (۴۰۰ ميلي گرم)، كبالت (۲۰۰ ميلي گرم)، مس (۲ گرم)، منگنز(۴۰ گرم)، يد (۴۰۰ ميلي گرم)، كولين كلرايد (۶۰ گرم)، كرير (تا ۱ كيلوگرم) مي باشد. ۷- بايندر آمت يزد ۸-رطوبت، پروتئين، چربي، خاكستر و برحسب درصد مادهٔ خشک، ۹- محاسبه كربوهيدرات بر حسب (پروتيين + چربي + خاكستر+ رطوبت)- ۱۰۰، ۱۰- محاسبه انرژي (ناخالص) كل در هر گرم جيره از طريق حاصل ضرب مقدار انرژي موجود در هر گرم پروتئين (۲۳/٦kj)، چربي (۳۹/۵ kj) و كربوهيدرات (۱۷/۲kj) تعيين گرديد (NRC, 1993).

جدول ۲- پروفيل اسيدهاي چرب ۷ جيره آزمايشي با مقادير مختلف لسيتين سويا و تخم مرغ (بر حسب درصد از كل اسيدهاي چرب)

اسيد چرب	شاهد	۲درصد لسيتين سويا	٤درصد لسيتين سويا	٦درصد لسيتين سويا	۲درصد لسيتين تخم مرغ	٤درصد لسيتين تخم مرغ	٦درصد لسيتين تخم مرغ
	جيره هاي آزمايشي						
∑ SFA[1]	۲٤/۰۷	۲۵/۳۸	۲٦/۹۸	۲٦/۳۰	۲٦/٦۹	۲۹/۱٦	۳۱/۸۵
∑ MUFA	۳۱/۰٤	۳۱/۰۸	۳۱/۸۹	۲۸/۱۵	۳۲/۷۳	۳۳/۰۱	۳۷/۸٦
C18:2n-6	۱۵/۲۶	۱۷/٤۲	۱۹/۹۷	۲٤/۳۰	۱۵/۰۱	۱۲/۸۱	۵/۷٦
EPA	٤/۰۷	۳/۹۹	٤/۱۲	٤/۲۵	٤/۵۱	٤/۸۱	۵/٦۰
DHA	۸/۲۶	۹/۱	۹/٦۷	۹/٦۲	۱۰/۷٦	۱۰/٦۲	۱۱/۹٦
EPA+DHA	۱۲/۳۳	۱۳/۰۹	۱۳/۷۹	۱۳/۸۷	۱۵/۲۷	۱۵/٤۳	۱۷/۵٦
DHA/EPA	۲/۰۳	۲/۲۸	۲/۳٤	۲/۲٦	۲/۳۸	۲/۲۱	۲/۲۵
∑ HUFA	۱۲/۵۱	۱۳/۲۲	۱۳/۹٤	۱٤/۰۵	۱۵/٤۹	۱۵/٦۰	۱۷/٦۹
∑ PUFA	۳۳/۱۲	۳۵/٦٤	۳۸/۹۹	٤٤/۲۱	۳۵/۲٤	۳۰/۷٤	۲۷/۱۸
∑ N6	۱۹/۰۹	۲۰/۸۵	۲۳/۳۵	۲۷/۹٦	۱۸/۲۵	۱۳/٦۷	۷/۷٦
∑ N3	۱٤/۰۲	۱٤/۷۸	۱۵/٦۳	۱٦/۲٤	۱٦/۹۸	۱۷/۰۷	۱۹/٤۱
N3/N6	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/٦۷	۰/۵۸	۰/۹۳	۱/۲۵	۲/٦۲

SFA: اسيدهاي چرب اشباع، MUFA: اسيدهاي چرب يك غير اشباع، PUFA: اسيدهاي چرب چند غير اشباع، HUFA: اسيدهاي چرب بلند زنجيره غير اشباع، EPA: دوكوزاهگزانوئيك اسيد (C۲۰:۵ n-۳)، DHA: ايكوزاپنتانوئيك اسيد (C۲۲: ۶ n-۳).

