

Investigating effects of different values of Chitosan polysaccharide on growth parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Ali Akbar Tafi*¹, Saeed Meshkini²

1. Ph.D. Candidate of Aquaculture, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

2. Assistance of Professor, Faculty of Veterinary Medicine and Artemia and Aquatic Animals Research Institute, Urmia University, Iran

(Received: Jul. 28, 2014; Accepted: Aug. 23, 2015)

بررسی تأثیر مقادیر مختلف کیتوزان بر شاخص‌های رشد و تغذیه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

علی اکبر طافی^{۱*}، سعید مشکینی^۲

۱. دانشجوی دکتری تخصصی تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع

طبیعی دانشگاه ارومیه

۲. استادیار دانشکده دامپزشکی و پژوهشکده آرتیمیا و جانوران آبی

دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۶، تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۶/۱۰)

Abstract

900 rainbow trout (mean weight 25 gr) were obtained from a local fish farm in Urmia city and After acclimatization for 10 days, the fish were randomly divided into four groups (with three replication) and fed for 8 weeks with 0 (control), 2/5, 5 and 10 g chitosan/kg feed, respectively. Finally treatments were fed the control diet (without any chitosan) for another 3 weeks. Body weight, Total Length, Food Conversion Rate, Special Growth Rate, Condition Factor and Daily weight gain were determined every two week and at the end of the trial. Data were analyzed using SPSS ver. 20. Results depicted no positive effects of chitosan on growth and nutritional parameters of rainbow trout, however, treatment four considerably (10 g chitosan/kg feed) inhibited live weight gain, total length increment and deteriorated food conversion rate (FCR) and specific growth rate (SGR) in comparison to control group and third treatment (5 g chitosan/kg feed).

Keywords: Rainbow trout, Growth Stimulants, Chitosan, Growth Parameters, Nutritional Indices.

چکیده

تعداد ۹۰۰ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۲۵ گرم از یکی از مزارع پرورش ماهی شهرستان ارومیه تهیه و پس از گذراندن دو هفته دوره سازش با شرایط محیط آزمایش به طور تصادفی در چهار تیمار تقسیم شده و با سطوح ۰ (گروه شاهد)، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم کیتوزان در هر کیلوگرم غذا و به مدت هشت هفته مورد تغذیه قرار گرفتند و سپس ماهیان تمام تیمارها به مدت سه هفته با جیره فاقد کیتوزان تغذیه شدند. در طول دوره تحقیق هر دو هفته یکبار و نیز در پایان هفته یازدهم (پایان آزمایش) زیست‌سنجی ماهیان انجام گرفته و شاخص‌های رشد و تغذیه نظیر میانگین وزن، طول کل، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی و رشد روزانه محاسبه گردید و داده‌ها با نرم افزار آماری (ver. 20) SPSS ($p < 0.05$) آنالیز شدند. در پایان دوره تحقیق نتایج نشان دهنده عدم تأثیر مثبت کیتوزان بر شاخص‌های رشد و تغذیه قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد مقدار ۱۰ گرم کیتوزان در کیلوگرم غذا، با نامطلوبترین تأثیر روی شاخص‌های میانگین وزن کل، طول کل، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه به طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد و تیمار سوم (۵ گرم کیتوزان در کیلوگرم غذا)، باعث مهار و ممانعت از بهبود شاخص‌های یاد شده در این ماهی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، محرک‌های رشد، کیتوزان، شاخص‌های رشد، شاخص‌های تغذیه‌ای.

مقدمه

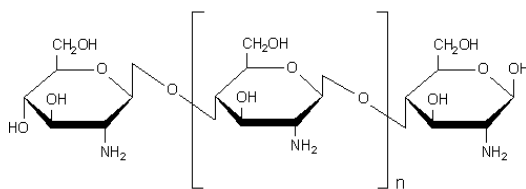
با توجه به آسان‌تر بودن تولید آبزیان در مقایسه با سایر فرآورده‌های پروتئینی و بالا بودن ارزش غذایی آن امروزه آبزی‌پروری به عنوان یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های مؤثر در افزایش تولید غذا مورد توجه قرار گرفته است. قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از گونه‌های مهم پرورشی در دنیا بوده که نقش مهمی در صنعت آبزی‌پروری بسیاری کشورها دارد و هر گونه فعالیت علمی در جهت کاهش مشکلات موجود در روند پرورش این گونه تجاری از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که نتیجه آن به طور مستقیم در افزایش تولید پروتئین حیوانی و رونق بیشتر آبزی‌پروری در دنیا متجلی خواهد شد (Hasan, 2002).

