

اثرات آرد هسته‌ی دانه‌ی انار (*Punica granatum*) بر فرا سنجه‌های رنگ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

چکیده

این تحقیق باهدف بررسی اثرات کاربرد آرد هسته‌ی دانه‌ی انار، به‌عنوان یک مکمل غذایی در جیره‌ی غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و به‌منظور رشد بهتر و مطلوب‌تر فرا سنجه‌های رنگ، در مدت ۹۰ روز از آذرماه تا اسفندماه ۱۳۹۳ در مجموعه‌ی آبی‌زی اکسیر کوثر واقع در جنوب شرقی تهران انجام شد. جامعه آماری مورد مطالعه شامل ۶۰۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن ۶/۷۴ گرم (انحراف معیار ۱/۳۴) و میانگین طول چنگالی ۵/۵۰ (انحراف معیار ۰/۱۴) سانتی‌متر، در ۵ گروه صفر، ۳، ۲، ۱ و ۴ تقسیم‌بندی شدند. هر گروه ۳ تکرار داشت. ۴ تیمار اصلی، به ترتیب حاوی ۳، ۲، ۱ و ۴ درصد آرد هسته‌ی دانه‌ی انار بودند. نتایج آزمایش‌های طیف‌سنجی رنگ نشان‌دهنده‌ی افزایش فرا سنجه‌ی روشنایی یا شفافیت (L^*) با بیشترین مقدار ۵۸/۶۰ و افزایش فرا سنجه از قرمز تا سبز (a^*) با بیشترین مقدار ۲/۹۴ در ماهیان تیمار ۱ بود. همچنین بیشترین میزان فرا سنجه‌ی از آبی تا زرد (b^*) با مقدار ۱۰/۱۲ و مربوط به ماهیان گروه شاهد گزارش شد. این نتایج نشان دادند که کاربرد آرد هسته‌ی دانه‌ی انار در بهبود رنگ گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌خصوص در سطح ۱ درصد، دارای تأثیر معنی‌دار بوده است ($P < 0.05$) که احتمالاً به دلیل حضور رنگ‌دانه‌های مؤثر به‌ویژه آستاگزانتین، در آرد هسته‌ی دانه‌ی انار می‌باشد. لازم به ذکر است که این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.

واژگان کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، آرد هسته‌ی دانه‌ی انار، فرا سنجه‌های رنگ.

حسین عمادی^۱

حسین نگارستان^۲

مینا سادات حیدری^{۳*}

۱. دانشیار گروه بیولوژی دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ایران
۲. استادیار گروه بیولوژی دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ایران
۳. کارشناس ارشد بیولوژی دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ایران

*مسئول مکاتبات:

mina91heidari@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۷۰۳۰۵۹۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۳

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی

ارشد است.

مقدمه

یکی از جذاب‌ترین ویژگی‌های موجودات آبی رنگ آن‌ها می‌باشد و منبع رنگی آن‌ها از مواد غذایی موجود در محیط‌زیست طبیعی آن‌ها تشکیل می‌شود (Kop and Durmaz, 2008). رنگ بدن موجودات زنده تابع دو عامل اصلی و مهم ژنتیک و تغذیه است (Shahidi and Brown, 1998). رنگ به‌عنوان یک عامل مهم در زندگی همه‌ی موجودات نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند و وظایف متعدد و مهمی در زندگی ماهیان نیز به عهده دارد. در مراحل نوزادی، دستگاه عصبی مرکزی را از نور محافظت کرده و یا به تنظیم درجه حرارت بدن کمک می‌کند، همچنین برای اهدافی مانند مخفی کردن و تغییر قیافه نیز به کار می‌رود (ستاری، ۱۳۸۱). ماهیان پرورشی معمولاً به دو گروه ماهی‌های آب‌های سرد و ماهی‌های آب‌های گرم تقسیم می‌گردند که قزل‌آلا و ماهی‌های آزاد جزء گروه اول محسوب می‌شوند و رنگ بدن آن‌ها با توجه به محل سکونت، تغذیه، اندازه و فصل تخم‌ریزی تغییر می‌کند. تغذیه‌ی آبزیان پرورشی دارای اهمیت بسیار زیادی است (عمادی، ۱۳۸۷). اگر کارگاهی به بهترین شکل ممکن ساخته شود و بهترین بچه ماهی هم در آن رهاسازی گردد ولی مدیریت تغذیه در آن اعمال نگردد، مسلماً این مرکز به سودآوری مناسب نخواهد رسید. انتخاب نوع غذا و مقدار جیره‌ی روزانه مهم‌ترین اصل در زمینه‌ی غذادهی است. در پرورش