روش‌هاي آماري مورد استفاده

تجزيه و تحليل آماري نتايج با نرم افزار SPSS از روش آناليز واريانس يک طرفه One-way-ANOVA و براي مقايسه ميانگين‌ها از آزمون آماري Duncan در سطح اعتماد ۰/۰۵ درصد استفاده شد. آزمون همگني واريانس با تستLeven انجام شد.

نتايج

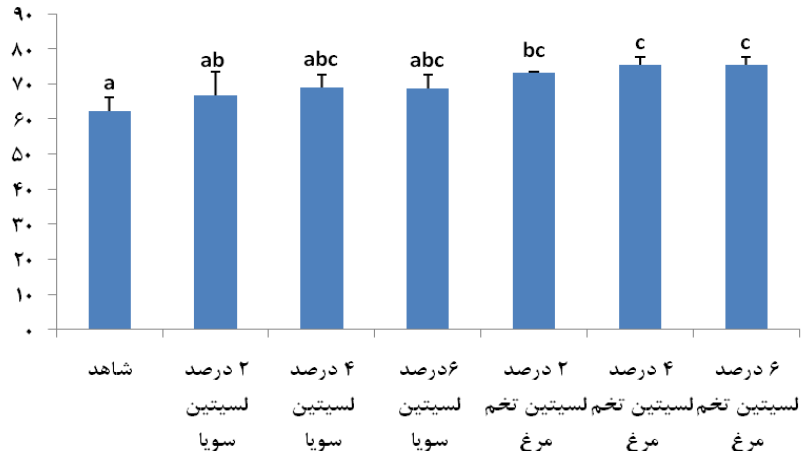
جدول ۳ نتايج اثر سطوح مختلف لسيتين سويا و تخم مرغ را بر شاخص‌هاي رشد آلوين قزل‌آلاي رنگين كمان نشان مي دهد. بيشترين وزن نهايي مربوط به تيمارهاي ۲ و ۴ درصد لسيتين تخم مرغ بود كه تفاوت معني داري با شاهد داشت ($p < ۰/۰۵$). ولي استفاده از سطوح مختلف لسيتين سويا تفاوت معني داري در مقايسه با شاهد نشان نداد ($p > ۰/۰۵$). از طرفي استفاده از ۲ درصد لسيتين تخم مرغ تفاوت معني‌داري از لحاظ مقدار وزن نهايي در مقايسه با سطوح مختلف لسيتين سويا نشان داد ($p < ۰/۰۵$). ولي استفاده از ۴ و ۶ درصد لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري درمقايسه با تيمارهاي ۴و۶ درصد لسيتين سويا نشان نداد ($p > ۰/۰۵$). بيشترين درصد افزايش وزن بدن نيز مربوط به تيمار ۲ و ۴ درصد لسيتين تخم‌مرغ بود كه تفاوت معني داري با شاهد داشت ($p < ۰/۰۵$). ولي آلوين‌هاي تغذيه شده با سطوح مختلف لسيتين سويا تفاوت معني‌داري در مقايسه با شاهد نشان ندادند ($p > ۰/۰۵$). استفاده از ۲ درصد لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري از لحاظ درصد افزايش وزن بدن در مقايسه با سطوح مختلف لسيتين سويا نشان داد ($p < ۰/۰۵$). ولي استفاده از ۴ و ۶ درصد لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري در مقايسه با تيمارهاي ۴ و ۶ درصد لسيتين سويا نشان نداد ($p > ۰/۰۵$). در خصوص