تحقیقات و تلاش‌ها برای بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در ماهیان پرورشی با استفاده از جیره‌های مناسب و مقوی که علاوه بر تامین نیازهای پایه‌ای و ضروری آبزی به رشد بهتر و تولید بیشتر در واحد سطح یا حجم گردد همواره در حال انجام بوده است. اما امروزه علاوه بر ادامه این روند، سمت و سوی برخی تحقیقات متوجه پیدا کردن و استفاده از موادی شده است که با افزودن این مواد به جیره‌های غذایی باعث هضم یا جذب بهتر مواد غذایی و استفاده بهینه‌تر آبزی از مواد غذایی موجود در جیره گردد (Cook *et al.*, 2003).

در جیره غذایی ماهیان می‌توان موادی را افزود که با استفاده از آنها، میزان رشد ماهیان بیشتر شده و طی زمان کمتری به محصول نهایی با همان کیفیت و چه بسا با کیفیت بالاتر رسد. این مواد تحت عنوان محرک‌های رشد شناخته شده‌اند. البته محرک‌های رشد نمی‌توانند جایگزین غذا و مواد مغذی مؤثر در جیره غذایی ماهیان باشند، ولی در افزایش جذب غذا و افزایش میزان رشد آبزیان بسیار مؤثر واقع می‌شوند. دلیل اساسی و منطقی استفاده از این محرک‌ها کاهش ضریب تبدیل غذایی، افزایش رشد،

افزایش تولید و دستیابی به محصولی با کیفیت بالاتر می‌باشد (Reilly & Kefesterstein, 1997; Sukhoverkhov, 2006).

یکی از این محرک‌ها کیتوزان بوده که یک پلی‌ساکارید با خاصیت محرک رشد و ایمنی در آبزیان است و از نظر ساختار شیمیایی پلیمری از گلوکزآمین می‌باشد و از استیل‌زدایی کیتین به دست می‌آید. محققین زیادی تأثیر مطلوب کیتوزان را در بهبود شاخص‌های رشد گونه‌های مختلف آبزیان گزارش نموده‌اند (Sakai, 1999; Romoren *et al.*, 2002; Kim & Rajapakes, 2005).



شکل ۱. ساختار ملکولی و واحدهای ساختاری کیتوزان

روش‌های مختلفی برای استفاده از محرک‌های رشد در آبزی‌پروری وجود دارد که هر کدام دارای مزایای خاص خود می‌باشند، اما روش خوراکی و افزودن این مواد به جیره غذایی آبزیان ساده‌تر از بقیه روش‌ها می‌باشد چون با این روش می‌توان تعداد زیادی از آبزیان را در زمان محدودی با جیره حاوی محرک‌های رشد تغذیه نمود و همچنین این روش بدون استرس بوده و استفاده از محرک را بدون توجه به اندازه ماهی مقدور می‌سازد (Cook *et al.*, 2003). روش خوراکی برای استفاده از محرک‌های رشد و ایمنی همچون گلوکان‌ها، EF203 (یک محرک ایمنی که از تخم‌مرغ تهیه می‌شود)، لاکتوفرین (Bagni *et al.*, 2000)، لوامیزول و کیتوزان (Asmita & Uday, 2013) گزارش شده است.

در این تحقیق با توجه به اهمیت محرک‌های رشد در بهبود شاخص‌های رشد آبزیان و آسان و عملی بودن کاربرد آنها در مزارع پرورش آبزیان، خصوصاً از طریق

با سطوح ۰، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم غذا به ترتیب بر روی غذای تیمارهای یک (گروه شاهد)، دو، سه و چهار با اسپری کننده های جداگانه اسپری گردید. سپس غذای تهیه شده در دمای اتاق خشک شده و برای تغذیه تیمارها مورد استفاده قرار گرفت.

ماهی های تیمار یک در این تحقیق به عنوان گروه شاهد بوده و در تمام طول دوره تحقیق با جیره کنترل که تنها اسید استیک ۱ درصد بر روی آن اسپری گردیده بود تغذیه شدند. تیمارهای دو، سه و چهار تا هشت هفته با جیره حاوی کیتوزان و پس از آن تا سه هفته دیگر (تا هفته یازدهم)، به منظور بررسی آثار حذف کیتوزان، همانند گروه شاهد با جیره فاقد کیتوزان مورد تغذیه قرار گرفتند.

زیست سنجی ماهیان

از ابتدای تحقیق تا هفته هشتم هر دو هفته یکبار و همچنین در پایان دوره تحقیق (هفته یازدهم) ماهیان تمام تیمارها مورد زیست سنجی قرار گرفتند. برای این منظور از هر تیمار ۳۰ قطعه بچه ماهی به طور تصادفی انتخاب شده و پس از بیهوش کردن آنها در محلول ۱۵۰ میلی گرم در لیتر پودر گل میخک (Mehrabi, 1999) طول کل بوسیله خطکش مدرج با دقت یک میلی متر و وزن آنها بوسیله ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم اندازه گیری گردید و شاخص های تغذیه ای ضریب تبدیل غذایی (Food Conversion Rate)، ضریب رشد ویژه (Special Growth Rate)، فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی (Condition factor) و رشد روزانه طبق رابطه های زیر مورد محاسبه قرار گرفت (Xue et al., 2006; Hoseyni Najdgerami et al., 2007; Martinez-Llovens et al., 2007; Huang et al., 2008).

ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده ÷ افزایش وزن

$$\text{ضریب رشد ویژه} = \frac{(\ln w_2 - \ln w_1)}{(t_2 - t_1)} \times 100$$

$$\text{ضریب چاقی (شاخص وضعیت)} = (w/l^3) \times 100$$

آمیختن آنها با جیره غذایی، تأثیر سطوح مختلف کیتوزان به عنوان یک محرک رشد، بر شاخص های رشد ماهی مهم و تجاری قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

تهیه و ذخیره سازی بچه ماهیان

تعداد ۹۰۰ قطعه بچه ماهی قزل آلی رنگین کمان با میانگین وزنی ۲۵ گرم از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهی شهرستان ارومیه خریداری شده و با مخزن مخصوص حمل بچه ماهی مجهز به هواده به پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبی دانشگاه ارومیه منتقل شده و پس از ۵ دقیقه ضد عفونی با محلول نمک ۳ درصد و گذراندن دو هفته دوره سازش با شرایط محیط آزمایش، به طور کاملاً تصادفی در قالب چهار تیمار و با سه تکرار در ۱۲ حوضچه ۳۰۰ لیتری پلی اتیلنی حاوی ۹۰ لیتر آب (که قبلاً با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم ضد عفونی شده بودند) تقسیم گردیدند.

تهیه کیتوزان و جیره های غذایی

ماده کیتوزان مورد نیاز در این تحقیق (Aminolabs®; Award, USA) به حالت پودر سفید رنگ و با درجه استیل زدایی ۹۱/۰۱ درصد، رطوبت ۳۴/۱ درصد، چگالی ۰/۶۱۴ گرم بر میلی لیتر و خاکستر ۰/۷۵ درصد استفاده گردید. غذای کنسانتره مورد استفاده برای تهیه جیره تیمارها از نوع FFT-2 (از شرکت فرادانه اصفهان و با ترکیب ۴۰ درصد پروئین، ۱۴ درصد چربی، ۱۱ درصد رطوبت، ۱۰ درصد خاکستر، ۳/۵ درصد فیبر و ۱/۲ درصد فسفر) بوده که مقدار غذای روزانه هر تیمار با توجه به میانگین وزنی ماهیان و دمای آب از روی جدول استاندارد غذاهای (Hardy, 2002) محاسبه گردید.

پس حل کردن کیتوزان در اسید استیک ۱ درصد،

رشد روزانه $(w_2-w_1)/t =$

در فرمول‌های فوق w وزن زنده بر حسب گرم، l طول کل بر حسب سانتی‌متر و t زمان بر حسب روز است.

آنالیز آماری داده‌ها

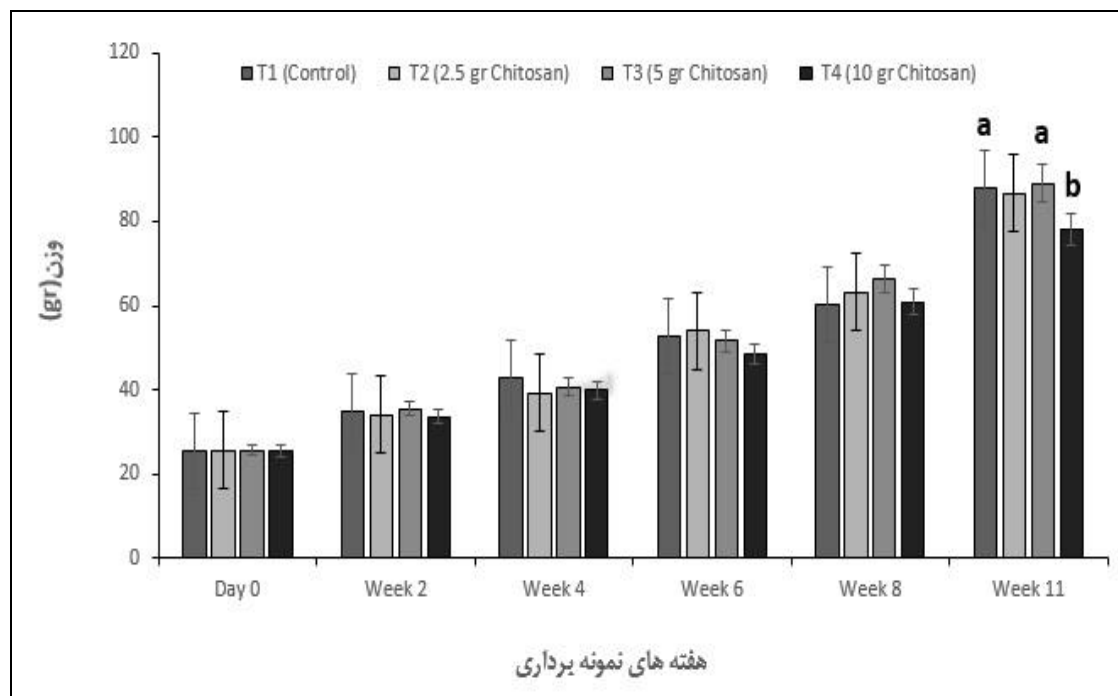
میانگین داده‌های حاصل از این تحقیق با نرم‌افزار SPSS 15، آزمون (One-Way ANOVA)، تست Duncan ($p < 0.05$) مورد آنالیز قرار گرفتند.

