دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره پنجم، شماره دوم، تابستان ۹۶
http://jair.gonbad.ac.ir

اثر افزودن عصاره پوست پیاز قرمز، چغندر قرمز و کلم قرمز در جیره بر رنگ پوست ماهی زینتی پرت *Amphilophus citrinellus* (Günther, 1864) × *Paraneetroplus melanurus* (Günther, 1862)

زهرا جعفری[۱]، مهرداد فتح اللهی*[۲]، روح اله رحیمی[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
[۲]استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ ارسال: ۹۴/۷/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۵

چکیده

در این تحقیق در یک دوره هشت هفته‌ای غذادهی تاثیر افزودن عصاره‌های آبی غده چغندر قرمز، پوست پیاز قرمز و برگ کلم بنفش، بر رنگ‌پذیری ماهیان زینتی پرت *A. citrinellus* × *P. melanurus* آزمایش شد. این بررسی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه گروه تیماری با عصاره‌های افزوده به جیره و یک گروه شاهد بدون افزودن عصاره طبیعی روی ۱۴۴ قطعه ماهی ۰/۱ ± ۲/۷ گرمی انجام گرفت. نتایج میزان رنگ نمایان شده حاصل از این رژیم تغذیه توسط دستگاه کالرمتر (پارامترهای XYZ و L*a*b) و نیز سنجش غلظت کارتنوئید عصاره بافت‌ها سنجش شدند. نتایج نشان داد که موثرترین افزایش رنگ قرمز (پارامتر a *) در پوست در گروه‌های تغذیه شده با عصاره غده چغندر قرمز، بیش‌ترین غلظت از تجمع کارتنوئیدها در بافت‌های باله‌ها، دم و سرپوش برانشی نیز تحت اثر عصاره غده چغندر قرمز افزوده شده به جیره و در گوشت ماهیان، تحت اثر عصاره پوست پیاز قرمز به دست آمد. پارامترهای به دست آمده از رنگ سنجی ظاهری (L*a*b) و نیز میزان غلظت کارتنوئیدها در بافت‌ها، از نظر رنگ‌دهی به ماهی نشان دادند که اثر رنگ‌دهی در ازای افزودن عصاره‌های غده چغندر قرمز، پوست پیاز قرمز و برگ کلم قرمز در جیره گروه‌های تیماری نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است.

واژه‌های کلیدی: ***A. citrinellus*، *P. melanurus*، رنگ‌پذیری، رنگدانه‌های طبیعی**

*نویسنده مسئول: mehrdad.fatollahi@nres.sku.ac.ir

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

مقدمه

رنگ ظاهری در ماهیان زینتی و رنگ فیله ماهی در ماهیان خوراکی نشانه کیفیت و سلامت زیستی محصول تولیدی بوده و در بازارپسندی ماهیان تولید شده بسیار تاثیرگذار است. رنگ بدن موجودات زنده تابع دو عامل ژنتیکی و تغذیه‌ای است و رنگ بدن در ماهی نیز به ویژه ناشی از وجود کروماتوفورهای محتوی رنگدانه‌ها در بافت‌ها می‌باشد. رنگ آبزیان تحت تأثیر عوامل مختلف تغییر می‌کند و شرایط فیزیکوشیمیایی مانند نور، دما و اکسیژن محلول بر روی رنگ بدن آبزیان مؤثرند. بطورکلی رنگدانه‌های موجود در منابع غذایی نقش مهمی در تعیین رنگ ماهیان دارند و فرآیند رنگ پذیری ماهیان بسته به سرعت تغییرات این رنگ‌ها از طریق سیستم عصبی و غدد درون‌ریز کنترل می‌شود (Fuji, 2000).

کارتنوئیدها یکی از فراوان‌ترین و متنوع‌ترین رنگدانه‌ها در جانوران بعد از رنگدانه‌های گروه ملانین می‌باشند و در دنیای گیاهان نیز، کارتنوئیدها مسئول ایجاد رنگ‌های قرمز، نارنجی، زرد در حبوبات، گیاهان، میوه‌ها و گل‌ها هستند. این رنگدانه‌های طبیعی در گیاهان، جلبک‌ها، باکتری‌های فتوسنتز کننده و برخی باکتری‌های غیر فتوسنتزکننده یافت می‌شوند و نقش مهمی در فرآیندهای فتوسنتزی به عهده دارند. آن‌ها همچنین در مخمرها و کپک‌ها یافت می‌شوند. با وجود منابع طبیعی رنگ برای ماهیان در طبیعت به علت سهولت استفاده، کاربرد رنگدانه مصنوعی در پرورش ماهی بسیار رایج است که در برخی مناطق دنیا به دلیل قیمت بالای آن آکواریوم داران تمایل زیادی به جایگزینی آن‌ها با مواد ارزان را دارند (Bell *et al.*, 2000; Ghiasvand and Shapouri, 2006).

در کنار قیمت بالای رنگدانه‌های مصنوعی و افزایش تقاضا برای استفاده از مواد طبیعی و نیز رنگدانه‌های طبیعی، تلاش برای استفاده از منابع کارتنوئید طبیعی را برای خوراک جانوران، صنایع غذایی و آرایشی قوت می‌بخشد. امروزه استفاده از ترکیبات غذایی گیاهی به عنوان منبع تولید رنگدانه کاربرد زیادی یافته و تحقیقات روی شیوه‌های به‌کارگیری این مواد در حال انجام است (Mashalchi *et al.*, 2000).

