مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال ششم، شماره چهارم، پیاپی بیست و چهارم، بهار ۱۳۹۷ (۲۱-۱۱)

بررسی اثر لوامیزول بر فاکتورهای رشد، درصد بقا و مقاومت در برابر استرس تراکم در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرواری

سعید مشکینی[1*]، علی اکبر طافی[2]

۱. استادیار دانشکده دامپزشکی و پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه دانشگاه ارومیه

۲. دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی منابع طبیعی- گرایش تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۴)

چکیده

این تحقیق بمنظور بررسی اثر لوامیزول بر شاخص‌های رشد و مقاومت قزل‌آلای رنگین‌کمان در برابر استرس تراکم انجام گرفت. بدین منظور ۱۰۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۶±۱۵۰ گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی ارومیه تهیه شد و در قالب پنج تیمار و با جیره حاوی ۰، ۱۰۰، ۲۵۰ ، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در هر کیلوگرم غذا و با تراکم ۳۳ کیلوگرم در متر مکعب به مدت ۴۵ روز تغذیه شدند و سپس تا روز ۶۰ همه تیمارها با جیره فاقد لوامیزول و تحت تنش تراکم دو و سه برابر دوره پرورش قرار گرفتند. هر پانزده روز ماهیان کلیه تیمارها زیست سنجی گردیدند و شاخص‌های رشد آنها محاسبه گردید. نتایج نشان داد ماهیان تغذیه شده با لوامیزول در مقایسه با گروه شاهد رشد مطلوبتر و معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نشان دادند. بهترین غلظت لوامیزول برای شاخص‌های رشد، ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا بوده و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا دارای کمترین تأثیر در این شاخص‌ها بود. بیشترین درصد بقا تحت استرس تراکم دو و سه برابر، به ترتیب در تیمارهای ۵۰۰، ۲۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در هر کیلوگرم غذا مشاهده شد و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در هر کیلوگرم غذا باعث افزایش معنی‌دار تلفات نسبت به تیمار شاهد گردید ($P<۰/۰۵$). این نکته می‌تواند نشان دهنده مسمومیت مزمن در این غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول باشد. در نهایت پیشنهاد می‌شود برای بهبود شرایط رشد و بقا در قزل‌آلای رنگین‌کمان از مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، لوامیزول، فاکتورهای رشد، استرس تراکم.

Effects of Levamisole on growth factors, survival percent and resistant against density stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Saeid Meshkini[1*], Ali Akbar Tafi[2]

1. Assistance of Professor, Faculty of Veterinary Medicine and Urmia Lake Research Institute, Urmia University, Iran

2. Ph. D. Candidate of Aquaculture, Fishery Department, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

(Received: May 29, 2014 - Accepted: May 14, 2018)

Abstract

The present study was evaluated to determine effects of levamisole on growth and resistance of rainbow trout against density stress. For this purpose 1000 pieces fish (average weight of 150±6 g) were obtained from a local fish farm of Urmia and were divided in 5 test groups (33 kg/m^3 density) and were fed on diet supplemented with levamisole at 0, 100, 250, 500 and 1000 mg per kg of diet for a period of 45 days. Then the fishes of all groups were fed on commercial diet without levamisole and were exposed density stress by 2-3 folds for the following 15 days. Biometry of fishes was done every 15 days and growth factors were measured. Results show that high level of levamisole (1000 mg/kg) had the lowest effect on growth factors of fishes. The maximum survival percent of fishes were observed in 500, 250, and 100 mg/kg Levamisole at the end of research and the level 1000 mg/kg Levamisole caused increase mortality of fishes into control group in density stress significantly ($P<0.05$). This can impress chronic toxicity of this Levamisole dosage. According the results of this study we suggest 500 mg/kg levamisole to improve growth and survival factors in rainbow trout.

Keywords: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Levamisole, Growth factors, Density stress.

* نویسندهٔ مسئول: E-mail: s.meshkiniy@gmail.com

مقدمه

پرورش ماهی یک صنعت مهم و سودآور بوده و تاکنون انواع زیادی از ماهیان آب شیرین و دریایی مورد پرورش قرار گرفته‌اند و تولیدات آبزی پروری هر ساله در دنیا در حال افزایش است. افزایش تراکم در محیط های پرورشی ماهیان به منظور رسیدن به تولید بیشتر معمولاً به خطر افتادن سلامت ماهیان پرورشی را به دنبال خواهد داشت. چنین شرایطی باعث به وجود آمدن محیطی شده که از نظر رشد و فیزیولوژیکی ماهیان را ضعیف نموده و احتمال آلودگی آنها را به عوامل بیماریزا افزایش خواهد داد (Meshkini *et al*., 2012). حدود ۴۰ درصد از تولید آبزیان در دنیا از آبزی پروری به دست می آید و از عمده‌ترین مسائلی که پرورش دهندگان در امر پرورش آبزیان با آن مواجه هستند، کاهش میزان ماندگاری و بقای ماهیان در اثر استرس‌های مختلف محیطی بویژه تراکم بالا می‌باشد (Aditya *et al*., 2008).