نتایج

در تمام دوره این تحقیق آب حوضچه‌های حاوی ماهی جاری بوده و میانگین دما ۱۴ درجه سانتی‌گراد، شوری ۰/۵ گرم در لیتر، پی‌اچ ۶/۷ و اکسیژن محلول آن ۹/۵ میلی‌گرم در لیتر بود.

نمودارهای ۱ تا ۶ به ترتیب نتایج مقایسه میانگین‌های وزن، طول کل، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی و رشد روزانه تیمارهای چهارگانه را به تفکیک هفته‌های نمونه‌برداری طی دوره تحقیق نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که در تمام نمودارها منظور از تیمارهای ۱ تا ۴ به ترتیب ماهیان تغذیه شده با سطوح ۰، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم کیتوزان در کیلوگرم غذا بوده و حروف انگلیسی متفاوت روی نمودارها بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

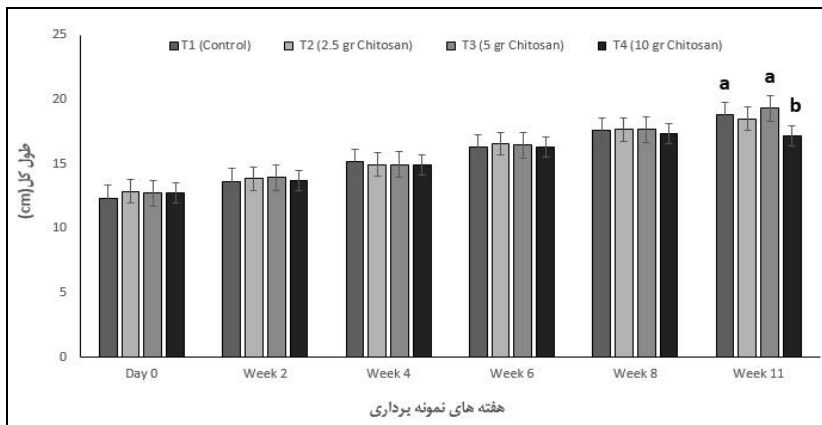
بر اساس نمودار ۱ از ابتدای دوره آزمایش تا نمونه‌برداری هفته هشتم هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید ولی در انتهای هفته یازدهم تیمار چهارم با کمترین میزان میانگین وزن نسبت به تیمار شاهد و تیمار سوم تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داد.



نمودار ۱. مقایسه میانگین وزن تیمارهای مختلف در هفته‌های نمونه‌برداری

تیمار سوم تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داد (نمودار ۲).

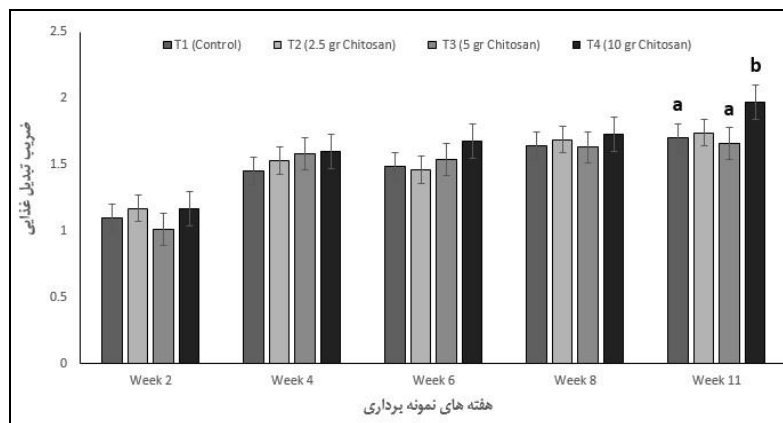
در پایان هفته یازدهم (انتهای دوره آزمایش) تیمار چهارم با کمترین طول کل با تیمار شاهد و



نمودار ۲. مقایسه میانگین طول کل تیمارهای مختلف در هفته‌های نمونه‌برداری

یازدهم) با بیشترین ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد و تیمار سوم تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داد.