اثرات آرد هسته‌ی دانه‌ی انار (*Punica granatum*) بر فرا سنجه‌های رنگ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) / عمادی و همکاران

ماهی تأمین غذا بیشترین هزینه تولید را دارد، هم‌چنین تغذیه‌ی مناسب، سبب بهبود و افزایش کیفیت آبزیان پرورشی می‌گردد. پس هر چه بتوان در این قسمت مدیریت بهتری اعمال نمود، سودآوری کار بیشتر خواهد بود (صالحی، ۱۳۹۰). از این رو با بررسی ترکیب‌های شیمیایی انار به‌عنوان یک افزودنی گیاهی، در مجتمع تحقیقاتی جهاد دانشگاهی، مشخص شد که انار به دلیل وجود ترکیبات فنلی و اشتهاآور، مؤثر رنگ و آنتی-اکسیدانی، امکان تأثیرگذاری بسیار بالایی را بر رشد، رنگ و سلامت ماهی‌ها دارا می‌باشد. عوامل مؤثر در پوست و رنگ بدن ماهیان به‌غیراز تغذیه عبارت‌اند از: عوامل فیزیولوژیک شامل، استرس، ترس و هیجان که سبب تراکم و انبساط رنگ‌دانه‌ها شده به ترتیبی که به رنگ محیط خود درمی‌آیند و عامل هورمونی به‌ویژه هورمون‌های هیپوفیز و هورمون‌های جنسی در زمان تولیدمثل، مانند بروز برجستگی‌های سفیدرنگ و مروارید رنگ در سر ماهی سفید و تغییر رنگ برخی ماهیان در جنس نر می‌باشند. عوامل اکولوژیک نیز مانند نور که سبب تجمع رنگ‌دانه‌ها می‌شود، رنگ ماهیان معمولاً در اثر تابش نور تیره‌تر می‌شود و همین‌طور گرما که سبب ساختن بیشتر رنگ‌دانه‌ها و تیره‌تر شدن پوست می‌شود (زکی، ۱۳۹۲).

طبق بررسی‌های انجام‌شده، تاکنون هیچ‌گونه فعالیتی تحت عنوان اثرات آرد هسته‌ی دانه‌ی انار بر روی رنگ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، در ایران و هیچ‌یک از کشورهای دیگر انجام نگرفته است؛ اما با انجام بررسی‌ها و آنالیزهای اولیه و هم‌چنین آنالیز ترکیبات شیمیایی دانه‌ی انار مشخص شد که تأثیرگذاری دانه‌ی انار بر روی رشد، رنگ و سلامت ماهی‌ها امکان‌پذیر است که در این مقاله به مبحث رنگ پرداخته می‌شود. انار دارای ارزش غذایی فراوان، سرشار از ویتامین‌ها و مواد تحریک‌کننده‌ی اشتها است. انار به‌عنوان یک منبع غنی از آنتوسیانین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها است که به رشد و سلامت بیشتر کمک می‌کند و هم‌چنین دارای مقادیر قابل‌توجهی از رنگ‌دانه‌ی آستاگزانتین می‌باشد (ارفعیان، ۱۳۸۱). همان‌طور که محققین آلمانی بررسی کردند، در انار مقدار قابل‌توجهی تانن موجود است که تانن موجود در انار بسیار راحت‌تر و سریع‌تر از سایر گیاهان هیدرولیز می‌شود (Saad et al., 2012). طی تحقیقاتی که در آمریکا روی یک گوساله انجام گرفت، دانشمندان آمریکایی دریافتند که اثر عصاره‌ی انار (پلی‌فنل‌های موجود در آن) روی رشد، سلامتی و هضم بیشتر مواد غذایی و ایمنی آن تأثیرات مطلوب و مثبتی می‌گذارد (Olivera et al., 2010). هم‌چنین در اندونزی نیز تحقیقاتی در این زمینه روی گاو ماهی کاذب درزمینه‌ی اثر رژیم غذایی حاوی کاروتنوئید روی رنگ پوست، در رنگ‌دانه‌های آن صورت پذیرفت و از میان سه نوع ترکیب کاروتنوئیدی شامل آستاگزانتین، کانتاگزانتین و بتاکاروتن که به رژیم غذایی اضافه شد، ترکیب آستاگزانتین که در انار موجود است در ایجاد رنگ قرمز اثرات بیشتری را داشته است (Yasir and Qin, 2010).