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از گونه‌های مهم پرورشی در دنیا بوده که هر نوع فعالیت علمی در جهت کاهش مشکلات موجود در روند پرورش این گونه تجاری از اهمیت بالایی برخوردار است. تغذیه و کنترل کیفی آب دو بعد اساسی و مهم موفقیت در آبزی‌پروی از جمله پرورش قزل‌آلا است و افزودن مکمل‌های غذایی خاص به جیره باعث بهبود رشد و تقویت سیستم ایمنی ماهیان شده و در کوتاه کردن طول دوره پرورش مؤثر است. این مکمل‌های غذایی تحت عنوان محرک‌های ایمنی شناخته شده‌اند (Sukhoverkhov, 2006).

محققین زیادی ارتباط بین محرک‌های ایمنی و افزایش رشد را گزارش کرده‌اند (Booniaratpalin *et al*., 1995; Pirhonen, 2003; Bahram *et al*., 2005; Sukhoverkhov, 2006). محرک‌های ایمنی باید قبل از وقوع استرس یا بیماری و برای کاهش خسارات ناشی از آن مورد استفاده قرار گیرند، چرا که قادر هستند نقصان و ضعف سیستم ایمنی ناشی از استرس وارده به ماهی را جبران کنند (Anderson *et al*., 1995).

تجویز خوراکی عملی‌ترین روش برای استفاده و معرفی محرک‌های رشد و ایمنی است و تاکنون روش خوراکی برای استفاده از محرک‌های ایمنی همچون گلوکان‌ها، EF203 (یک محرک ایمنی که از تخم مرغ تهیه می‌شود)، لاکتوفرین (Jorgensen *et al*., 1993)، لوامیزول و کیتوزان (Kitao & Yoshida, 1986; Asmita & Uday, 2013) گزارش شده است. این روش بدون استرس بوده و استفاده از محرک را بدون توجه به اندازه ماهی مقدور می‌سازد.

لوامیزول یک داروی ضد کِرم بوده که برای مبارزه با آلودگی با نمادتودها در انسان و حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق بررسی‌های انجام گرفته لوامیزول باعث بهبود شاخص‌های رشد، افزایش مقاومت و بازماندگی در برابر آلودگی‌های مختلف در ماهیان نیز می‌شود (Symoens & Rodenthall, 1977).

از آنجایی که قزل‌آلای رنگین‌کمان جزو گونه‌های مهم تجاری ایران بوده و سهم مهمی در تامین پروتئین حیوانی مورد نیاز جمعیت رو به رشد کشورمان دارد و همچنین با توجه به اینکه بالا بردن تراکم در واحد سطح یا حجم برای افزایش تولید این گونه استرس زیادی را به ماهیان وارد می کند، تصمیم بر آن شد تا برای رفع این مشکل در این تحقیق تأثیر استفاده از لوامیزول به صورت خوراکی بر شاخص‌های رشد و مقاومت گونه قزل‌آلای رنگین‌کمان در برابر استرس تراکم مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهیان و شرایط پرورشی

تعداد ۱۰۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۶±۱۵۰ گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی ارومیه تهیه شده و به پژوهشکده آرتمیا و آبزیان دانشگاه ارومیه منتقل گردیدند. پس از یک هفته سازگاری ماهیان با شرایط محیط آزمایش، به تعداد

مساوی در ۱۵ حوضچه ۵۰۰ لیتری پلی‌اتیلنی استوانه‌ای با حجم آبگیری ۳۰۰ لیتر (تراکم ۳۳ کیلوگرم در مترمکعب) تقسیم گردیدند. ماهیان در پنج تیمار غذایی (غذای کنسانتره تجاری به عنوان جیره شاهد و چهار جیره آزمایشی حاوی ۱۰۰ ، ۲۵۰ ، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در هر کیلوگرم غذای تجاری) و با سه تکرار برای هر تیمار به مدت دو ماه (۴۵ روز با استفاده از تیمارهای آزمایشی حاوی لوامیزول و ۱۵ روز با استفاده از غذای تجاری فاقد لوامیزول) تحت پرورش قرار گرفتند. طی دوره پرورش اندازه‌گیری اکسیژن (به طور روزانه بوسیلهٔ دستگاه دیجیتالی اُکسی‌متر ساخت شرکت CRISON اسپانیا مدل 45 P)، pH و دمای آب (به طور روزانه بوسیلهٔ دستگاه دیجیتالی pH متر شرکت Elmetron مدل CP–411)، نیتریت، نیترات و آمونیاک آب (به صورت هفتگی و با دستگاه فتومتر 7500 ساخت شرکت پالین انگلستان) و جمع آوری تلفات به صورت روزانه صورت گرفت. آب مورد نیاز برای پرورش ماهیان قزل آلا از یک حلقه چاه عمیق تامین گردید.