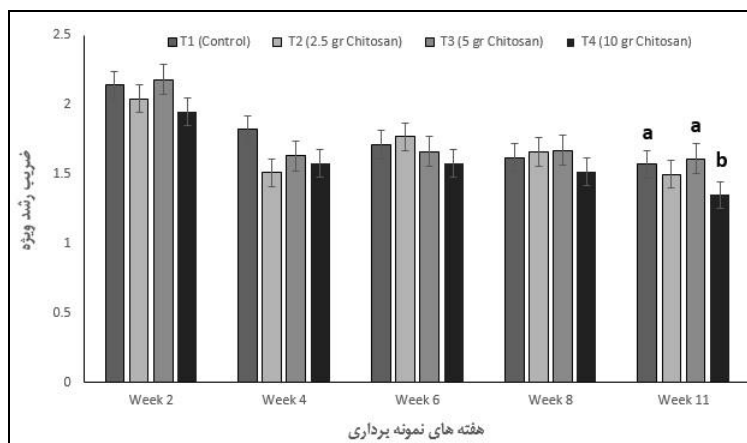
همانگونه که در نمودار ۳ نشان داده شده است تیمار چهارم در نمونه‌برداری پایان دوره آزمایش (هفته



نمودار ۳. مقایسه میانگین ضریب تبدیل غذایی تیمارهای مختلف در هفته‌های نمونه‌برداری

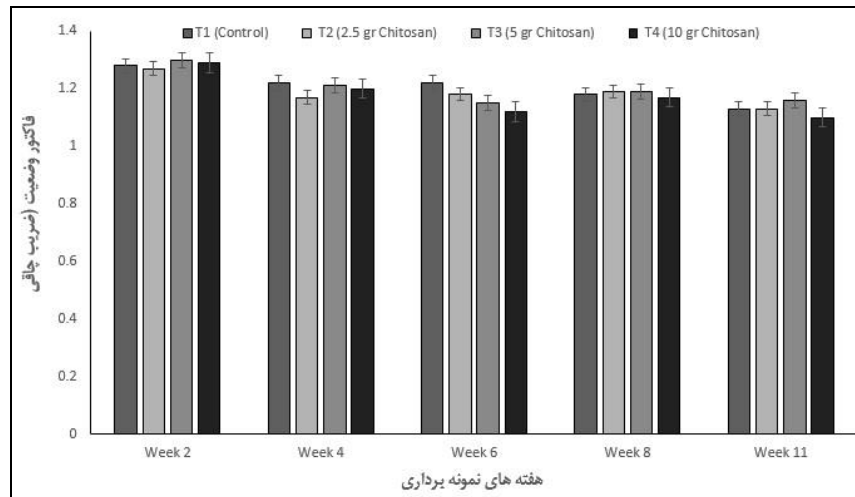
تیمارهای شاهد و سوم تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داده است.

بر اساس نمودار ۴ در پایان هفته یازدهم تیمار چهارم کمترین ضریب رشد ویژه را داشته و با



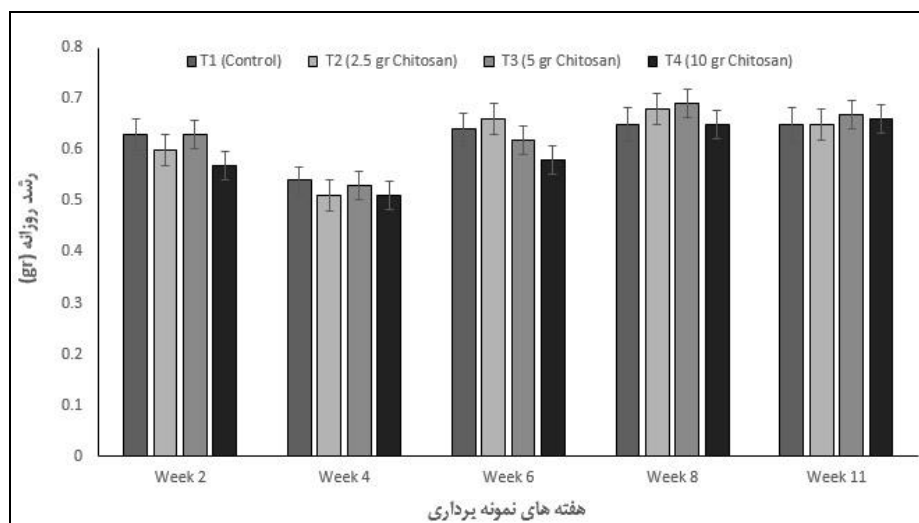
نمودار ۴. مقایسه میانگین ضریب رشد ویژه تیمارهای مختلف در هفته‌های نمونه‌برداری

تیمارهای مورد آزمایش از نظر شاخص ضریب چاقی (شاخص وضعیت) در هیچ‌کدام از نمونه‌برداری‌ها تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) با هم نشان ندادند (نمودار ۵).



نمودار ۵. مقایسه میانگین شاخص وضعیت تیمارهای مختلف در هفته‌های نمونه‌برداری

نتایج ارائه شده در نمودار ۶ نشان می‌دهد که تیمارهای مورد آزمایش در طول دوره آزمایش از نظر شاخص رشد روزانه تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) را نشان ندادند.