در حال حاضر دیدگاه مصرف غذاهای گیاهی و مفید با عنوان غذاهای با توان عملکردی در بدن یا Functional foods در غذای انسانی بسیار مورد توجه است و عملکرد بهبود بخش این نوع جیره‌ها برای ارگانیسم، دلیل گرایش به این نوع تغذیه است. بدیهی است به‌کارگیری این نوع نگرش در تغذیه دام و جانوران نیز باعث بهبود عملکرد رشد و زادآوری جانوران باشد (Clifford *et al.*, 2015). در میان گیاهان گوناگون کلم‌ها از مهم‌ترین سبزیجات در رژیم غذایی انسان هستند و امروزه مصرف واریته‌های مختلف این گیاه توسعه روزافزونی پیدا کرده است. این گیاه در بسیاری از کشورهای جهان قابلیت کشت در کشتزارها و نیز گلخانه‌ها را دارد. کلم قرمز یا بنفش (Red cabbage) با نام علمی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra منبع غنی آنتوسیانین است که باعث رنگ قرمز آن می‌شود و برای سلامت مغز و محافظت در برابر سرطان موثر است (Hajiboland *et al.*, 2009). علاوه بر رنگ ظاهری کلم به عنوان یک گیاه غنی از رنگدانه، ارزش غذایی آن می‌تواند مورد توجه علوم تغذیه و جیره‌نویسی هم برای انسان و هم برای جانوران اهلی باشد. کلم‌ها غنی از ویتامین‌های گروه B، A وC و نیز اسید فولیک هستند. وجود فنل‌های متعدد در کلم از تشکیل کارسینوژن‌ها جلوگیری می‌کند و باعث افزایش فعالیت آنزیم‌هایی می‌شود که در سم زدایی نقش دارند (Kaur and Kapoor, 2001). سنتز آنتوسیانین‌ها در گیاه کلم قرمز بیش از دیگر انواع کلم‌ها و در قسمت‌های خوراکی آن یافت می‌شود که موجب قرمزی رنگ آن نسبت به سایر انواع کلم‌ها شده است (Asada, 1999).

رنگدانه طبیعی استخراج شده از چغندر *Betta vulgaris* به عنوان یک رنگ خوراکی شناخته شده در صنایع مختلف بوده و قدرت آن از بسیاری از رنگ‌های سنتزی نیز بیشتر است. وجود ترکیبات گوناگون رنگی فلاونوئیدی و کاروتنوئیدی در چغندر قرمز علاوه بر وجود رنگ مناسب که در صنعت به نام رنگ E162 معروف است یک آنتی‌اکسیدان غذایی قوی و یک ضد استرس بسیار فعال در بدن جانوران و انسان شناخته شده است (Clifford *et al.,* 2015; Nahid *et al.*, 1996). رنگدانه‌های موجود در چغندر غنی از بتاسیانین‌های قرمز رنگ و بتازانتین‌های زرد رنگ‌اند. این دو گروه از رنگدانه‌ها در آب بسیار محلولند (Fakhari and Baghipour, 2010).

پوست خشک پیاز قرمز *Allium cepa* L. دارای ترکیبات رنگی به نام آنتوسیانین (anthocyanins) و محلول در آب است (Prakash *et al.,* 2007). در یک سنجش از ترکیبات برخی از واریته‌های پیازهای ایران مشاهده گردید که پوست پیاز قرمز حاوی ترکیبات فنول و فلاونوئیدی با عملکردهای آنتی‌اکسیدانی است. ترکیبات پیازهای قرمز هم در پوست بیرونی و هم در بخش داخلی از پیاز سفید بیشتر است. حلال‌های مورد استفاده در این آزمایش حلال‌های قطبی مانند استون بوده و به نظر می‌رسد برای کاربرد تغذیه‌ای این حلال‌های به‌کار رفته در عصاره‌گیری مناسب نباشد. با توجه به حلالیت آنتوسیانین‌ها در آب، استفاده از آب برای استخراج آنتوسیانین‌ها در صنایع غذایی می‌تواند گزینه مناسبی باشد. علی‌رغم مطالعات متعدد در خصوص خواص خوراکی پیاز در ایران و کشورهای مختلف یا کاربرد روزانه سنتی در ایران در استفاده از پوست پیاز به‌عنوان یک رنگ‌دهنده خانگی غیر صنعتی، در کارهای مطالعه شده از محققان استفاده از ترکیبات پوست پیاز به عنوان افزودنی به جیره‌های غذایی و یا خود پیاز و ترکیبات آن در جیره ماهیان گزارشی مشاهده نشد (Bagherloo *et al.*, 2011).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

مطالبات بازار غذا برای یافتن رنگدانه‌های مناسب برای ماهیان زینتی به ویژه مواد ارزان و سالم برای ماهیان آکواریومی لزوم تحقیق اثر رنگدانه طبیعی موجود در چغندر قرمز، پوست پیاز قرمز و کلم قرمز بر رنگ‌پذیری ماهی پرت (*Amphilophus citrinellus* × *Paraneetroplus melanurus*) که یک ماهی دو رگه عقیم می‌باشد و مشاهده ماندگاری رنگ القایی بر آن‌ها، علت انجام تحقیق حاضر بوده است.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان انجام تحقیق و شرایط پرورش: مراحل نگهداری، عصاره‌گیری، تهیه جیره پرورشی تیمارها، غذادهی و پرورش بچه‌ماهیان زینتی پرت و سنجش رنگ ماهیان در آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد انجام پذیرفت. ویژگی‌های آب شامل دما (حدود ۲۷ درجه سانتی گراد) و اکسیژن محلول (تامین با یک هواده مرکزی) به صورت روزانه و pH به صورت هفتگی اندازه‌گیری و کنترل می‌شد. اتاق پرورش از نظر نور کاملاً تحت کنترل و در زمان تاریکی و خاموشی شبانه (۸L : ۱۶D) هیچ منبع تامین نوری وجود نداشت. آب تامین تانک‌های پرورش از لوله کشی چاه عمیق با نگهداری به‌منظور رفع کلر و نیز افزایش دمای اولیه صورت می‌گرفت.