با استفاده از مواد غذایی باکیفیت و مطلوب در طرح‌های مختلف پرورشی نه‌تنها می‌توان بهبود رشد و سلامت آبزیان را فراهم آورد بلکه می‌توان با بهبود رنگ آبزیان افزایش تقاضا را نیز در این زمینه بالاتر برده و سبب افزایش بازده اقتصادی در طرح‌های مختلف پرورشی شد (Kop and Durmaz, 2008).

مواد و روش‌ها

کلیه مراحل تحقیق در مجموعه‌ی آبری اکسیر کوثر، واقع در احمدآباد مستوفی در جنوب شرقی تهران انجام شد. مدت‌زمان انجام تحقیق ۹۰ روز از تاریخ ۱۳۹۳/۹/۲۱ تا ۱۳۹۳/۱۲/۲۱ بود. طی این تحقیق تعداد ۶۰۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن ۶/۷۴ گرم (انحراف معیار ۱/۳۴) و میانگین طول چنگالی ۵/۵۰ سانتی‌متر (انحراف معیار ۰/۱۴) از شرکت آبری اکسیر کوثر، تهیه شد که به روش استاندارد از کانال‌های مربوطه به حوضچه‌های موردنظر برای انجام تحقیق انتقال یافتند. ماهی‌ها به ۵ گروه شامل صفر، ۳، ۲، ۱ و ۴ تقسیم شدند. هر تیمار یا گروه شامل ۳ تکرار بود و در هر تکرار ۴۰ عدد بچه ماهی قرار داشت. برای شروع تحقیق ۴ واحد حوضچه انتخاب شد. هر حوضچه با قاب‌های

محکم توری دار به ۴ قسمت مساوی تقسیم‌بندی گردید و در هر قسمت تکرار یک گروه قرار داشت. در هر حوضچه، ۱۶۰ عدد ماهی قرار گرفت، یعنی در هر قسمت ۴۰ عدد ماهی به‌صورت کاملاً تصادفی وجود داشت. در ۴۸ ساعت اول به دلیل تنش‌های ایجادشده در شمارش و انتقال بچه ماهی‌ها، غذادهی قطع شد. از روز اول وزن و طول چنگالی تمامی ماهیان اندازه‌گیری و ثبت گردید و سپس با جیره‌ی غذایی مخصوص به خود تغذیه شدند. هر ۲ هفته یکبار نیز عملیات زیست‌سنجی صورت گرفت و ماهیان با عصاره آرد گل میخک بی‌هوش می‌شدند تا از تنش وارده بر آن‌ها جلوگیری شود، سپس طول و وزنشان اندازه‌گیری و به حوضچه‌های مربوطه برگردانده می‌شدند. برای پیشگیری از ایجاد تنش بیشتر، چند ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی، غذادهی قطع می‌شد. بین هر زیست‌سنجی ۱ تا ۲ بار عمل آب‌شویه کردن انجام گرفت. علاوه بر آن، توسط دستگاه مخصوص سنجش کیفیت آب (Water Quality Meter) مدل ۸۶۰۳، هرروز یکبار فاکتورهای آب از جمله pH، اکسیژن، شوری، چگالی و دمای آب در ساعت ۱۳:۰۰ اندازه‌گیری و ثبت گردید (جدول ۱).

جدول ۱: میانگین فاکتورهای اندازه‌گیری شده آب در ۹۰ روز دوره‌ی پرورش.