نمودار ۶. مقایسه میانگین رشد روزانه تیمارهای مختلف در هفته‌های نمونه‌برداری

افزایش رشد و تغذیه در برخی گونه‌های آبزیان وجود دارد، به طوری که محرک‌های رشد مانند ویتامین B، C و هورمون پرولاکتین هم به عنوان محرک‌های ایمنی گزارش شده‌اند. Sakai et al. (1996) نشان داده‌اند که هورمون رشد به عنوان

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه محققین به این نتیجه رسیده‌اند که برخی محرک‌های ایمنی دارای تأثیر مثبت بر تحریک رشد و بهبود شاخص‌های تغذیه‌ای در آبزیان هستند و ارتباط تنگاتنگی بین تحریک سیستم ایمنی و

گوارش جستجو کرد (Shiau & Ya, 1999). لازم به ذکر است که افزایش معنی دار ضریب تبدیل غذایی تیمار چهارم نسبت به گروه شاهد در پایان دوره آزمایش (نمودار ۳) می تواند تاییدی بر تأثیر کیتوزان بر کاهش جذب چربی ها در دستگاه گوارش ماهیان مورد مطالعه در این تحقیق باشد. به عبارت دیگر این امکان وجود دارد که کیتوزان با کاهش دادن جذب چربی ها، باعث افزایش شاخص ضریب تبدیل غذایی در قزل آلاهی رنگین کمان شده و کاهش رشد این ماهی را در پی داشته باشد. این نکته که کیتوزان در انسان هم با مکانیسم جلوگیری از جذب چربی ها و کربوهیدرات ها در روده به عنوان یک ماده ضد چاقی مطرح است (Melinda, 2012)، می تواند تایید دیگری بر نقش کیتوزان در عدم بهبود شاخص های تغذیه ای قزل آلاهی رنگین کمان در این تحقیق باشد.

هر چند کیتوزان به عنوان یک محرک ایمنی در برخی گونه های آبزیان آثار مثبت و معنی داری بر شاخص های رشد و تغذیه نشان داده است اما همان گونه که از تحقیقات گذشته بر می آید، تمام گونه هایی که تاکنون در تحقیقات انجام شده توسط محققین مختلف، کیتوزان دریافت نموده اند افزایش رشد مثبت و رضایت بخشی را نشان نداده اند. به عنوان مثال Kono *et al.* (1977) ماهیان سیم قرمز (Red seabream)، مارماهی ژاپنی (Japanese ell)، و ماهی دم زرد (Yellow tail) را با جیره حاوی ۱۰ درصد کیتوزان تغذیه نمودند و گزارش کردند که کیتوزان تأثیر قابل ملاحظه و معنی داری بر افزایش رشد این گونه ها نداشته است (Kono *et al.*, 1997).

همچنین محققین با بررسی تأثیر کیتوزان بر رشد هیبریدی از گونه های تیلایپای *Oreochromis niloticus* و *Oreochromis auratus* گزارش نمودند که مصرف ۲، ۵ و ۱۰ درصد کیتوزان و کیتین نه تنها باعث افزایش رشد این ماهی نشده بلکه موجب کاهش

یک محرک ایمنی عمل کرده و باعث افزایش فعالیت ماکروفاژی در ماهیان می شود.

Gopalakannan & Arul (2006) گزارش کردند که کیتوزان با افزایش قابلیت هضم و جذب غذا باعث رشد بیشتر و کاهش ضریب تبدیل غذایی (Food Conversion Ratio) در گونه کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می شود. این محققین در این طرح طی ۹۰ روز ماهیان انگشت قد کپور معمولی را با میانگین وزنی ۷/۵ گرم در چهار تیمار به ترتیب با جیره های ۱۰ گرم کیتین در هر کیلو گرم غذا، ۱۰ گرم کیتوزان در هر کیلوگرم غذا، ۲۵۰ میلی گرم لوامیزول در هر کیلو گرم غذا و جیره کنترل تغذیه نمودند و در پایان بیان کردند کیتوزان پس از ۴۵ روز باعث بیشترین رشد در این ماهی شده است. همچنین بهبود شاخص های تغذیه ای از جمله ضریب تبدیل غذایی ماهیان در اثر استفاده خوراکی از کیتوزان توسط Reilly & Keferstein (1997) هم گزارش شده است.