شاخص ضريب رشد ويژه، تيمارهاي ۲ و ۴ درصد لسيتين تخم مرغ داراي تفاوت معني‌داري با شاهد بودند (p ۰/۰۵ >). اما تيمارهاي لسيتين سويا تفاوت معني‌داري با شاهد نداشتند (p > ۰/۰۵). استفاده از ۲ درصد لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري در مقايسه با سطوح مختلف لسيتين سويا نشان داد (p < ۰/۰۵). ولي استفاده از ۴ و ۶ درصد لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري در مقايسه با تيمارهاي ۴ و ۶ درصد لسيتين سويا نشان نداد (p ۰/۰۵ <). در بين تيمارهاي لسيتين تخم‌مرغ، ضريب تبديل غذايي تيمار تغذيه شده با ۲ درصد لسيتين‌تخم مرغ به طور معني‌داري كمتر از شاهد بود (p < ۰/۰۵). اما ضريب‌تبديل‌غذايي تيمارهاي تغذيه شده با سطوح مختلف لسيتين سويا تفاوت معني‌داري در مقايسه با شاهد نشان نداد (p > ۰/۰۵). از طرفي تيمار۲ درصد لسيتين تخم‌مرغ به طور معني‌داري ضريب تبديل غذايي كمتري در مقايسه با ۶ درصد لسيتين سويا داشت (p < ۰/۰۵). ولي ضريب تبديل غذايي تيمارهاي مختلف لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري در مقايسه با تيمار هاي ۲ و ۴ درصد لسيتين سويا نداشت (p > ۰/۰۵). از نظر شاخص كيفيت تفاوت معنى‌داري در بين تيمارهاي لسيتين سويا و تخم مرغ و در مقايسه با شاهد مشاهده نشد (p > ۰/۰۵). بررسي نتايج ميزان زنده‌ماني نشان داد كه استفاده از ۶ درصد لسيتين تخم‌مرغ منجر به افزايش معني‌دار زنده‌ماني در مقايسه با تيمارهاي ديگر و شاهد شده است (p < ۰/۰۵). ولي تيمارهاي ديگر تفاوت معني‌داري در مقايسه با شاهد نداشتند (p > ۰/۰۵). همچنين نمودار ۱ نشان دهنده اثر سطوح مختلف لسيتين سويا و تخم‌مرغ در تغذيه آلوين‌هاي قزل آلاي رنگين كمان در مواجه با تنش كمبود اكسيژن است. استفاده از تمامي سطوح لسيتين تخم‌مرغ منجر به افزايش معني‌دار مقاومت آلوين‌ها به تنش كمبود اكسيژن در مقايسه با شاهد شد (p < ۰/۰۵). ولي استفاده از سطوح مختلف لسيتين سويا تفاوت معني‌داري در مقايسه با شاهد نداشت (p > ۰/۰۵). همچنين استفاده از سطوح مختلف لسيتين تخم‌مرغ تفاوت معني‌داري نسبت به تنش كمبود اكسيژن در مقايسه با سطوح مختلف لسيتين سويا نشان نداد (p > ۰/۰۵).

جدول ۳ مقايسه ميانگين شاخص هاي رشد آلوين قزل آلاي رنگين كمان تغذيه شده با مقادير مختلف لسيتين سويا و تخم مرغ طي آزمايش ۴۰ روزه