مرحله پیش‌آزمایش و سازگاری ماهیان: برای مرحله سازگاری ماهیان آزمایش با شرایط جدید محیطی و تغذیه‌ای، ۱۶۰ قطعه بچه ماهی پرت خریداری شده به دنیا آمده از تعداد دو مولد نر و ماده در یک کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی، بدون در نظر گرفتن جنسیت (با توجه به بالغ نبودن بچه‌ماهیان)، در یک دوره ۴ هفته‌ای به مدت ۲۰ روز با غذای در نظر گرفته شده برای آزمایش در چهار تانک ۱۸۰ لیتری با رنگ سبز زیتونی در حد سیری تغذیه شدند. برای تغذیه بچه ماهیان از غذای تجاری بیومار (۴۷٪ پروتئین، ۸/۵٪ چربی، ۱۰/۵٪ خاکستر، ۶٪ رطوبت) استفاده شد که بعد از یک هفته آداپتاسیون و ایجاد عادت به غذاگیری دستی جدید با میزان کم ابتدایی، غذادهی به بچه‌ماهیان ۳ بار در روز در ساعت‌های ۸:۰۰ و ۱۲:۰۰ و ۱۶:۰۰ انجام شد. هر روز به میزان ۵۰٪ آب تانک‌های نگهداری اولیه تعویض می‌شد. پس از گذر از مرحله آداپتاسیون تعداد ۱۴۴ قطعه ماهی با ظاهر سالم و وزن متوسط ۰/۱۰± ۲/۵ گرم و طول (۱ بند انگشت) ۰/۲± ۳/۷ سانتی‌متر به ۱۲ تانک ۱۲۰ لیتری با آبگیری به میزان ۱۰۰ لیتر (در هر تانک ۱۲ قطعه ماهی) به‌صورت کاملاً تصادفی متناسب با تیمارهای سه‌گانه آزمایش و یک گروه شاهد هر یک با سه تانک تکرار منتقل شده و سپس با دو روز قطع غذای کامل بعد از این جابجایی به‌مدت ۸ هفته مورد آزمایش قرار گرفتند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

طراحی سیستم آزمایشی: در طول دوره پرورش آب به صورت غیر چرخشی و با اشباعیت کامل حاصل از هوادهی برای ماهیان فراهم شد. هر کدام از تانک‌های ۱۲ گانه با استفاده از یک سنگ هوا، هوادهی می‌شد و سیستم خروجی آب سرریز آن‌ها طوری طراحی گردیدند که حجم و ارتفاع آب در تمام مخازن یکسان و قابل کنترل بود. آب مخازن هر روز بعد از غذادهی سیفون، غذاهای مصرف نشده و فضولات از محیط پرورش خارج می‌شد. نور داخل آزمایشگاه نور مصنوعی مهتابی برای کارهای عمومی و برای شرایط پرورش با توجه به حساسیت ماهی به کلیه عوامل خارجی و پرخاشگری فوق العاده آن‌ها نور لامپ رشته‌ای ۳۰ وات به تعداد چهار عدد به طوری که غذاگیری ماهی می‌توانست بدون مشکل صورت بگیرد انجام شد.

در سنجش اولیه در خصوص دستیابی به کم‌ترین اشتهای ماهیان به هریک از سه عصاره گیاهی حاوی رنگدانه‌های طبیعی، ماهیان به بیش از ۲۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره خشک چغندر قرمز میل به غذای عادی نشان ندادند. این مقدار اشتها برای دو تیمار بعدی (پوست پیاز قرمز و کلم قرمز) نیز بر اساس این کنش اشتهایی مورد نظر قرار گرفت و در تیمارها اعمال شد، به طوریکه برای تیمار اول جیره حاوی ۲۳۰ میلی‌گرم ماده خشک در کیلوگرم از عصاره آبی ۱۰ درصد پوست پیاز قرمز، تیمار دوم جیره حاوی ۲۳۰ میلی گرم ماده خشک در کیلوگرم از عصاره آبی ۱۰ درصد چغندر قرمز، تیمار سوم خوراک حاوی ۲۳۰ میلی‌گرم ماده خشک در کیلوگرم از عصاره آبی ۱۰ درصد کلم قرمز و تیمار چهارم شاهد بدون افزودنی عصاره به خوراک معمول بازاری برای پرورش ماهیان زینتی پرت تهیه شد. در ابتدای آزمایش و قبل از شروع غذادهی بیومتری ماهیان شامل اندازه‌گیری طول، وزن و همچنین رنگ‌سنجی اولیه ماهیان توسط دستگاه Color Meter مدل TES 135 انجام و اطلاعات حاصل ثبت گردید.