نام فاکتور آب	پی‌اچ	اکسیژن (ppm)	شوری (ppm)	چگالی	دما (c)
میانگین	۷/۴۶	۱۲/۱	۰/۳۹	۷۷۸	۱۷/۲

برای تهیه فرمول جیره‌ی غذایی، مواد اولیه لازم شامل آرد جوانه گندم، آرد سویا، آرد ماهی، روغن ماهی، کربوکسیل و نشاسته از شرکت چینه واقع در میدان توحید تهران تهیه و به کاشان برده شد و در آنجا جیره‌ی غذایی پایه تهیه و آرد هسته‌ی دانه‌ی انار با مقدار درصد‌های ذکرشده به جیره‌ی غذایی تیمارهای اصلی اضافه شد. همچنین مقدار غذادهی برای هر گروه متناسب با وزن توده‌ی زنده‌ی آن پس از هر زیست‌سنجی محاسبه می‌شد، در زیست‌سنجی‌های اول و دوم، روزانه ۳ درصد وزن بدن ماهیان و در زیست‌سنجی‌های بعدی معادل ۴ درصد وزن بدن ماهیان غذادهی انجام شد. لازم به ذکر است قبل از تهیه‌ی جیره‌های غذایی، آنالیز ترکیب‌های شیمیایی آرد هسته‌ی دانه‌ی انار به‌منظور اطمینان بیشتر صورت گرفت. در این رابطه مقدار ۳۰۰ گرم از این آرد تهیه و به مجتمع تحقیقاتی جهاد دانشگاهی، پژوهشکده‌ی توسعه‌ی صنایع شیمیایی ایران - مرکز خدمات تخصصی آنالیز شیمیایی، تحویل داده شد. این آزمایش در دستگاه مخصوص Gc Mass انجام گرفت. طی این آزمایش سیستم مورد استفاده، کروماتوگرافی گازی یا به‌اصطلاح Gas Chromatograph مدل Agilent 7890 A/5975 C بود. همین‌طور در این آزمایش‌ها ۲ شناساگر CTC combi PAL و Mass Spectrophotometer برای فاز مایع و Head Space به‌کاربرده شد. ستون مورد استفاده در دستگاه Gc Mass نیز Chrompak Cp-Sil 8C8 در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد بود و در نهایت مقدار درصد ترکیب‌های شیمیایی موجود در آرد هسته‌ی دانه‌ی انار به تفکیک نشان داده شدند (جدول ۲).

جدول ۲: ترکیبات شیمیایی شاخص به‌دست‌آمده در آرد هسته‌ی دانه‌ی انار با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی و برخی از اثرات احتمالی آن.

ردیف	نام ترکیب شیمیایی	اثرات احتمالی
۱	3-ethoxy - 1-Propanol	ترکیب فنلی و اشتهاآور
۲	3-Methyl-oxiran-2-yl-(methanol)	آنتی‌ترومبوز (عامل جلوگیری از خون‌ریزی)
۳	Ethyl orthoformate	مؤثر روی رنگ
۴	Benzene	آنتی‌باکتریال
۵	2H-Pyran-2-one	آنتی‌اکسیدان
۶	Di hydro -3 -methylene. 5-Furandione.2	فعالیت زیستی

اثرات آرد هسته‌ی دانه‌ی انار (*Punica granatum*) بر فرا سنجه‌های رنگ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) / عمادی و همکاران

ردیف	نام ترکیب شیمیایی	اثرات احتمالی
۷	Dihydro-3-methylene	آنتی‌اکسیدان
۸	Furan	آنتی‌اکسیدان
۹	5-dihydroxy-6-methyl. 3-dihydro-3.2.4H- Pyran-4-one	مؤثر سیستم ایمنی
۱۰	Cis-3-Methyl-2-n-propylthiophane	مؤثر روی رنگ
۱۱	5-dihydroxy-6 – methyl. 3-dihydro-3.2 4H-Pyran-4-one	فعالیت ضد باکتریایی
۱۲	4-Mercaptophenol	آنتی‌اکسیدان
۱۳	2 dimethyl 2 Tetrahydropyran-4-ol	ماهیت ضد میکروبی