پارامترهای رشد	جيره هاي آزمايشي						
	شاهد	۲ درصد لسيتين سويا	۴ درصد لسيتين سويا	۶ درصد لسيتين سويا	۲ درصد لسيتين تخم مرغ	۴ درصد لسيتين تخم مرغ	۶ درصد لسيتين تخم مرغ
وزن نهايي	۰/۷۲ ±۰/۰۳^{a}	۰/۷۲ ±۰/۰۲^{a}	۰/۷۸ ±۰/۰۰^{ab}	۰/۷۷ ±۰/۰۹^{ab}	۰/۹۳ ±۰/۰۳^{c}	۰/۸٦ ±۰/۱^{bc}	۰/۸۰ ±۰/۰٤^{ab}
ميزان رشد ويژه (SGR)	٤/٤٨ ±۰/۰۹^{a}	٤/٤۹ ±۰/۰۸^{a}	٤/٦٦ ±۰/۰۳^{ab}	٤/٦٤ ±۰/۳۲^{ab}	۵/۱۰ ±۰/۰۸^{c}	٤/۹۱ ±۰/۳۱^{bc}	٤/٦۹ ±۰/۱۵^{ab}
ضريب تبديل غذايي (FCR)	۱/۰۰±۰/۰۰^{bc}	۰/۹۳±۰/۰۷^{abc}	۰/۹۰ ±۰/۰٤^{abc}	۱/۰٦±۰/۱۷^{c}	۰/۷۵ ±۰/۰٤^{a}	۰/۸۲ ±۰/۱۰^{ab}	۰/۸۱ ±۰/۰۷^{ab}
درصد افزايش وزن بدن	٤۹۹/۸ ±۲۳/۳۹^{a}	۵۰۳/۲ ±۱۹/۰۵^{a}	۵٤٤/۹ ±۷/۹۰^{ab}	۵٤۳/۳ ±۹۹/۷۲^{ab}	٦۷۰/۵ ±۸۳/۰۹^{c}	٦۱۷/۵ ±۲٤/۹۵^{bc}	۵۵۵/۵ ±۸٦/۸۰^{ab}
شاخص كيفيت	۱/۰٦ ±۰/۰۸$^{n.s}$	۱/۰۵ ±۰/۲۲	۱/۰۷ ±۰/۱۳	۱/۲۵ ±۰/۲۸	۱/۰۰ ±۰/۲۸	۱/۰۷ ±۰/۰۸	۱/۱۵ ±۰/۰٦
زنده ماني	۸۲/۸۲ ± ۳/٦۵^{a}	۸٤/۵٤ ± ۲/۹۹^{a}	۸۲/۰۲ ±۱/۸۴^{a}	۸۱/۸۸ ±۰/۸۵^{a}	۸۲/٤۲ ±۱/۵۳^{a}	۸۵/۰٤ ±۱/۸٤^{a}	۹۰/۹۰ ±۱/۸۱^{b}

(n=۳، انحراف از معيار ± ميانگين). اعداد در يک رديف با حروف متفاوت داراي تفاوت معني دار هستند (p < ۰/۰۵).



نمودار ۱- درصد زنده ماني آلوين هاي قزل آلاي رنگين كمان تغذيه شده با درصد هاي مختلف لسيتين سويا و تخم مرغ در برابر تنش كمبود اكسيژن (n=۳، طول دوره پرورش=۴۰ روز).