نحوه تهیه عصاره و افزودن به غذای ماهیان: از میان روش‌های خیساندن به دلیل بی ضرر بودن، هر ۱۰ گرم از پوست پیاز قرمز کاملاً آسیاب شده، برگ کلم قرمز و چغندر قرمز در یکصد میلی‌لیتر حلال آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد، خیسانده و عصاره ۱۰ درصد آن‌ها تهیه شد. این مخلوط عصاره‌ها به مدت ۴۸ ساعت در یخچال نگهداری شده و پس از گذر از کاغذ صافی، برای استفاده در جیره، با استفاده از فیلتر میکروبیولوژیک صاف و برای استفاده تازه برای سه روز آتی در ظروف استریل دربدار در یخچال نگهداری شدند. به‌منظور به دست آمدن مقدار وزنی از عصاره خشک موجود در عصاره‌های مایع، ۱۰۰ میلی‌لیتر از این عصاره‌های خیساندنی صاف شده ۱۰٪ (در سه نمونه و تکرار)، در دستگاه آون در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک و مقادیر وزنی به دست آمده از عصاره‌های خشک شده به جای مانده، به‌منظور به دست آوردن محلول‌های با وزن مشخص، ملاک محاسبه‌های بعدی قرار گرفتند. برای هر بار تهیه جیره، مقدار عصاره مایعی معادل ۲۳۰ میلی‌گرم ماده خشک در کیلوگرم از

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

هر گیاه بر روی غذای بیومار به صورت اسپری ریخته و غذای حاصل در معرض باد گـرم ملایـم خشـک شدند.

غذادهی و سنجش بروز رنگ بر بدن: بی‌رنگ بودن نمونه‌های انتخاب شده در ابتدای آزمایش برای خریداری و یا تایید آماده فروش شدن (بازاری) ماهیان برای اعلام اتمام تقریبی آزمایش با چشم غیرمسلح تایید شد. با تایید ظاهری سیمای ماهیان، بعد از ۸ هفته غذادهی در حد سیری و به صورت دستی در سه نوبت شبانه روزی در ساعات ۰۰: ۰۸ ، ۱۲:۰۰ و ۱۶:۰۰ کمیت این رنگ‌پذیری با رنگ سنجی ماهیان توسط دستگاه مدل TES 135 هر ۱۵ روز یکبار انجام و اطلاعات حاصل ثبت گردید. در این نوع سنجش با قراردادن نوک تفنگ دستگاه کالرمتر بر یک نقطه مشخص و تقریبا ثابت، یعنی بالای خط جانبی و یک سانتی‌متر پشت سرپوش آبشش‌های هر ماهی در یک زمان بسیار کوتاه در حالت خوابیده به پهلو، ماشه تفنگ برای خواندن داده، چکانده و اطلاعات در آن برای انتقال آتی به یک فایل اکسلی ذخیره می‌شد. در این سنجش خطای طبیعی سیاه شدن ماهیان پرت در هنگام سنجش رنگ ناشی از استرس وارده و صید آن‌ها (حتی در صورت اعمال بیهوشی) با سرعت عمل بیشتر قابل رفع بود. از میان همه اطلاعات خوانده و ذخیره شده توسط تفنگ کالرمتر برای هر جسم رنگی (ماهی) پارامترهای مربوط به دو معیار ابزارگرا و انسان‌گرای رنگ‌سنجی یعنی تکنیک‌های XYZ و L*a*b* برای مقایسه میان گروه‌ها انتخاب شدند (Kit *et al.*, 2004; Mendoza *et al.*, 2006; Wu and Sun, 2013). در این معیار مطابق استاندارد, متوسط اعداد به دست آمده از نمونه‌های هر تیمار از نظر طیف‌های بروز کرده سبز به سمت قرمز (a*)، آبی به سمت زرد (b*) و روشنایی (L) در سنجش L*a*b و نیز طیف‌های قرمز (X)، آبی یا کبود (Z) و نیز درخشش (Y) در سنجش XYZ نشان دهنده بیشتر یا کمتر بودن رنگ بدن نمونه‌ها و تیمارها نسبت به هم بودند (Wu and Sun, 2013). داده‌های به دست آمده از مولفه‌های رنگ پوست ماهیان با استفاده از تست چند دامنه‌ای دانکن برای وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در گروه‌ها توسط نرم‌افزار SPSS, Ver.19 مورد تحلیل قرار گرفت.

در پایان آزمایش نیز یک سنجش محتوای کارتنوئید کل در بافت‌های ماهی انجام گردید (Mashalchi *et al.*, 2000). سه عدد ماهی از هر تانک برای آنالیز کاروتنوئید، به‌طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه پوست ماهیان از چهار قسمت بدن شامل سرپوش آبششی، دم و باله پشتی، پوست ناحیه شکم و سینه‌ای و گوشت برداشته شد و بعد از آماده سازی و عصاره‌گیری از آن‌ها، میزان رنگدانه موجود در عصاره حاصل در ۴۵۰ نانومتر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر نسبت به لوله‌های حاوی حلال رنگ سنجی انجام شد، خوانده شد (Wang *et al.*, 2006; Chatzifotis *et al.*, 2004).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