تهیه جیره غذایی و غذادهی

غذای تجاری استفاده‌شده در این تحقیق سایز GFT-2 ساخت شرکت چینه تهران بود. مقدار غذای روزانه برای هر گروه از ماهیان با استفاده از جدول استاندارد غذادهی (Hardy, 2002) تعیین گردید. آنالیز غذای استفاده شده به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱. آنالیز غذای تجاری GFT-1 استفاده شده برای تغذیه ماهیان

پروتئین خام (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	فیبر (درصد)	فسفر (درصد)	رطوبت (درصد)
حداقل ۴۰	حداقل ۱۴	۱۰ درصد	حداکثر ۴	حداقل ۱/۱	۱۱

برای تهیه جیره‌های حاوی لوامیزول، روزانه غذای هر تیمار با ترازوی دیجیتالی وزن شده و سپس مقدار لوامیزول لازم برای هر تیمار (۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا)، با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن و در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید و با آب پاش‌های جداگانه روی غذای هر تیمار اسپری و در دمای اتاق خشک گردید و تا زمان استفاده در یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. روی غذای گروه شاهد ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر اسپری گردید. غذادهی ماهیان در ۴ وعده بین ساعات ۸ صبح تا ۶ عصر و در فواصل مساوی صورت گرفت.

زیست‌سنجی و اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

برای زیست‌سنجی ماهیان در روز صفر جمعاً ۹ قطعه ماهی و در روزهای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ از هر تیمار ۹ عدد ماهی (۳ عدد به ازاء هر تکرار) بطور تصادفی صید و پس از بیهوشی آنها با استفاده از محلول ۵۰۰ قسمت در میلیون پودر گُل‌میخک (Pirhonen, 2003)، وزن زنده آنها با ترازوی الکتریکی (با دقت ۰/۰۱ گرم) و طول کل و طول استاندارد با استفاده از خط کش میلیمتری اندازه‌گیری و ثبت گردید.

با استفاده از اطلاعات زیست‌سنجی، شاخص‌های رشد طبق رابطه‌های زیر محاسبه گردید:

۱) ضریب تبدیل غذایی[1] = مقدار غذا / افزایش وزن

۲) درصد افزایش وزن[2] = $\left[\left(w_2 - w_1\right)/w_1\right]\times 100$

۳) رشد روزانه برحسب گرم[3] = (w_2-w_1/t)

1. Food conversion rate
2. Growth Rate
3. Daily growth

۴) ضریب رشد ویژه[1] = $\frac{(Lnw_2 - Lnw_1)\times 100}{t_2 - t_1}$

۵) کارآیی غذایی[2] = ۱۰۰ / ضریب تبدیل غذایی

۶) ضریب چاقی یا فاکتور وضعیت[3] = ۱۰۰ × (وزن)/ (طول کل)^3

در فرمول‌های فوق w وزن زنده بر حسب گرم، L طول کل بر حسب سانتی‌متر و t زمان برحسب روز است (Hoseini Najdgerami *et al*. 2007).

استرس‌های تراکم

پس از ۴۵ روزهٔ تغذیه با لوامیزول، برای ارزیابی اثر لوامیزول بر قدرت دفاعی ماهیان در شرایط استرسی تراکم بالا، تمام ماهیان هر گروه در دو حوضچه به صورت جداگانه یکی با تراکم دو و دیگری با تراکم سه برابر حالت دوره پرورش با لوامیزول (یعنی به ترتیب با تراکم ۶۶ و ۹۹ کیلوگرم در مترمکعب) و با همان شرایط فیزیکوشیمیایی آب تقسیم گردیدند. تغذیه تمام ماهیان تحت استرس با غذای تجاری فاقد لوامیزول تا روز ۶۰ ادامه یافت. در روز اول شروع استرس‌ها، ابتدا در هر ۳ ساعت یکبار و در روزهای بعد به صورت روزانه تلفات ماهیان شمارش و ثبت گردید (Meshkini, 2003).

آنالیز آماری داده‌ها

در این تحقیق جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16، آزمون One-way ANOVA تست Duncan استفاده گردید.

نتایج

بررسی نتایج آماری تغییرات وزن کل (جدول ۲) حاکی از آن است که تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) در تمام روزهای نمونه برداری دارای بیشترین میانگین وزن کل بوده که در روزهای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ با استرس تراکم دو و سه برابر با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بوده است.

طبق جدول ۳ بیشترین میانگین طول کل در روز ۱۵ متعلق به تیمار سوم (تغذیه شده با ۲۵۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلو گرم غذا) بوده که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار داشته و از روز ۱۵ به بعد تا پایان دوره تحقیق تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) دارای بیشترین میانگین طول کل بوده که با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داده است.

بر اساس آنچه که در جدول ۴ دیده می‌شود از نظر میانگین درصد افزایش وزن تنها در نمونه‌برداری روز ۴۵ بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده شده است که در این روز (روز ۴۵) تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) با داشتن بیشترین درصد افزایش وزن تفاوت معنی‌داری را با گروه شاهد نشان داده است.

هرچند از نظر شاخص درصد افزایش وزن در بین تیمارهای مختلف تفاوت های معنی‌داری در اکثر روزهای نمونه برداری وجود ندارد اما صرف نظر از تأثیر لوامیزول، بیشترین درصد افزایش وزن در دوره اولیه رشد (روز صفر تا روز ۱۵) و کمترین مقدار نیز در دوره ۴۵ تا ۶۰ روز با استرس تراکم سه برابر دیده می‌شود. از طرفی افزایش تراکم مستقل از تأثیر لوامیزول، سبب کاهش درصد افزایش وزن در کلیه تیمارها می‌گردد (جدول۴) و چنین وضعیتی در مورد شاخص رشد روزانه هم مشاهده می‌شود (جدول۵).