بنابراین از آنجایی که کیتوزان در ماهیان مختلف از جمله قزل آلاهی رنگین کمان باعث بهبود و ارتقای پاسخ های ایمنی مانند افزایش تعداد کل گلبول های سفید خون (Total WBC)، لنفوسیت ها، نوتروفیل ها، گلوکز سرم (Meshkini *et al.*, 2012) و افزایش آنزیم های لیپوزیم و گلوکاتایون پراکسیداز سرم (Tafi *et al.*, 2014) می شود، از این رو در تحقیق حاضر برای اطمینان از وجود ارتباط بین تحریک ایمنی و رشد در گونه قزل آلاهی رنگین کمان تغذیه شده با ماده محرک ایمنی کیتوزان، تأثیر این ماده بر برخی شاخص های رشد و تغذیه این گونه مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که این ماده (کیتوزان) مانند برخی دیگر از محرک های ایمنی باعث تحریک مثبت در رشد و بهبود شاخص های تغذیه ای قزل آلاهی رنگین کمان نمی شود. دلیل این امر را می توان در نقش ممانعت کنندگی کیتوزان از جذب کامل چربی های جیره غذایی در دستگاه

را با پلیت‌های غذایی پوشش داده شده با ۱ درصد کیتوزان مورد تغذیه قرار دادند و افزایش ۱۰ درصدی در وزن نهایی این گونه را گزارش نموده‌اند (Cha et al., 2008).

با توجه به تفاوت‌های فیزیولوژیکی در گونه‌های مختلف آبزیان، مواد محرک رشد در گونه‌های متفاوت با سطوح مختلف بر شاخص‌های رشد تأثیر گذار می‌باشند، بنابراین از آنجایی که احتمالاً کیتوزان تأثیر خود را بر هضم و جذب مواد غذایی در دستگاه گوارش ماهیان در سطوح پایین بهتر نشان می‌دهد (Gopalakannan & Arul, 2006) در این تحقیق تصمیم بر آن شد تا تأثیر سطوح کم کیتوزان (نسبت به سطوح استفاده شده کیتوزان توسط محققین قبلی تاکنون) به صورت خوراکی مورد بررسی قرار گیرد. به همین منظور علاوه بر مقدار ۱۰ گرم، سطوح ۵ و ۲/۵ گرم انتخاب و تأثیر آنها بر رشد قزل‌آلا بررسی گردید. در پایان آزمایش مشخص شد که هیچکدام از این سطوح کیتوزان تأثیر مثبت معنی‌داری ($P < 0.05$) (نسبت به گروه شاهد) بر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان ندادند و نیز تیمار چهارم شرایط نامطلوب معنی‌داری را در شاخص‌های وزن، طول کل، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه نسبت به گروه شاهد و تیمار سوم نشان داد (نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴). بنابراین نتایج این تحقیق مبنی بر عدم تأثیر مثبت و معنی‌دار ($P < 0.05$) کیتوزان بر شاخص‌های رشد و تغذیه قزل‌آلای رنگین‌کمان با نتایج تحقیقات Kono et al. (1977) و نتایج Shiau & Ya (1999) همخوانی دارد.

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، مصرف خوراکی کیتوزان در قزل‌آلای رنگین‌کمان با هیچکدام از مقادیر به کار رفته در این تحقیق باعث بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه نشده است و در عین حال مقادیر بالای کیتوزان (۱۰ گرم در کیلوگرم غذا) می‌تواند نسبت به مقادیر کمتر (۵ و ۲/۵ گرم در

رشد این گونه نیز گردیده است. ایشان دلیل این کاهش رشد را نقش کیتوزان در بلوکه کردن چربی‌ها و جلوگیری از جذب آنها در دستگاه گوارش ماهیان مورد مطالعه، بیان کردند (Shiau & Ya, 1999).

در تحقیق حاضر هم پس از بررسی یازده هفته‌ای تأثیر کیتوزان بر شاخص‌های رشد و تغذیه در قزل‌آلای رنگین‌کمان مشخص گردید هیچکدام از تیمارهایی که کیتوزان دریافت کرده بودند نسبت به گروه شاهد باعث بهبود و تحریک مثبت در شاخص‌های رشد و تغذیه نشدند و حتی تیمار چهارم (تغذیه شده با ۱۰ گرم کیتوزان در کیلوگرم غذا) به طور معنی‌داری باعث نامطلوب‌تر شدن برخی از شاخص‌های رشد و تغذیه از جمله وزن (نمودار ۱)، طول کل (نمودار ۲)، ضریب تبدیل غذایی (نمودار ۳) و ضریب رشد ویژه (نمودار ۴) نسبت به گروه شاهد و نسبت به تیمار سوم گردیده است. هرچند تیمار سوم (تغذیه شده با ۵ گرم کیتوزان در کیلوگرم غذا) در پایان دوره آزمایش از نظر تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده بهترین شرایط را داشته است و با بالاترین میانگین وزنی ($88/98 \pm 5/86$ گرم)، بالاترین طول کل ($19/71 \pm 0/50$ سانتی متر)، بهترین ضریب تبدیل غذایی ($1/66 \pm 0/95$) و بالاترین ضریب رشد ویژه ($1/61 \pm 0/07$) با تیمار چهارم تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داده اما اختلاف آن با تیمار شاهد بی‌معنی بوده است (نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴).