نتایج

رنگ‌سنجی با استفاده از ابزار طیف‌سنجی ظاهری اجسام: سنجش پارامترهای تابش طیف‌های رنگی بخش‌های سنجش شده توسط دستگاه کالرمتر با فواصل دو هفته‌ای در طول دوره پرورشی بدون نیاز به کشتن ماهیان تانک‌های تیماری نتایج روند رنگ‌پذیری نمونه‌ها و تاثیر عصاره‌ها در جیره را در هشت هفته پرورش نشان داد. با وجود مشاهده کامل رنگ بر بدن ماهیان پرت، سیاه شدن ماهی در هنگام استرس یا پرخاش و هرگونه دستکاری باعث می‌شد تا برای سنجش و خواندن رنگ ماهی پرت توسط کالرمتر، کارایی لازم بروز نکند و در نتیجه برای رفع این خطا سرعت کار سنجش و خواندن رنگ بدن بالا برده شد تا ماهیان سریعاً به محل سنجش رنگ انتقال یابند. به علاوه سعی شد تا در رنگ سنجی بدن و پوست از منطقه‌ای استفاده شود که کم‌ترین تیرگی بر روی بدن ماهی ظاهر می‌گردد. با این حال با بروز تعقیب نسبی ماهیان در تانک‌ها برای صید این پدیده کم و بیش رخ داده و در نتیجه روند سنجش رنگ بدن ماهیان با تطویل محسوسی روبرو می‌شد. برای رفع خطا به سنجش با فاصله افراد در تیمارها مبادرت گردید.

اولین رنگ‌سنجی سطحی ماهیان از قسمت پشت سرپوش آبششی و بالای خط جانبی قبل از شروع غذادهی آزمایشی تعیین شده نشان داد که از نظر رنگ اولیه ماهیان انتخاب شده تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند. در پایان هفته هشتم رنگ ظاهری ماهیان (قضاوت مشاهده‌ای چشمی) نشان داد که با کیفیت رنگ ماهیان موجود می‌توان این ماهیان زینتی را به بازار عرضه نمود که به این ترتیب اتمام دوره غذادهی پذیرفته شد. ماهیان به مدت دو هفته دیگر با غذای معمولی غذادهی شدند تا در صورت عدم دوام رنگ بدن بتوان در قضاوت نتایج بروز کرده تجدید نظر کرد که این دوام و قوام رنگ ظاهری بدن ماهیان به دست آمده از دوره تغذیه در گروه‌ها همچنان مشاهده و مورد تایید قرار گرفت.

نتایج اولین رنگ سنجی (جدول ۱) بعد از آداپتاسیون هفت روزه ماهیان دو بند انگشتی نشان داد که سنجش رنگ ظاهری پوست ماهیان با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج یا رنگ‌خوان (کالرمتر) تفاوت معنی‌داری را در هیچ یک از پارامترهای مورد نظر برای قضاوت در خصوص تفاوت اولیه در رنگ نمونه ها نشان نمی‌دهد. به این ترتیب اختلاف رنگ اولیه ماهیان برای تمام ماهیان گروه‌های شاهد و تیمار یکسان بوده است و رنگ اولیه نمی‌توانست در میزان رنگ نهایی و بعدی گروه‌ها تاثیرگذار باشد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۱- داده‌های رنگ سنجی اول با دستگاه کالرمتر (mean±SE) تیمارهای ماهی دورگه پرت (*Amphilophus citrinellus* × *Paraneetroplus melanurus*) تغذیه شده با عصاره‌های مختلف گیاهی

تیمار	X	Y	Z	L	a	b
شاهد	۶۶/۶±۷/۷	۷۰/۳±۷/۵	۵۶/۹±۲/۱	۸۶/۹±۳/۷	-۲/۸±۲/۱	۴/۸±۵/۵
عصاره چغندر قرمز	۶۲/۲±۷/۳	۶۶/۹±۷/۷	۵۳/۴±۴/۷	۸۵/۱±۳/۸	-۲/۸±۲/۱	۳/۸±۱/۴
عصاره کلم بنفش	۵۸/۳±۳/۲	۶۰/۹±۳/۱	۵۲/۴±۷/۹	۸۱/۷±۱/۵	-۱/۰۱±۱/۸	۳/۷±۵/۳
عصاره پوست پیاز قرمز	۷۰/۰±۴/۷	۷۸/۵±۵/۷	۵۵/۴±۳/۸	۹۰/۹±۲/۶	-۳/۳±۱/۴	۴/۹±۰/۵
F, p>0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS

در رنگ سنجی دوم بعد از دو هفته تغذیه ماهیان تیمارهای مختلف با جیره‌های مختلف حاوی رنگدانه‌های طبیعی، از نظر آماری تفاوتی میان پارامترهای سنجش شده ایجاد نشد (جدول ۲). در سنجش XYZ , مقدار X (رنگ قرمز) و Z (رنگ آبی یا کبود) در گروه‌ها بدون تفاوت معنی‌دار از نظر آماری (p>۰/۰۵) بروز نمود و میزان روشنایی و یا تاریکی یا به عبارتی معیار درخشش سطح رنگی (بزرگی پارامتر Y) نیز در میان گروه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت.