طبق داده‌های جدول ۵ از نظر شاخص رشد روزانه در تمام روزهای نمونه برداری تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشده است و این در حالیست که تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) همواره تا پایان دوره آزمایش دارای بیشترین میانگین رشد روزانه در بین تمام تیمارها بوده است.

1. Special Growth Rate: SGR
2. Food Efficiency
3. Condition factor

جدول ۲. میانگین تغییرات وزن کل ماهیان تیمارهای مختلف بر حسب گرم (± انحراف معیار)

دوره پرورش (روز)	تیمارها				
	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
صفر	152.23(±2.02) a	152.23(±2.02) a	152.23(±2.02) a	152.23(±2.02) a	152.23(±2.02) a
۱۵	175.29(±5.18) a	186.41(±11.19) a	178.92(±8.01) a	187.36(±10.62) a	184.16(±1.75) a
۳۰	198.85(±9.59) a	204.90(±12.13) a	210.87(±13.46) ab	225.08(±1.84) b	207.40(±6.24) ab
۴۵	218.04(±8.97) a	236.18(±8.56) b	246.87(±4.98) b	275.87(±4.65) c	236.37(±5.50) b
۶۰ (تراکم دو برابر)	233.09(±2.57) a	254.45(±10.15) b	285.08(±16.39) c	310.50(±4.66) d	253.72(±3.00) b
۶۰ (تراکم سه برابر)	226.31(±4.52) a	251.99(±6.91) bc	260.00(±4.74) c	297.90(±9.47) d	246.22(±7.65) b

(حروف یکسان در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0.05)

جدول ۳. میانگین تغییرات طول کل ماهیان بر حسب سانتی متر (± انحراف معیار)

دوره پرورش (روز)	تیمارها				
	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
صفر	24.38(±0.50) a	24.38(±1.65) a	24.38(±0.60) a	24.38 (1.10) a	24.38(±1.43)a
۱۵	25.61(±0.23) a	25.45(±0.59) a	25.97(±0.25) a	25.79(±0.53) a	25.20(±0.63) a
۳۰	25.79(±0.71) a	25.98(±0.54) ab	27.07(±0.63) b	26.54(±0.54) ab	25.79(±0.76) a
۴۵	26.63(±0.99) a	26.92(±1.13) ab	28.23(±0.46) b	28.27(±0.28) b	26.38(±0.71) a
۶۰ (تراکم دو برابر)	27.73(±0.24) ab	28.25(±0.33) bc	28.58(±0.40) cd	29.11(±0.43) d	27.13(±0.57) a
۶۰ (تراکم سه برابر)	26.85(±0.61) a	26.87(±0.36) a	27.33(±0.60) ab	28.04(±0.64) b	26.24(±0.78) a

(حروف یکسان در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0/05)

جدول ۴. میانگین تغییرات درصد افزایش وزن (± انحراف معیار) گروه های مختلف ماهیان طی دوره تحقیق

دوره پرورش (روز)	تیمار				
	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
۱۵ –۰	15.14(±2.90) a	20.49(±6.91) a	17.56(±6.08) a	23.05(±6.35) a	20.99(±1.36) a
۳۰–۱۵	13.61(±8.87) a	12.02(±10.34) a	17.81(±3.64) a	20.36(±5.89) a	12.64(±4.34) a
۴۵–۳۰	9.78(±5.87) a	15.41(±4.45) ab	17.47(±9.43) ab	22.43(±2.03) b	14.05(±6.56) ab
۶۰ (تراکم دو برابر)	7.38(±5.54) a	7.93(±8.24) a	15.52(±7.23) a	12.71(±3.56) a	7.38(±2.84) a
۶۰ (تراکم سه برابر)	4.18(±2.77) a	6.72(±1.66) a	5.37(±4.08) a	8.16(±5.20) a	4.17(±2.69) a

(حروف یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0/05)

جدول ۵. میانگین تغییرات رشد روزانه (± انحراف معیار) گروه‌های مختلف ماهیان طی دوره تحقیق

دوره پرورش (روز)	تیمار				
	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
۱۵ –۰	1.54(±0.30) a	1.44(±1.20) a	1.78(±0.60) a	2.34(±0.65) a	2.13(±0.12) a
۳۰–۱۵	1.58(±0.99) a	2.09(±0.53) a	2.13(±0.48) a	2.51(±0.59) a	1.55(±0.52) a
۴۵–۳۰	1.28(±0.72) a	2.09(±0.53) a	2.40(±1.13) a	2.82(±0.79) a	1.93(±0.62) a
۶۰ (تراکم دو برابر)	1.05(±0.75) a	1.22(±1.23) a	2.55(±1.18) a	2.33(±0.61) a	1.16(±0.42) a
۶۰ (تراکم سه برابر)	0.60(±0.38) a	1.05(±0.23) a	0.87(±0.65) a	1.49(±0.94) a	0.66(±0.42) a

(حروف یکسان در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0/05)

همان گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود از نظر میانگین ضریب رشد ویژه طی دوره تحقیق تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشده است و این در حالی است که در روز ۴۵ و ۶۰ با استرس تراکم سه برابر بهترین میانگین ضریب رشد ویژه متعلق به تیمار سوم (تغذیه شده با ۲۵۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) بوده و در بقیه روزهای نمونه برداری بیشترین میانگین ضریب رشد ویژه متعلق به تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) بوده است.