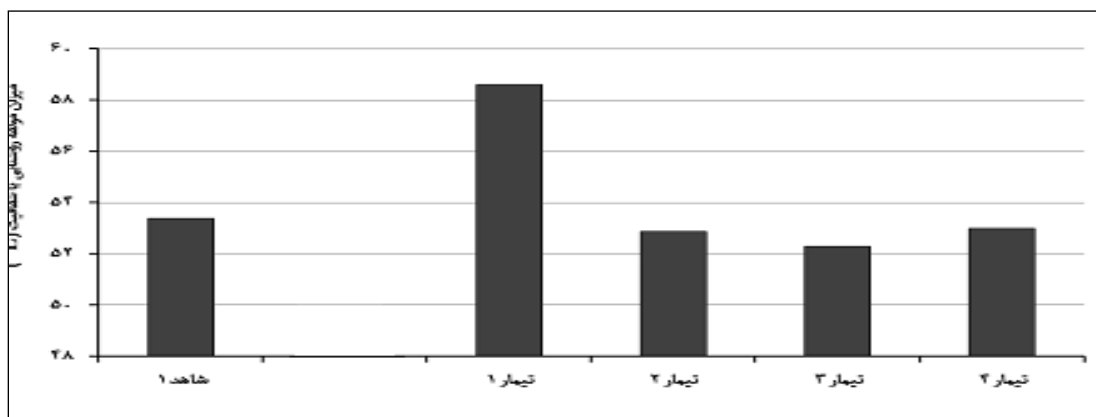
همچنین در مراحل پایانی کار آزمایش رنگ سنجی ماهیان به شرح زیر صورت گرفت. از هر گروه ۲ عدد ماهی برداشت شد و محتویات داخل شکم آن‌ها به‌طور کامل تخلیه و شستشو داده شدند. ماهی‌ها برای هر گروه در ظرف مخصوص قرار گرفتند و سپس کلیه‌ی ظروف درون صندوق یخ قرار داده شدند و به مجتمع علوم و پژوهش آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شدند. در آنجا از گوشت ماهیان برای آزمایش رنگ سنجی استفاده شد. آزمایش توسط دستگاه هانت‌ر لب (Hunter Lab) انجام گرفت. ابتدا دستگاه توسط ۲ صفحه‌ی سیاه‌وسفید، کالیبره شد و سپس ماهیان را از سطح شکمی باز نموده و روی دستگاه قرار داده شدند. برای هر ماهی ۳ فرا سنجی کمی شامل L^* , a^* , b^* نشان داده شد. طبق این آزمایش فرا سنجی L^* نشان‌دهنده‌ی میزان شفافیت و روشنایی در رنگ بود، فرا سنجی a^* نشان‌دهنده‌ی طیف رنگ قرمز تا سبز بود و فرا سنجی b^* طیف رنگ آبی تا زرد را نشان می‌داد. کلیه‌ی مقادیر فرا سنجه‌های L^* , a^* , b^* یادداشت و علاوه بر مقایسه‌ی این مقادیر با استانداردهای معین، از طریق نرم‌افزارهای آماری نیز اطلاعات دقیقی در ارتباط با طیف‌سنجی رنگی این ماهیان به دست آمد. در ارتباط با روش‌های آماری مورد استفاده در این تحقیق، آنالیز آماری توسط نرم‌افزار ویرایش چهاردهم انجام شد. ابتدا توسط آزمون واریانس همگونی لون (Levene's Homogeneti of variance)، همگن بودن داده‌ها به اثبات رسید و سپس برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از نقطه‌نظر شاخص‌های محاسبه‌شده، از آزمون تحلیلی (ANOVA) Variance و برای بیان کیفیت تفاوت از آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد.