بر اساس نتایج به دست آمده، گروه‌ها در میزان پارامتر روشنایی با استفاده از سنجش L در روش سنجش L*a*b* اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۵). در میزان پارامتر a* یعنی جلوه رنگ سبز به سمت قرمز نیز اختلاف میان گروه‌ها معنی‌دار نبود و در نتیجه گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی عصاره‌های گیاهی طبیعی از نظر بروز رنگ قرمز با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. با این حال میانگین‌های بروز رنگ قرمز در گروه شاهد از نظر عددی از سایر گروه‌ها کمتر بود. در میزان پارامتر b یعنی رنگ آبی به سمت زرد نیز اختلاف میان گروه‌ها معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

جدول ۲- داده‌های رنگ سنجی دوم با دستگاه کالرمتر (mean±SE) تیمارهای ماهی دورگه پرت (*Amphilophus citrinellus* × *Paraneetroplus melanurus*) تغذیه شده با عصاره‌های مختلف گیاهی

تیمار	X	Y	Z	L	a	b
شاهد	۶۶/۵۶±۴/۹	۷۴/۱±۵/۶	۵۹/۶±۶/۱	۸۸/۷±۲/۷	۱۲/۷±۰/۸	۱/۸±۳/۹
عصاره چغندر قرمز	۶/۸۹±۷/۳	۶۶/۹±۷/۷	۵۳/۴±۴/۷	۸۴/۴±۳/۸	۴/۱±۰/۲	۱۲/۱±۱/۴
عصاره کلم بنفش	۶۳/۶۵±۶/۰	۶۶/۱±۷/۵	۵/۹±۱۰/۶	۸۴/۶±۷/۹	۰/۵±۰/۵	۴/۵±۲/۳
عصاره پوست پیاز قرمز	۶۳/۷±۳/۲	۶۰/۶±۲/۹	۴۳/۱±۲/۴	۸۱/۸±۱/۵	۲/۳±۲/۳	۸/۳±۰/۷
F, p>0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS

مشاهده ظاهری چشمی در هفته هشتم، رنگ‌پذیری و رنگ‌گیری گروه‌های تغذیه شده را تایید نمود. نتایج به‌دست آمده از داده‌های رنگ سنجی نهایی قبل از سنجش کارتنوئیدهای لاشه، بر اساس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

آنالیز فیشر (جدول ۳) نشان داد که گروه‌های ماهیان در تیمارهای مختلف و شاهد با هم در رنگ‌های ایجاد شده روی بدن از نظر تمایل رنگ از سبز تا قرمز (a ⁎) و از آبی تا زرد (b⁎) تفاوت معنی‌داری دارند (p>۰/۰۵) ولی اختلاف میان گروه‌ها در تست XYZ معنی‌دار نبوده است. سنجش پارامتر L یعنی درخشش بدن، روشنایی کمی بیش‌تر (با اختلاف غیر معنی‌دار p>۰/۰۵) را در گروه شاهد نسبت به گروه‌های تیماری نشان می‌دهد و میزان رنگ قرمز نسبت به سبز (a ⁎) و نیز میزان رنگ زرد نسبت به آبی (b⁎) در گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) کمتر بوده است (جدول ۳). در گروه‌های تیماری، گروه تغذیه شده با عصاره غده چغندر قرمز بیش‌ترین رنگ قرمز نسبت به سبز (پارامتر a) و گروه تیماری شاهد کم‌ترین رنگ قرمز را در میان گروه‌های ماهیان زینتی پرت داشتند. در رنگ با جلوه زرد نیز گروه تغذیه شده با عصاره غده چغندر نسبت به گروه‌های دیگر رنگ زرد بیش‌تری نسبت به آبی کسب کرده است (پارامتر b). یعنی عصاره چغندر قرمز در جیره در تولید جلوه زرد نسبت به آبی نیز علاوه بر شاهد از دو تیمار دیگر بهتر بوده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تاثیر را از به کار بردن عصاره‌های گیاهی در جیره می‌توان در تولید رنگ قرمز دانست که در هفته هشتم باعث به وجود آمدن اختلاف میان گروه‌های تیماری و شاهد به طور کامل شده است.

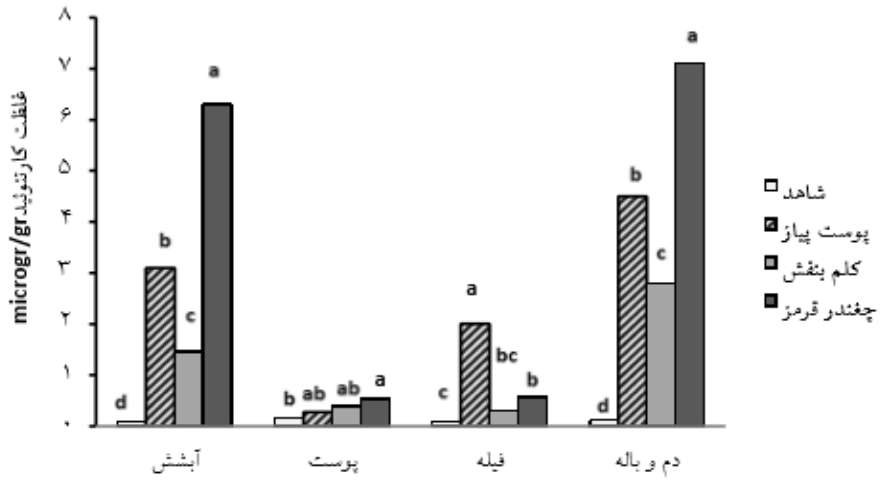
جدول ۳- داده‌های رنگ سنجی آخر بعد از هشت هفته تیمارهای ماهی دورگه پرت (*Amphilophus citrinellus* × *Paraneetroplus melanurus*) تغذیه شده با عصاره‌های مختلف گیاهی