بحث و نتيجه‌گيري

نتايج آزمايش فوق نشان داد كه لسيتين‌تخم مرغ منجر به افزايش وزن بدن، ضريب رشد ويژه و درصد افزايش وزن آلوين ماهي قزل‌آلاي رنگين كمان مي شود، به صورتي كه استفاده از ۲ و ۴ درصد لسيتين تخم مرغ منجر به افزايش معني‌دار رشد در مقايسه با شاهد و سطوح مختلف لسيتين سويا شد. نتايج بدست آمده در موافقت با نتايج (Geurden *et al.*, 1995,1997) و همچنين (Kanazawa *et al.*,1981) است كه بيان داشته اند استفاده از ۲ درصد لسيتين تخم مرغ منجر به افزايش رشد در لارو كپور (*Cyprinus carpio*)، تربوت (*Scophthalmus maximus*) و ماهيان جوان آيو (*Plecoglossus altivelus*) در مقايسه با جيره هاي فاقد لسيتين شده است. همچنين در مطابقت با نتايج (Dabrowski *et al.*, 2007; Abedian *et al.*, 2011) است كه به ترتيب بيان داشته‌اند، استفاده از فسفوليپيد منجر به افزايش معني‌دار رشد در آلوين‌هاي ماهي آزاد درياي خزر و ماهيان جوان قزل‌آلاي رنگين كمان شده است. مطالعات گذشته نشان داده است كه ساخت فسفوليپيد از طريق مسير *de vono* در ماهيان رخ مي-دهد (Tocher *et al.*, 2008). اما به نظر مي رسد كه مقدار آن براي شكل گيري كيلو ميكرون‌ها در دوران رشد سريع لاروي ماهيان كافي نمي باشد (Kanazawa *et al.*, 1985b) و به همين دليل است كه كمبود فسفوليپيد خوراكي به طور غير مستقيم از طريق كاهش ساخت كيلو ميكرون‌ها منجر به افزايش تجمع چربي در انتروسيت روده و به دنبال آن كاهش ميزان ترشح هورمون كوله-سيستوكنين، كاهش ترشح آنزيم‌هاي گوارشي و در نهايت رشد مي شود (Gisbert *et al.*, 2005). همچنين بيان شده است كه فسفوليپيدها از طريق كيلوميكرون‌ها تاثيرگذار بر هضم، جذب و تجمع قطرات چربي در سلولهاي روده‌اي هستند (Izquierdo *et al.*, 2000; Wold *et al.*, 2007). استفاده از ۲ درصد لسيتين تخم-مرغ تفاوت معني داري را از لحاظ پارامترهاي رشد در مقايسه با تيمارهاي حاوي لسيتين سويا نشان داد. يكي از علتهاي مطرح در اين خصوص مي‌تواند مرتبط با اسيدهاي چرب متفاوت لسيتين سويا باشد به گونه‌اي كه همانطور كه در جدول ۲ مشاهده مي شود، جيره‌هاي حاوي لسيتين سويا داراي مقادير بالاي n-٦ و به دنبال آن نسبت پايين تر n-۳ به n-۶ در مقايسه با جيره‌هاي حاوي لسيتين تخم مرغ بوده است (Olsen *et al.*, 1999). گزارش شده كه نسبت بالاي n-۶ به n-۳ منجر به افزايش تجمع چربي در بافت روده و به دنبال آن اختلال در هضم و جذب چربي مي شود (Caballero *et al.*,

2003). از طرفي لسيتين تخم‌مرغ مورد استفاده داري اسيدهاي چرب به شدت غير اشباع HUFA بوده وليكن لسيتين سويا فاقد آن بوده است. ماهيان براي رشد مناسب نيازمند HUFA n-٣ هستند (Sargent *et al.*, 1999). اما عملكرد HUFA n-٣ بستگي به اين دارد كه به چه صورت اين اسيدهاي چرب ضروري در جيره براي ماهيان تامين شود، به صورتي كه تامين اسيدهاي چرب ضروري در شكل قطبي مانند لسيتين مناسبتر بوده و مي تواند منجر به افزايش معني‌دار رشد در ماهيان شوند (Gisbert *et al.*, 2005). علت اينكه لارو ماهيان به طور كارآمدتري از HUFA n-٣ در شكل لسيتين بهره مي گيرند، مي تواند مرتبط به كارايي بهتر آنزيم فسفوليپاز ٢ Aدر مقايسه با آنزيم ليپاز باشد (Cahu *et al.*, 2003). همچنين گزارش شده كه منابع متفاوت لسيتين به دليل تفاوت در ساختار اسيدهاي چربشان منجر به اثرات متفاوت از يكديگر بر رشد لارو ماهيان آيو (*Plecoglossus altivelis*) و ميگوي ژاپني (*Penaeus japonicus*) مي شوند (Kanazawa *et al.*, 1981, 1985 a,b). به عنوان مثال فسفاتيديل‌كولين و فسفاتيديل اينوزيتول حاوي اسيدهاي چرب HUFA به طور كارآمدتري توسط ماهيان مورد استفاده قرار مي گيرد (Ishikawa, 2007). بنابر اين به نظر مي‌رسد لسيتين تخم‌مرغ به دليل دارا بودن اسيدهاي چرب HUFA در مقايسه با لسيتين سويا كه فاقد آنها بوده است به طور كارآمدتري منجر به بهبود رشد در آلوين‌ها شده است.