نتایج

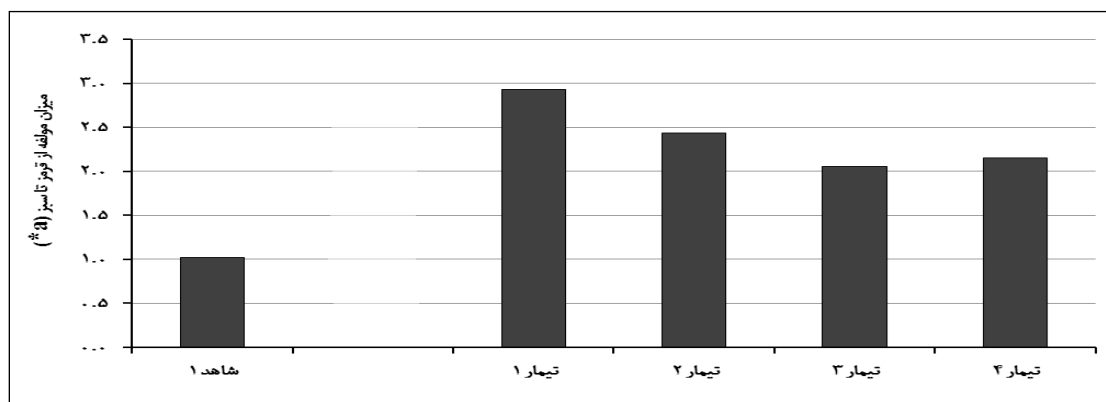
در میزان فرا سنجی روشنایی یا شفافیت (L^*)، فرا سنجی از قرمز تا سبز (a^*) و فرا سنجی از آبی تا زرد (b^*) میان گروه ماهیان شاهد و ماهیان تغذیه‌شده با آرد هسته‌ی دانه‌ی انار تفاوت دیده شد (جدول ۳). بیشترین میزان فرا سنجی روشنایی یا شفافیت، مربوط به ماهیان تیمار ۱ با مقدار ۵۸/۶۰ بود، درحالی‌که کمترین میزان فرا سنجی روشنایی یا شفافیت در گروه ماهیان تیمار ۳ با مقدار ۵۲/۲۹ دیده شد (شکل ۱). بیشترین میزان فرا سنجی از قرمز تا سبز، مربوط به ماهیان تیمار ۱ با مقدار ۲/۹۴ بود، درحالی‌که کمترین میزان فرا سنجی از قرمز تا سبز در گروه شاهد با مقدار ۱/۰۲ دیده شد (شکل ۲). بیشترین میزان فرا سنجی از آبی تا زرد، مربوط به ماهیان گروه شاهد با مقدار ۱۰/۱۲ بود، درحالی‌که کمترین میزان آن در ماهیان تیمار ۲ با مقدار ۴/۱۴ دیده شد (شکل ۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین فرا سنج‌های رنگ ظاهری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه‌شده با سطوح مختلف آرد هسته‌ی دانه‌ی انار با گروه شاهد پس از ۹۰ روز پرورش.

شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
۵۳/۳۹	۵۸/۶۰	۵۲/۸۷	۵۲/۲۹	۵۲/۹۹
میزان فرا سنج‌های روشنایی یا شفافیت (I^*)				
۱/۰۲	۲/۹۴	۲/۴۴	۲/۰۶	۲/۱۶
میزان فرا سنج‌های از قرمز تا سبز (a^*)				
۱۰/۱۲	۵/۹۷	۴/۱۴	۴/۸۷	۵/۱۳
میزان فرا سنج‌های از آبی تا زرد (b^*)				

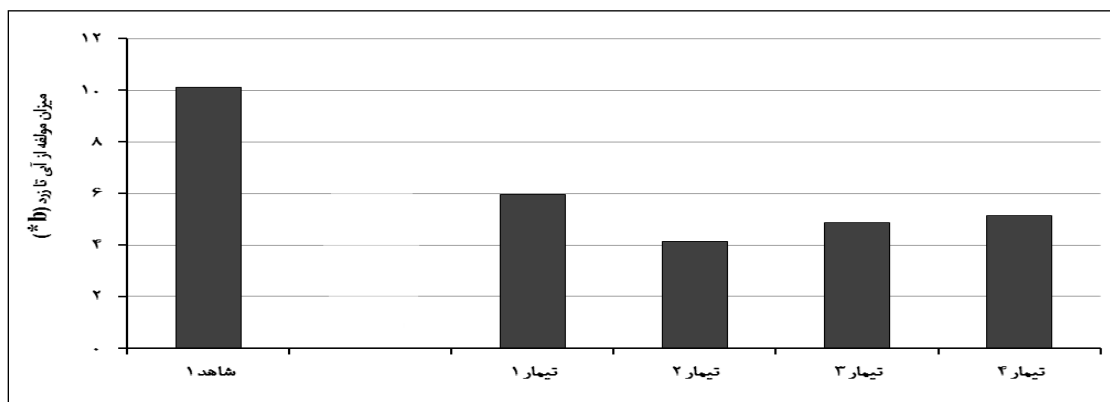


شکل ۱: میزان مؤلفه‌ی روشنایی یا شفافیت (I^*) در پایان پرورش.



شکل ۲: میزان مؤلفه‌ی از قرمز تا سبز (a^*) در پایان پرورش.

اثرات آرد هسته‌ی دانه‌ی انار (*Punica granatum*) بر فرا سنجه‌های رنگ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) / عمادی و همکاران



شکل ۳: میزان مؤلفه‌ی زرد (b*) در پایان پرورش.