تیمار عصاره	X	Y	Z	L	a	b
شاهد	۲۱/۸±۷/۰۴^{a}	۲۴/۳±۷/۲	۲۰/۹±۵/۷^{a}	۵۲/۵±۵/۷^{a}	-۸/۳±۴/۴^{c}	-۱/۲±۲/۹^{c}
غده چغندر	۱۴/۵±۱/۶^{a}	۱۳/۹±۱/۴	۸/۳±۰/۹^{c}	۴۳/۶±۱/۹^{a}	۶/۹±۱/۶^{a}	۱۰/۲±۰/۵^{a}
کلم بنفش	۱۷/۷±۳/۷^{a}	۱۸/۶±۳/۶	۱۴/۵±۲/۹^{ab}	۴۸/۳±۳/۸^{a}	-۲/۷±۴/۲^{ab}	۰/۵±۲/۴^{c}
پوست پیاز قرمز	۱۶/۸±۳/۳^{a}	۱۶/۶±۲/۹	۱۲/۵±۲/۳^{ab}	۴۶/۴±۳/۳^{a}	۲/۵±۲/۹^{ab}	۳/۹±۲/۳^{ab}
F, p<0.05	NS	NS	NS	NS	*significantly	*significantly

سنجش میزان کارتنوئیدهای لاشه: نتایج مربوط به میزان تجمع کارتنوئیدهای درون عصاره برخی از بافت‌های رنگ گرفته ناشی از تغذیه، از روش اسپکتوفتومتری در شکل ۱ ارائه شده است. بیش‌ترین تجمع رنگدانه‌های نارنجی در بافت پوشاننده سرپوش آبششی از تاثیر عصاره به دست آمده از غده چغندر قرمز افزوده شده به غذای روزانه ماهیان حاصل شد. ترتیب تجمع رنگدانه‌ها در بافت رنگ پذیرفته سرپوش آبششی حاصل از عصاره‌های غده چغندر قرمز، پوست پیاز قرمز برگ کلم بنفش و گروه شاهد بود. تفاوت میان تاثیر پوست پیاز قرمز و غذای بازاری (گروه شاهد) و تفاوت میان تاثیر برگ کلم بنفش و پوست پیاز قرمز با هم معنی دار نبود (p>0.05). تجمع رنگدانه‌ها در روی پوست گروه‌ها به

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

گونه‌ای رخ داد که تنها اثر رنگدانه‌های طبیعی موجود در عصاره غده چغندر قرمز از گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود و اثر عصاره‌های پوست پیاز قرمز و برگ کلم بنفش با این عصاره و نیز با شاهد (غذای بازاری) اختلاف معنی‌داری نداشتند. ولی ترتیب تجمع رنگدانه‌ها در بافت رنگ پذیرفته پوست حاصل از تاثیر عصاره‌های چغندر قرمز، برگ کلم بنفش، پوست پیاز قرمز و سپس گروه شاهد بود.



شکل ۱- غلظت کارتنوئید موجود در عصاره بافت ماهیان دورگه پرت (× *Amphilophus citrinellus* *Paraneetroplus melanurus*) تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی سنجش شده با استفاده از اسپکتروفتومتر- میکروگرم بر گرم بافت

در نتایج به‌دست آمده، اثر عصاره استخراجی از پوست پیاز قرمز بر گوشت ماهیان مورد آزمایش، بیشتر از سایر عصاره‌ها نمایان شد. اختلاف غلظت رنگدانه تجمع کرده در بافت گوشت حاصل از عصاره پوست پیاز قرمز در جیره با دو گروه تیماری دیگر و یک گروه شاهد معنی‌دار و تاثیر عصاره‌ها در رنگ‌دادن به فیله ماهی به‌ترتیب مربوط به عصاره پوست پیاز قرمز، غده چغندر قرمز، برگ کلم بنفش و در نهایت غذای بازاری بود.

با برآورد چشمی و مشاهده مستقیم، باله‌ها و به‌ویژه باله‌های دم و پشتی از سایر مناطق روی بدن ماهیان زودتر رنگ‌های بروز کرده روی بدن را نشان دادند و این بخش‌ها برای سنجش تجمع کارتنوئیدها مورد قضاوت قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین تاثیر عصاره‌های افزوده شده مربوط به عصاره استخراجی از غده چغندر قرمز بود و تمام گروه‌های تیماری از نظر میزان کارتنوئیدهای تجمع

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

یافته در باله‌های دمی و پشتی با هم تفاوت معنی‌دار داشته‌اند. ترتیب این بزرگی مربوط بـه گـروه‌هـای تیماری عصاره چغندر قرمز، عصاره پوست پیاز، عصاره برگ کلم بنفش و غذای بازاری (شاهد) بود.

بـه‌طـورکلی در سـه بخـش خـارجی مـورد سـنجش از ماهیـان زینتـی پـرت یعنـی پوسـت، روی سرپوش‌های آبششی و دم و باله‌ها تاثیر افزودن عصاره‌های گیاهی استخراج شده از غـده چغنـدر قرمـز بیش از سایر عصاره‌های اسـتفاده شـده بـود. نتـایج ارزیـابی و مقایسـه میـزان غلظـت کارتنوئیـدها در عصاره‌های استخراجی از بافت‌ها بر اساس سنجش جذب طیف نارنجی در اسپکتروفتومتر، نشان داد کـه رنگ‌پذیری گروه‌های تیماری با عصاره‌های افزوده شده حاوی رنگدانه‌های طبیعی، از ماهیان تغذیه‌شده با غذای معمولی بدون عصاره بیشتر بود و تفاوت جلوه‌های رنگی بروز کـرده در پایـان دوره آزمـایش در میان گروه‌های تیماری و شاهد که با مشاهده ظاهری (یا عکس‌های ماهیان) نیز قابل قضاوت بود، با این سنجش غلظت عصاره‌ها از طریق اسپکتروفتومتری معلوم گردید (شکل ۲).