استفاده از لسيتين تخم‌مرغ منجر به افزايش معني‌دار زنده‌ماني و همچنين مقاومت به تنش كمبود اكسيژن در آلوين‌ها شده است.

اين نتيجه در مطابقت با نتايج Kanazawa *et al.*, 1981; Geurden *et al.*, 1995)) است كه به ترتيب بيان داشته اند، استفاده از لسيتين تخم مرغ منجر به افزايش ميزان زنده‌ماني در لارو ماهيان آيو (*Plecoglossus altivelus*) Knife jaw وكپور (*Cyprinus carpio*) شده است. يكي از علل مطروحه در اين خصوص مي تواند مرتبط با تامين HUFA از لسيتين تخم‌مرغ باشد. همانطور كه از جدول ٢ مشاهده مي گردد، استفاده از لسيتين تخم‌مرغ به دليل اينكه حاوي HUFA بوده منجر به افزايش ميزان اين اسيدهاي چرب در جيره هاي آزمايشي شده است. از طرفي (Tago *et al.*, 1999) گزارش داده‌اند، فسفاتيديل‌كولين حاوي DHA به طور كارآمدتري در مقايسه با تري گليسيريد حاوي DHA منجر به افزايش مقاومت ماهيان فلاندر در مواجه با استرس كمبود اكسيژن، كاهش شوري و افزايش دما شده است. همچنين بيان شده كه فسفوليپيدهاي حاوي اسيدهاي چرب ٢٠ كربنه(HUFA) بخصوص آراشيدونيك اسيد (ARA, C٢٠ : ۴ n-۶) و ايكوزانوييک اسيد (EPA, C٢٠: ۵ n-٣) پيش ساز تشكيل ايكوزانوييدها بوده‌كه‌درسياري از فرآيندهاي فيزيولوژيكي از جمله لخته شدن خون، تنظيم ضربان قلب، واكنش‌هاي ايمني و آماسي، توليد مثل، كليه‌اي و عملكردهاي عصبي نقش دارند (Tocher *et al.*, 2008).

آزمايش فوق نشان داد كه استفاده از ٢ درصد لسيتين تخم‌مرغ در تغذيه آلوين‌هاي قزل‌آلاي رنگين كمان منجر به افزايش وزن نهايي در مقايسه با تيمارهاي حاوي لسيتين سويا و شاهد (فاقد لسيتين) مي شود. همچنين ميزان زنده‌ماني در مقابله با تنش كمبود اكسيژن با استفاده از لسيتين تخم‌مرغ به طور كارآمدي در مقايسه با تيمار شاهد افزايش مي يابد. از اين رو توصيه مي‌شود به جهت بهبود رشد و افزايش مقاومت به تنش‌هاي زيست محيطي در آلوين ماهي قزل‌آلاي رنگين كمان از ٢ درصد لسيتين تخم‌مرغ در فرمولاسيون جيره استفاده شود.

تشكر و قدرداني

از دانشگاه تربيت مدرس به جهت همياري و تامين مالي پروژه فوق كمال تشكر و سپاسگذاري را داريم.