طبق نتایج جدول ۷ از نظر شاخص میانگین ضریب چاقی تا روز ۳۰ دوره تحقیق تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشده است. اما در روز ۶۰ با استرس تراکم دو برابر تیمارهای چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) و پنجم (تغذیه شده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) دارای بیشترین میانگین ضریب چاقی بوده و با گروه شاهد هم تفاوت معنی‌دار نشان داده‌اند. در روز ۶۰ با استرس تراکم سه برابر هم تیمار پنجم (تغذیه شده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) بالاترین میانگین ضریب چاقی را داشته و با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار داشته است.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۸ در تمام روزهای نمونه‌برداری تا پایان دوره آزمایش تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) دارای ضریب تبدیل غذایی بهتر نسبت به بقیه تیمارها می‌باشد.

جدول ۶. میانگین تغییرات ضریب رشد ویژه (± انحراف معیار) ماهیان در دوره تحقیق

	تیمار				
دوره پرورش (روز)	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
۱۵ –۰	0.94(±0.17) a	1.24(±0.38) a	1.07(±0.34) a	1.38(±0.34) a	1.27(±0.75) a
۳۰–۱۵	0.84(±0.52) a	0.74(±0.60) a	1.09(±0.20) a	1.23(±0.33) a	0.79(±0.26) a
۴۵–۳۰	0.62(±0.35) a	0.95(±0.26) a	1.96(±0.53) a	1.14(±0.30) a	0.87(±0.29) a
۶۰ (تراکم دو برابر)	0.47(±0.34) a	0.50(±0.50) a	0.95(±0.42) a	0.80(±0.21) a	0.47(±0.18) a
۶۰ (تراکم سه برابر)	0.27(±0.18) a	0.43(±0.10) a	0.35(±0.26) a	0.52(±0.32) a	0.27(±0.17) a

(حروف یکسان در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0/05)

جدول ۷. میانگین تغییرات ضریب چاقی (± انحراف معیار) در تیمارهای مختلف

	تیمار				
دوره پرورش (روز)	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
صفر	1.18(±0.17) a	1.18(±0.17)	1.18(±0.17) a	1.18(±0.17) a	1/18(±0.17) a
۱۵	1.04(±0.06) a	1.11(±0.08) a	1.02(±0.06) a	1.09(±0.06) a	1.09(±0.06) a
۳۰	1.16(±0.05) a	1.17(±0.03) a	1.07(±0.14) a	1.21(±0.07) a	1.21(±0.09) a
۴۵	1.16(±0.13) ab	1.22(±0.12) ab	1.10(±0.03) a	1.18(±0.03) ab	1.33(±0.11) b
۶۰ (تراکم دو برابر)	1.09(±0.04) a	1.13(±0.06) ab	1.22(±0.04) bc	1.26(±0.07) c	1.27(±0.07) c
۶۰ (تراکم سه برابر)	1.17(±0.06) a	1.30(±0.05) ab	1.28(±0.09) ab	1.35(±0.07) ab	1.37(±0.17) b

(حروف یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0/05)

جدول ۸. میانگین تغییرات ضریب تبدیل غذایی (± انحراف معیار) در تیمارهای مختلف

	تیمار				
دوره پرورش (روز)	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
۱۵ –۰	2.62(±0.03) b	2.73(±0.03) d	2.69(±0.02) c	2.58(±0.02) a	2.72(±0.02) d
۳۰–۱۵	2.22(±0.13) d	2.07(±0.06) b	2.21(±0.03) d	2.01(±0.02) a	2.16(±0.02) c
۴۵–۳۰	2.34(±0.04) e	1.90(±0.03) d	1.53(±0.02) b	1.44(±0.03) a	1.81(±0.04) c
۶۰–۴۵ (تراکم ۲ برابر)	2.04(±0.02) e	1.97(±0.02) c	1.89(±0.05) b	1.58(±0.03) a	1.99(±0.03) d
۶۰–۴۵ (تراکم ۳ برابر)	2.52(±0.08) d	2.53(±0.12) d	2.39(±0.04) c	2.06(±0.07) a	2.22(±0.14) b

طبق نتایج جدول ۹ در تمام طول دوره آزمایش تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) بیشترین کارایی غذایی را داشته که همواره با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار دارد.

بر اساس آنچه که در نمودار ۱ مشاهده می‌گردد تیمار چهارم (تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) دارای بیشترین درصد بقا در پایان دوره تحقیق می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