البته در بعضی تحقیقات کیتوزان تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر رشد برخی گونه‌ها نسبت به گروه شاهد نشان داده است. به عنوان مثال ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با کیتوزان نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش رشد نشان داده و این تأثیر حاصل استفاده از ۱ درصد کیتوزان در جیره غذایی کپور معمولی بوده است (Gopalakannan & Arul, 2006). همچنین محققین کفشک ماهی *Parallichthys olivaseus*

طول کل، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه را هم داشته باشد.

کیلوگرم غذا) و نسبت به گروه شاهد، نقش مهمار کنندگی در شاخص های رشد و تغذیه از جمله وزن،

REFERENCES

- 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.
- Bagni, M.; Archetti, L.; Amadori, M.; Marino, G.; (2000). Effect of Long-term oral administration of an immunostimulant diet on innate immunity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Vet. Med. B.*; 47: 745-751.
- Cha, SH.; Lee, JS.; Song, CB.; Lee, KJ.; (2008). Effects of Chitosan-coated diet on improving water quality and innate immunity in the Oliver flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*; 278:110-118.
- Cook, MT.; Hayball, PJ.; Hutchinson, W.; Nowak, BF.; Hayball, DJ.; (2003). Administration of a commercial immunostimulant preparation, EcoActiva as a feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*), Sparidae (Bloch and Schneider) in winter. *Fish and Shellfish Immunology*; 14: 333-345.
- Gopalakannan, A.; Arul, V.; (2006). Immunomodulatory effects of dietary intake of Chitin, Chitosan and Levamisol and immune system of *Cyprinus carpio* and control of *Aeromonas hydrophila* infection in pond. *Aquaculture*; 255:179-187.
- Hardy, RW.; (2002). Nutrient requirement and feeding of fish for aquaculture. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, United Kingdom; Pp: 184-202.
- Hasan, MR.; (2002). Nutrition and feeding for sustainable Aquaculture development in the third millennium. FAO Reports.
- Hoseyni Najdgerami, A.; Manaffar, R.; Meshkini, S.; Salimi, B.; (2007). Evaluation of effect of initial feeding on growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larva. *Journal of Science, Tarbiat Moalem University*; 7: 32-42.
- Huang, SS.; Higgs, DA.; Balfry, SK.; Schulte, PM.; Brauner, CJ.; (2008). Effect of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ion regulatory development of spring Chinook salmon parr (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*; 274: 109-117.
- Kim, SK.; Rajapakes, N.; (2005). Enzymatic production biological activities of Chitosan oligosaccharides (COS): A review. *Carbohydrate polymers*; 62: 357-368.
- Kono, M.; Matsui, T.; Shimizu, C.; (1997). Effect of chitin, Chitosan and cellulose as diet supplements on the growth of cultured fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*; 53:125-129.
- Martinez-Llovens, S.; Vidal, AT.; Monino, AV.; Torres, MP.; Cevda, MJ.; (2007). Effect of dietary soybean oil concentration on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*; 38: 76-81.
- Mehrabi, Y.; (1999). Primary studying anesthesia effect of flower powder of clove tree on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pajohesh and Sazandegi*; 40, 41, 42: 160-162.
- Melinda, M.; (2012). Dietary Supplements for Improving Body Composition and Reducing Body Weight. *International Journal of Sport*

- Nutrition and Exercise Metabolism; 22: 139-154.
- Meshkini, S.; Tafy, AA.; Tokmechi, A.; Farhangpajouh, F.; (2012). Effect of Chitosan on hematological parameters and stress resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Veterinary Research Forum; 3 (1): 49 – 54.
- Reilly, A.; Keferstein, F.; (1997). Food safety hazards and the application of the principles of the hazard analysis and critical control point (HACCP) for their control in aquaculture production. Aquaculture Research; 28: 735-752.
- Romoren, K.; Thu, BJ.; Evense, O.; (2002). Immersion delivery of plasmid DNA. A study of the potential of a Chitosan based delivery system in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. Journal of Controlled Release; 85: 215-225.
- Sakai, M.; Kobayashi, M.; Kawauchi, H.; (1996). *In vitro* activation of fish phagocytic cells by GH, prolactin and somatolactin. Journal of Endocrinology; 151: 113-118.
- Shiau, SY.; Ya, YP.; (1999). Dietary supplementation of chitin and Chitosan depresses growth in Tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis auratus*. Aquaculture; 179: 439-446.
- Sukhoverkhov, FM.; (2006). The effect of cobalt, vitamin, tissue preparations and antibiotics on carp production. <http://www.FAO.com>.
- Tafi, AA.; Meshkini, S.; Tokmechi, A.; (2014). Study of effects of chitosan on some immune responses of rainbow trout and enhance resistance against *Aeromonas hydrophila* challenge. Animal researches Journal; 26(4): 468-477.
- Xue, M.; Leo, L.; Wu, X.; Ren, Z.; Gao, P.; Yu, Y.; (2006). Effect of sex alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture; 260: 206-214.