References

- Abedian, A. M., Sotoudeh, E., Rezaei, M.H., 2011. Dietary soybean phosphatidylcholine affects growth performance and lipolytic enzyme activity in Caspian brown trout (*Salmo trutta Caspius*) alevin. Aquaculture Research (42): 655-663.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995: Association of official analytical chemists, official methods of analysis, 16th edition. Arlington, VA, USA.
- AOCS (2009) Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 6th edition. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA.
- Buchet, V., Zambonino-Infante J. L., Cahu, C.L., 2000. Effect of lipid level in a compound diet on the development of red drum (*Sciaenops ocellatus*) larvae. Aquaculture (184), 339-347.
- Caballero, M. J., Izquierdo, M.S., Kjorsvik, E., Montero, D., Socorro, J., Fernandez, A.J., Roselund, G., 2003. Morphological aspects of Intestinal cells from gilthead Seabream (*Sparusaurata*) fed diets containing different lipid sources, Aquaculture (225), 325–340.
- Cahu, C. L., Zambonino-Infante, J. L., Barbosa, V., 2003. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. British Journal of Nutrition (90), 21-28.
- Cahu, C. L., Gisbert, E., Villeneuve, L. A. N., Morais, S., Hamza, N., Wold, P.A., Zambonino-Infante, J.L., 2009. Influence of dietary phospholipids on early ontogenesis of fish. Aquaculture Research (40), 989-999.
- Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M. R., Bergot, P., Sorgeloos, P., 1997. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. Aquaculture (155), 149–164.
- Dabrowski, K., Rinchard, J., Czesny, S., 2007. Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival, growth, and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. Aquaculture (264), 363–371.
- Fontagne, S., Burtaire, L., Corraze, G., Bergot, P., 2000. Effects of mediumchain triacylglycérols (tricaprylin and tricaproin) and phospholipid supply on survival, growth and lipid metabolism in common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. Aquaculture (190), 289–303.
- Geurden, I., Radunz-Neto, J., Bergot, P., 1995. Essentiality of dietary phospholipids for carp (*Cyprinus carpio L.*) larvae. Aquaculture (131), 303–314.
- Geurden, I., Coutteau, P., Sorgeloos, P., 1997. Effect of dietary phospholipid supplementation on growth and fatty acid composition of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) and turbot (*Scophthalmus maximus L.*) juveniles from weaning onwards. Fish Physiology and Biochemistry (16), 259–272.
- Geurden, I., Gondouin, E., Rimbach, M., Koppe, W., Kaushik, S., Boujard, T., 2006. The evaluation of energy intake adjustments and preferences in juvenile rainbow trout fed increasing amounts of lipid. Physiology and Behavior (88), 325-332.
- Gisbert, E., Villeneuve, L., Zambonino-Infante, J.L., Quazuguel, P., Cahu, C.L., 2005. Dietary Phospholipids are more efficient than neutral lipids for long-chain polyunsaturated fatty acid supply in european sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Larval Development. Lipids (40), 609-618.
- Hamza, N., Mhetli, M., Khemis, I.B., Cahu, C., Kestemont, P., 2008. Effect of dietary phospholipids levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. Aquaculture (275), 274–282.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Animal and vegetable fats and oils, Determination of phosphorus content-Part 1: Colorimetric method, number 10741-1. 1-st. edition (in persian).
- Ishikawa, M., 2007. Lipids. In: Dietary supplements for the health and quality of cultured fish (Nakagawa, H., Minoru, S and Delbert, M. G., eds), 64-73. Crown press. UK.
- Izquierdo, M. S., Socorro, J., Arantazamendi, L., Hernandez-Cruz, C.M., 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. Fish Physiology and Biochemistry (22), 97-107.
- Izquierdo, M., Liu, J., Caballero, M.J., Ali, T.E.S., Hernandez-cruz, C. M., Valencia, A., Fernandez-palacios, H., 2002. Necessity of dietary lecithin and eicosapentaenoic acid for growth, survival, stress resistance and lipoprotein formation in gilthead seabream (*Sparus aurata*). Fisheries Science (68), 1165-1172.
- Kanazawa, A., Teshima, S., Inamori, S., Iwashita T., Nagao, A., 1981. Effects of phospholipids on survival rate and incidence of malformation in the larval ayu. Member Faculty of Fisheries Kagoshima Univiversity (30),301–309.