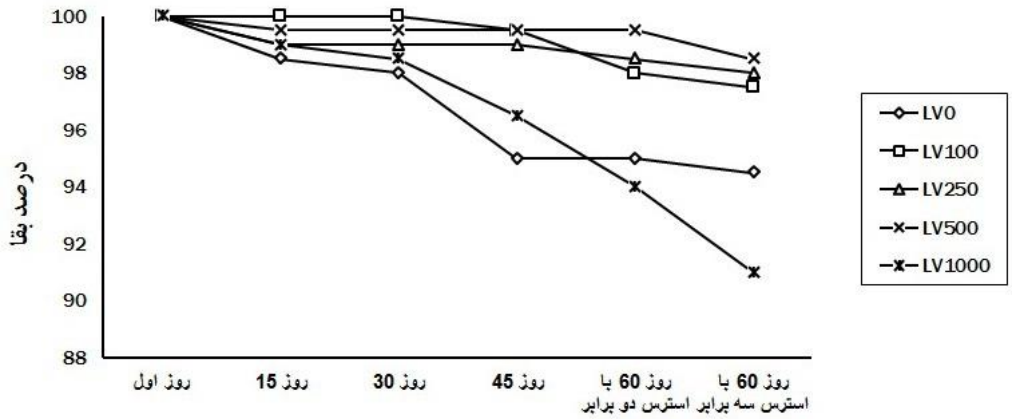
با توجه به مقادیر بهینه فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب برای پرورشی قزل‌آلای رنگین‌کمان که توسط محققین مختلف ارائه گردیده (McNeely & Neimanis, 1979; Nadery Jolodar *et al*., 2006; Emadi, 2008; Yazdanbakhsh *et al*., 2009) و با در نظر گرفتن نتایج حاصل از اندازه‌گیری این فاکتورها در طول دورهٔ تحقیق حاضر، مشخص گردید که کلیه مقادیر این شاخص‌ها در تحقیق پیش رو در محدوده استاندارد برای ماهی قزل آلا بوده و نتایج بدست آمده در این تحقیق مستقل از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بوده است.

پژوهشگران زیادی موضوع تأثیر محرک‌های رشد و ایمنی را در آبزیان مورد بررسی قرار داده‌اند و از جمله این محرک‌ها لوامیزول است که به صورت‌های مختلف و در مراحل مختلف زندگی گونه‌های مختلف آزمایش شده است و در مقادیر متفاوت نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. به‌عنوان مثال تأثیر لوامیزول بر میزان بازماندگی نوزادان تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) به‌صورت غوطه‌وری بررسی شده و مشخص شده است که لوامیزول موجب کاهش معنادار درصد تلفات تاسماهی ایرانی می‌شود (Nadery Jolodar *et al*., 2006).

جدول ۹. میانگین تغییرات کارایی غذایی (± انحراف معیار) گروه های مختلف ماهیان طی دوره تحقیق

دوره پرورش (روز)	تیمار				
	LV0	LV100	LV250	LV500	LV1000
۱۵ -۰	38.22(±0.12) c	36.67(±0.23) a	37.22(±0.14) b	38.71(±0.24) d	36.81(±0.20) a
۳۰-۱۵	45.11(±0.15) a	48.30(±0.15) c	45.32(±0/17) a	49.83(±0.11) d	46.37(±0.12) b
۴۵-۳۰	42.80(±0/25) a	52.72(±0.21) b	65.50(±0.19) d	69.61(±0.10) e	55.35(±0.26) c
۶۰-۴۵ (تراکم ۲ برابر)	49.10(±0.26) a	50.85(±0/24) c	53.00(±0.16) d	63.43(±0.11) e	50.34(±0.30) b
۶۰-۴۵ (تراکم ۳ برابر)	39.74(±0.19) a	39.58(±0.20) a	41.90(±0.12) b	48.62(±0.19) d	45.11(±0.11) c

(حروف یکسان در هر ردیف نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد. ANOVA, Duncan, p≤0/05)



نمودار ۱. میانگین تغییرات درصد بقا در گروه های ماهیان تغذیه شده با مقادیر مختلف لوامیزول

همچنین در یک دوره دو هفته‌ای تأثیر غلظت‌های ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در دسی‌متر مکعب لوامیزول بر روی لارو ماهی کپور بررسی شده و نتایج نشان داده است که بیشترین افزایش وزن و طول متعلق به کمترین مقدار لوامیزول یعنی تیمار دو میلی‌گرم در دسی‌متر مکعب لوامیزول و کمترین افزایش وزن و طول متعلق به گروه شاهد می‌باشد. از طرفی بیشترین درصد بقا در تیمار ۲۰ میلی‌گرم در دسی‌متر مکعب لوامیزول (۹۷٪) و کمترین درصد بقا در تیمار شاهد و دو میلی‌گرم در دسی‌متر مکعب لوامیزول (۹۳٪) گزارش شده است (Siwicki & Korwin-Kossakowski, 1988). در تحقیق دیگری تأثیر غلظت‌های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) توسط محققین بررسی شده است و نتایج بیانگر بیشترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار شاهد و ۱۲۵ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا و بیشترین ضریب رشد ویژه و بیشترین درصد بقا در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا می‌باشد (Maqsood *et al*., 2009).