فضای رنگی $L^* a^* b^*$ یا CIE Lab یک استاندارد جهانی برای اندازه‌گیری رنگ است که در سال ۱۹۶۷ توسط گروه بین‌المللی روشنایی پذیرفته شده است (مشعل چی و همکاران، ۱۳۸۹).

بحث و نتیجه‌گیری

از مجموع نتایج به‌دست‌آمده چنین استنباط می‌شود که احتمالاً مطلوب بودن فرا سنجه‌های رنگ در ماهی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان تیمارهای اصلی، شامل میزان فرا سنجه‌ی روشنی یا شفافیت (L^*) و میزان فرا سنجه‌ی از قرمز تا سبز (a^*)، به دلیل استفاده مناسب از آرد هسته‌ی دانه‌ی انار در جیره‌های غذایی آن‌ها و مطلوب بودن مقادیر رنگ‌دانه‌ی آستاگزانتین در دانه‌ی انار می‌باشد. سطح بهینه‌ی این رنگ‌دانه در گوشت ماهی-های تیمار ۱ با جیره‌ی غذایی حاوی ۱ درصد آرد هسته‌ی دانه‌ی انار دیده شد.

همچنین همان‌طور که در آنالیز ترکیبات شیمیایی آرد هسته‌ی دانه‌ی انار مشاهده شد، احتمال داده می‌شود که وجود ترکیبات مؤثر در رنگی نظیر Cis-3-Methyl-2-n-propylthiophane و Ethyl orthoformate تأثیر بسزایی در این تغییر رنگ مطلوب داشته باشند.

امروزه در پرورش انواع موجودات آبی از انواع رنگ‌دانه‌های شیمیایی و صنعتی مانند آستاگزانتین استفاده می‌شود (مشعل چی و همکاران، ۱۳۸۹). لازم به ذکر است که رنگ‌دانه‌های گیاهی بیش‌ترین رنگ را به گوشت ماهیان منتقل می‌کنند پس برای رسیدن به نتایج مطلوب‌تر باید میزان مواد گیاهی مناسب و رنگ‌زای مورد استفاده در جیره‌ی غذایی بیشتر باشد.

البته عوامل مختلفی از جمله اختلاف در منابع کاروتنوئیدی و قدرت جذب آن‌ها توسط ماهی‌ها، همچنین عوامل محیطی، درجه حرارت، مقدار کاروتنوئید، اندازه و سن ماهی نیز در رنگ‌پذیری گوشت ماهی‌ها اهمیت دارند (طالبی، ۱۳۹۰). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده عوامل مؤثر بر رنگ ذکر شده در ماهی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان این تحقیق در حد مطلوب گزارش شد.

بالا بودن میزان فرا سنجه‌ی زرد (b^*)، در ماهیان گروه شاهد با جیره‌ی غذایی فاقد آرد هسته‌ی دانه‌ی انار، دیده شد که درواقع رنگ طبیعی ماهی‌ها وابسته به همین مؤلفه می‌باشد و امری کاملاً طبیعی است. این امر نیز علاوه موارد ذکر شده در رابطه با فواید دانه‌ی انار، دلیل بسیار مهمی است که تأثیرات مطلوب استفاده از آرد هسته‌ی دانه‌ی انار در جیره‌ی غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای اصلی را نشان می‌دهد.

بنا بر تحقیقات و مطالعات انجام‌شده، آستاگزانتین بیشتر از سایر منابع کاروتنوئیدی شامل بتاکاروتن و کانتاگزانتین، در بهبود رنگ آبزیان تأثیر داشته است؛ بنابراین به دلیل وجود رنگ‌دانه‌ی آستاگزانتین در عصاره‌ی انار به مقدار بالا، بدیهی است که اضافه کردن این رنگ‌دانه به‌عنوان یک رنگ‌دانه‌ی مؤثر با منبع گیاهی در جیره‌های مختلف غذایی سبب بهبود رنگ در آبزیان می‌شود (Yasir and Qin, 2010).