- Kanazawa, A., Teshima, S., sakamoto, M., 1985a. Effect of dietary lipids, fatty acids and phospholipids on the growth and survival of prawn (*Penaeus japonicas*) larvae. Aquaculture (50), 39-40
- Kanazawa, A., Teshima, S., Sakamoto, M., 1985b. Effects of dietary bonito-egg phospholipids and some phospholipids on growth and survival of the larval ayu (*Plecoglossus altivelis*). Journal of Applied Ichthyology (4),165-170.
- Koven, W.M., Kolkovski, S., Tandler, A., Kissil, G.W., Sklan, D., 1993. The effect of dietary lecithin and lipase, as function of age, on n−9 fatty acid incorporation in the tissue lipids of *Sparus aurata* larvae. Fish Physiology and Biochemistry (10), 357–364.
- Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A., Pelka, J. R., 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistary (38), 524-535.
- Morais, S., Conceicao, I.E.C., Rønnestad, I., Koven, W., Cahu, C., Zambonino-Infante, J.L., Dinis, M.T., 2007. Dietary neutral lipid level and source in marine fish larvae: Effects on digestive physiology and food intake. Aquaculture (268), 106–122.
- National Research Council (NRC), 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington., 114 pp.
- Olsen, R. E., Myklebust, R., Kaino, T., Ringo, E., 1999. Lipid digestibility and ultrastructural changes in the enterocytes of arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) Fed Linseed Oil and Soybean Lecithin, Fish Physiology and Biochemistry (21), 35–44.
- Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., Estevez, A., 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture (177),191-199.
- Tago, A., Yamamoto, Y., Teshima, S., Kanazawa, A., 1999. Effects of 1,2-di-20:5 phosphatidylcholine (PC) and 1,2-di-22:6-PC on growth and stress tolerance of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae. Aquaculture (179), 1-4.
- Tidwell, J.H. Allan, G.L., 2002. Fish as food: aquaculture's contribution. World Aquaculture (33), 44–48
- Tocher, D.R., Bell, J.G., Dick, J.R. Crampton, V.O., 2003. Effects of vegetable oil diets on Atlantic salmon hepatocyte desaturase activities and liver fatty acid compositions. Lipids (38), 723–732.
- Tocher , D. R., Bendiksen, E.A., Campbell, P.J., Bell, J.G., 2008. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. Aquaculture (280), 21-34.
- Wold, P.A., Hoehne-Reitan, K., Cahu, C.L., Zambonino Infante, J., Rainuzzo, J., Kj-rsvik, E., 2007. Phospholipids vs. neutral lipids: effects on digestive enzymes in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. Aquaculture (272), 502-513.

The Effect of Soybean and Egg Lecithin on the Growth, Survival and Resistance to Anoxia Stress in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Alevin

H. Mohammadi Azarm[1], A. Abedian Kenari*[1] and M. Hedayati[2]

[1] Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, I.R. Iran

[2] Institute of Endocrinology and Metabolism, Shaheed Beheshti University of Medical Sciences, I.R. Iran

(Received: 26/07/2011 , Accepted: 09/01/2012)

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of different lecithin sources and their levels on growth performance and resistance to anoxia stress of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) alevin with initial weight of 120 ± 4.08 g for 40 days. Soybean and egg lecithin at 2, 4 and 6 % levels were added to the diets. Seven treatments by three replications were used in this experiment. Therefore, 165 alevin were used per each 90 L tank. Alevin were fed to visual satiation at six meals per day for 40 days. At the end of experiment, alevins were fed by 2% egg lecithin had significantly higher ($p<0.05$) growth performance compared to control group. Growth parameters in soybean lecithin groups were not significantly different compared to control group. Alevins were fed by 6 % egg lecithin had significantly higher survival rate than other treatments and control group. Also alevins were fed by all levels of egg lecithin had significantly higher resistance to anoxia stress compared to control group. The result of this experiment showed that egg lecithin induced to significantly affect on the growth performance and resistance to anoxia stress. The optimal dietary level of egg lecithin for this size is 2 % of diet.

Keywords: Soybean lecithin, Egg lecithin, Alevin, Growth, Stress, Rainbow trout

*Corresponding author: Tel:+981226253101-3 Fax:+9812236253499 E-mail: aabedian@modares.ac.ir