در تحقیق حاضر نیز تأثیر داروی لوامیزول بر شاخص‌های رشد و مقاومت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و به طور کلی مشخص گردید که این دارو در مقادیر مختلف تأثیرات متفاوتی بر روی رشد و شاخص‌های آن دارد. به عبارت دیگر طبق نتایج حاصل از این تحقیق تأثیر کیتوزان بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مستقل از مقدار به‌کار رفته آن در غذا است و تأثیر آن بر بهبود شاخص‌های رشد این ماهی لزوما با افزایش مقدار آن در غذا، بیشتر نمی‌شود. در بین تیمارهای مختلف اساسا غلظت بالای لوامیزول در تیمار پنجم (۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) اثر کمتری بر افزایش میانگین وزن کل ماهیان قزل‌آلای ۱۵۰ گرمی دارد، به طوریکه تیمار فوق در تمام طول دوره تحقیق و خصوصا در پایان تحقیق در میان تیمارهای تغذیه شده با لوامیزول از کمترین میزان وزن برخوردار بوده است (جدول ۲). همچنین این تیمار (تیمار پنجم) باعث مهار طول کل ماهیان در طول دوره تحقیق گردیده است و در برخی موارد میزان شاخص طول کل در این تیمار از تیمار شاهد هم پایین‌تر است (جدول ۳).

تراکم همواره به عنوان یک عامل مهم استرس‌زا در پرورش آبزیان به حساب می‌آید. در تحقیقی که Gholipoor *et al*. (2006) انجام دادند، تأثیر استرس تراکم ۴۴، ۶۲، ۷۲ و ۹۵ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در هر مترمکعب بر شاخص‌های رشد این ماهی نشان می‌دهد که در برخی شاخص‌های رشد و درصد بقا، تراکم ۴۴ و ۶۲ قطعه ماهی در متر مکعب دارای بیشترین مقدار افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و درصد بقا می‌باشند، از طرفی در تراکم‌های پایین میزان ضریب تبدیل غذایی نیز کاهش می‌یابد. افزایش تراکم سه برابر ماهیان در مطالعه حاضر سبب کاهش ضریب رشد ویژه، افزایش ضریب تبدیل غذایی و کاهش کارایی غذایی در ماهیان تمام تیمارها گردید (جداول۶، ۸ و ۹) ولی در عین حال استفاده از ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلو گرم غذا نقش مؤثری در کاهش استرس تراکم و افزایش بقای ماهیان دارد (نمودار۱) که این موضوع با نتایج گزارش شده توسط Gholipoor *et al*. (2006) همخوانی دارد.

در بررسی تأثیر کیتوزان (۱ درصد)، لوامیزول (۲۵۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا) و کیتین (۱ درصد) بر کپور معمولی در یک دوره ۹۰ روزه (Gopalakannan & Arul, 2006) مشخص گردید که کیتوزان و لوامیزول تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد مانند افزایش وزن و ضریب چاقی ماهی کپور معمولی دارند. نتایج این تحقیق می تواند تایید کننده نتایج حاصل از تحقیق حاضر در بهبود شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در اثر تغذیه با لوامیزول (تیمار چهارم) باشد و تفاوت مقادیر مؤثر در بهبود

شاخص‌های رشد در این دو تحقیق دلایل متعددی همچون تفاوت گونه‌های مورد آزمایش، تفاوت های فیزیولوژیکی، متابولیسمی و حتی تفاوت‌های ژنتیکی آنها دارد (Shahidi *et al*., 2012).

در یک بررسی صورت گرفته اثر چهار غلظت ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا بر روی هیبرید *Morone chrysops* ×*Morone saxatilis* مورد بررسی قرار گرفت (Li *et al*., 2006) و بعد از سه هفته بیشترین افزایش وزن در غلظت‌های کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلو گرم غذا بدست آمد بطوریکه تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا از نظر آماری بیشترین افزایش وزن را نشان داد. از طرفی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا، کارآیی غذایی نیز افزایش داشته است، این درحالی است که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا با اثر مسمومیت مزمن باعث کاهش رشد، کاهش جذب، کاهش کارایی غذایی و کاهش درصد بقا گردیده است.

در مطالعه حاضر هم مقدار بالای لوامیزول (تیمار پنجم)، باعث کاهش درصد بقا در گونه قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت به دیگر تیمارها شده است (نمودار۱) که با نتایج تحقیق Li *et al*. (2006) که یک مسمومیت مزمن در مقادیر ۱۰۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در کیلوگرم غذا را گزارش نموده‌اند، همسو می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصله از بررسی شاخص‌های مختلف رشد در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با مقادیر ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم لوامیزول در یک دوره ۴۵ روزه، نتیجه گیری می‌گردد که مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول در هر کیلوگرم غذا نسبت به مقادیر کمتر و بالاتر باعث بهبود شاخص‌های رشد و افزایش بقای این ماهی می‌گردد. همچنین ماهیان تغذیه شده با ۵۰۰ میلی‌گرم لوامیزول استرس های محیطی بویژه استرس تراکم بالا را بهتر از گروه شاهد تحمل کرده و کمتر دچار تلفات ناشی از استرس می‌گردند.

سپاسگزاری

این پژوهش در تاریخ ۱۳۹۱/۴/۲۴ و با کد ۰۱۱/آ/۸۶ با حمایت مالی پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی و از محل اعتبارات پژوهشی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه اجرا گردیده است.

REFERENCES

Aditya, K.W.; Heinrich, K.; Josie, L.; Gibson, L.; (2008). Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. Aquaculture; 274: 1-14.

Anderson, D.P.; Siwicki, A.K.; Rumsey, G.L.; (1995). Injection or immersion delivery of selected immunostimulants to trout demonstrate enhancement of nonspecific defense mechanisms and protective immunity. In: Shariff, M., Subasighe, R. P. and Arthur, J. R. Eds. Diseases in Asian Aquaculture Vol. 11. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines; pp: 413-426.