لازم به ذکر است که این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد و امری نوین در صنعت آبزی‌پروری است. همین‌طور باید عنوان شود که تاکنون هیچ تحقیقی تحت عنوان اثرات آرد دانه‌ی انار بر روی ماهی‌ها انجام‌نشده است و به همین دلیل امکان مقایسه باکار سایرین نیز موجود نیست. با بررسی‌ها و آزمایش‌های اولیه‌ی انجام‌شده بر روی آرد هسته‌ی دانه‌ی انار و ارتباط آن با نتایج حاصل از آزمایش طیف‌سنجی رنگ ماهی‌ها و همچنین مقایسه نتایج گروه‌های اصلی تیمار با گروه شاهد، اثر مطلوب این آرد در رنگ ماهی‌ها مشخص گردید.

در آخر پیشنهاد می‌شود، سطوح مختلف آرد هسته‌ی دانه‌ی انار برای بهبود رنگ آبزیان و در پی آن افزایش تقاضا و بازده اقتصادی بیشتر، به‌عنوان یک افزودنی گیاهی مفید و همچنین یک گزینه‌ی مناسب اقتصادی و تجاری، در جیره‌های غذایی آبزیان اعمال شود.

همچنین توصیه می‌شود سایر ترکیب‌های گیاهی شامل انواع میوه‌ها، به دلیل وجود مقادیر بالای ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی، انواع ویتامین‌ها و مواد موردنیاز برای افزایش رشد، بهبود سیستم ایمنی و کیفیت گوشت و رنگ، در جیره‌های غذایی آبزیان و سایر جانداران مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی اساتید و کارشناسان محترمی که در پیشبرد این تحقیق به این‌جانب یاری رسانده‌اند، نهایت سپاس و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

- ارفعیان، ع.، ۱۳۸۸. پژوهشی در خواص میوه‌ی انار. واحد تحقیق توسعه شرکت نار ایران، ۵۳ ص.
- ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی‌شناسی (۱)، تشریح، فیزیولوژی. انتشارات نقش مهر با همکاری دانشگاه گیلان، ۲۴۵ ص.
- زکی، پ.، ۱۳۹۲. ماهی‌شناسی عمومی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، دانشکده کشاورزی منابع طبیعی، ۱۲۵ ص.
- صالحی، م.، ۱۳۹۰. راهنمای کاربردی پرورش ماهی قزل‌آلا. انتشارات علمی آبزیان، ۱۴۴ ص.
- طالبی، م.، ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد فلفل دلمه‌ای قرمز بر روی پارامترهای رشد، پارامترهای خونی و رنگ ماهی قزل‌آلا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده‌ی منابع طبیعی، ۱۲۸ ص.
- لیت ریتز، آر. لوئیز، سی. ۱۹۸۶. تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا و آزاد. ترجمه‌ی ح. عمادی (۱۳۸۳)، انتشارات علمی آبزیان، تهران، ۲۶۳ ص.
- مشعل چی، م. م.، علیشاهی، م.، جواهری بابلی، م. و حجازی، ا.، ۱۳۸۹. مقایسه‌ی اثر آستاگزانتین و جلبک دونالیالسالینا (*Dunaliella salina*) بر رنگ پوست ماهی اسکار سفید (*Astronorous ocellatus*). مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره ششم، صفحات ۷۵-۸۳.

Kop, A. Y. Durmaz. 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichla – soma* 117 – 122p. *severum* sp. Heckel 1840). *Aquaculture International*, 16

Oliverira, R. C., Narciso, M., Bisinotto, M., Perdomo, M., Ballou, D. and Santos, J., 2010. Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, nutrient digestion, and immunocompetence of calves. *Journal of Dairy Science*, 4291p.

اثرات آرد هسته‌ی دانه‌ی انار (*Punica granatum*) بر فرا سنجه‌های رنگ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) / عمادی و همکاران

- Saad, H. F., Charrier – EL Bouhtoury, A., Pizzi, K., Rode, B., Charrier. and Ayed, N., 2012.** Characterization products, 40: 239 – 246p. of pomegranate peels tannin extractives. Industrial Crops and
- A., Brown, 1998.** Carotenoid pigments in seafoods and aquaculture. Critical Reviews in Food **Shahidi, F and J.** Science, 38-67p.
- Yasir, I. J. and G., Qin, 2010.** Effect of dietary caroteneoids on skin color and pigments of false clownfish, *Amphiprion ocellaris*, Currier. Journal of the World Aquaculture Society, 49: 308 – 318p.