Asmita, S.; Uday, S.; (2013). Effect of coating of hydrocolloids on chickpea (*Cicer arietinum* L.) and green gram (*Vigna radiate*) splits during deep fat frying. International Food Research Journal; 20: 565-573.

Bahram, S.; Vahabzade Roudsari, H.; Mohammad Nazari, R.; Javadian, R.; (2005). Effect of Levamisole on survival of *Acipenser persicus*. Journal of Marine Science and Technology; Voi, 1&2, No, 4. pp: 1-9.

Booniaratpalin, S.; Booniaratpalin, M.; Supamattaya, K.; Toride, Y.; (1995). Effect of peptidoglucan (PG) on growth, survival, immune responses and tolerance to stress in black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. In: Shariff, M., Subasighe, R. P. and Arthur, J. R.

Eds. Diseases in Asian Aquaculture; Vol. 11. Fish Health Section, Asian Fishery Society, Manila, Philippines. pp: 469-477.

Emadi, H.; (2008). Culture of Oncorhynchus and Salmon. Iran, Abzian Publication; pp: 276.

Gholipoor, F.; Allameh, S.; Mohammadi Arani, M.; Nasr Esfahani, M.; (2006). Survey of density effects on growth and food conversion rate of rainbow trout. Journal of Pajoohesh and Sazandegi; 70: 13-27.

Gopalakannan, A.; Arul, V.; (2006). Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin, chitosan and levamisole on the immune system o*f Cyprinus carpio* and control o*f Aeromonas hydrophila* infection in ponds. Aquaculture; 255: 179-187.

Hardy, R.W.; (2002). Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss. In: Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. Eds., Carl D. Webster, Chorn Lim, London, CABI Publishing; 184-202.

Hoseini Najdgerami, A.; Manaffar, R.; Meshkini, S.; Salimi, B.; (2007). Survey of initial feeding on rainbow trout fry. Journal of science of Tarbiat Moalem University; 7(1&2): 849.

Jorgensen, J.B.; Lunde, H.; Robertsen, B.; (1993). Peritoneal and head kidney cell response to intraperitoneally injected yeast glucan in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Journal of Fish Disease; 16: 313-325.

Kitao, T.; Yoshida, T.; (1986). Effect of an immunopotentiator on *Aeromonas salmonicida* infection in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Veterinary Immunology Immunopathology; 12: 287-291.

Li, P.; Wang, X.; Delbert, M.; Gatlin, I.; (2006). Evaluation of levamisole as a feed additive for growth and health management of hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*Morone saxatilis*). Aquaculture; 251: 201-209.

Maqsood, S.; Samoon, M. H.; Singh, P.; (2009). Immunomodulatory and Growth Promoting Effect of Dietary Levamisole in *Cyprinus carpio* Fingerlings against the challenge of *Aeromonas hydrophila*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences; 9: 111-120.

McNeely, R.N.; Neimanis, V.P.; (1979). Water quality sourcebook, a guide to water quality parameter, water quality branch. OTAWA, Canada; 225-253.

Meshkini, S.; Tafy, A.A.; Tokmechi, A,; (2012). Farhangpajooh F. Effect of Chitosan on hematological parameters and stress resistance in rainbow rtout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Veterinary Research Forum; 3(1) 49-54.

Meshkini, S.; (2003). Survey effects of rainbow trout initial feeding by enriched artemia with ascorbic acid on growth, survival and resistance against environmental stresses. Ph. D. thesis of veterinary, Tehran University.; No: 163.

Nadery Jolodar, M.; Esmaili Sari, E.; Ahmadi, M.; Seifabadi, S.; Abdoli, A.; (2006). Survey rainbow trout farm's pollution on wwater quality of Haraz River. Journal of Environmental Science; 4(2): 21-36.

Pirhonen, J.; (2003). Effects of anesthesia with MS-222, clove oil and CO2 on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture; 220: 507-514.

Shahidi, A.; Vahabzadeh, H.; Zamini, A.; Sadeghpour, A, Amiri, S.; (2012). The effect of levamisole hydrochloride on survival of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Proceeding of the International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences (ICEEBS'2012); Jan 7-8, Dubai. DOI: 10.13140/2.1.4786.6880.

Siwicki, A.K.; (1988). Korwin-Kossakowski M. The influence of levamisole on the growth of carp *(Cyprinus carpio* L.) larvae. Apply Ichthyology; 4: 178-181.

Sukhoverkhov, F.M.; (2006). The effect of cobalt, vitamin, tissue preparations and antibiotics on carp production; http://www.FAO.com

Symoens, I.; Rodenthall, M.; (1977). Levamisole in the modulation of the immune responses. The current experimental and clinical state. Journal of Reticuloendothelial Soc.; 21: 175-221.

Yazdanbakhsh, A.; Sheykhmohammadi, H.; Bonyadinejad, R.; Ghanbari, G.H.; (2009). Survey Nitrite and Nitrate concentration in potable water of Tehran (The zone under control of Shahid Beheshti Medical Science University). Proceeding of 12th national congress of environment hygiene; September, Shahid Beheshti Medical Science University, Iran.