شاهد



عصاره برگ کلم بنفش



عصاره غده چغندر قرمز



عصاره پوست پیاز قرمز

شکل ۲- تاثیر به‌کارگیری عصاره‌های طبیعی گیاهان حاوی رنگدانه در تغذیه بر رنگ‌های ماهیان پرورشی دورگه پرت (*Amphilophus citrinellus* × *Paraneetroplus melanurus*)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

بحث و نتیجه‌گیری

میزان غلظت رنگدانه‌ها در بافت‌های ماهیان: در روش سنجش غلظت کارتنوئیدها امکان بررسی رنگدانه‌های تجمع‌یافته در کل بافت برداشته شده از لاشه، با استفاده از حلال‌های مختلف امکان پذیر می‌گردد و در منابع بررسی شده نیز گزارش‌های ارائه شده تقریبا کل ناحیه مورد نظر برای رنگ‌سنجی مانند کل پوست یا فیله را مورد تحلیل قرار داده‌اند. در یک بررسی عمادی و همکاران (Emadi *et al.*, 2010) با استفاده از سنجش میزان کارتنوئید بافت‌ها از طریق اسپکتروفتومتری تاثیر جلبک دونیلا سالینا را بر رنگ پوست ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داده شد. در تحقیقی دیگر نیز با استفاده از سنجش غلظت رنگدانه‌ها در بافت تاثیر رنگدانه موجود در عصاره چغندر قرمز بر رنگ‌پذیری پوست اسکار سلطنتی نسبت به شاهد نشان مشاهده گردیده است (Moghimi and Mahboubi, 2011). در همین تحقیق با به‌کارگیری این روش سنجش، افزایش غلظت رنگدانه‌های پوست در ازای افزایش میزان رنگدانه در غذا نیز نشان داده شد. الاف نویریان و همکاران (Allaf Neverian *et al.*, 2014) با سنجش غلظت رنگدانه‌های تجمع‌یافته در فیله‌های برداشته شده از ماهیان، تاثیر فزاینده عصاره چغندر قرمز بر رنگ‌پذیری گوشت ماهی قزل‌آلا را با استفاده از همین روش تایید نمودند. در تحقیق رامامورتی و همکاران (Ramamoorthy *et al.*, 2010) اثر ترکیبی کارتنوئیدهای موجود در هویج (*Daucus carota*)، گل جعفری (*Tagetes erecta*)، گلبرگ‌های رز مینیاتوری (*Rosa chinensis*) و گلبرگ رز (*Hibiscus rosasinensis*)، حتی بر ماهی زینتی آب شور دلقک ماهی (*Amphiprion ocellaris*) نیز قابل توجه بوده و بیش‌ترین میزان کارتنوئید در ماهیان تغذیه شده با هویج و سپس گل همیشه بهار و گلبرگ‌های رز مینیاتوری و سپس ماهیان تغذیه شده با کارتنوئید گلبرگ رز و کم‌ترین مقدار کارتنوئید در گروه شاهد مشاهده شد. نتایج حاصل از سنجش غلظت کارتنوئیدهای موجود در بافت ماهیان زینتی پرت در تحقیق جاری نشان داد که بیش‌ترین غلظت کارتنوئیدها (بیش‌ترین شدت رنگ) در ناحیه دم و باله پشتی حاصل از تاثیر عصاره چغندر قرمز و کم‌ترین غلظت کارتنوئیدها در ناحیه گوشت (فیله) گروه شاهد و حاصل از همین عصاره در جیره بود. بیش‌ترین تاثیر عصاره‌های افزوده شده (میزان غلظت بیشتر رنگدانه‌ها) در هر سه ناحیه دم و باله پشتی، آبشش و پوست یعنی بخش‌های خارجی ماهیان پرت که در آکواریوم مستقیماً مورد مشاهده هستند، به ترتیب مربوط به جیره‌های حاوی عصاره افزوده شده از چغندر قرمز، پوست پیاز قرمز، کلم بنفش و گروه شاهد بود در حالی‌که بیش‌ترین تاثیر عصاره‌های افزوده شده به جیره در ناحیه داخلی بافت‌ها یعنی گوشت (فیله) نیز به‌ترتیب مربوط به عصاره پوست پیاز قرمز، چغندر قرمز، کلم قرمز و گروه شاهد بوده است. در منابع منتشر شده گزارشی از محققان در خصوص تاثیر پوست پیاز قرمز به‌عنوان یک افزودنی در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

جیره مشاهده نشد و چغندر قرمز و سایر گیاهان که به ظاهر جلوه خوبی از رنـگ را در طبیعـت دارنـد، بیشتر مورد تحقیق و کاربرد قرار داشته‌اند.

میزان رنگ‌پذیری ماهیان با استفاده از شاخص‌های رنگ‌سنجی خارجی: سنجش رنگ‌های ظاهری در اجسام با تکنیک‌های مختلف مانند تکنیک XYZ یا سنجش جلوه قرمزی، درخشش و روشنایی و رنگ آبی، تکنیک RGB یا سنجش قرمز، سبز و آبی، تکنیک CMYK یا سنجش رنگ‌های سبز لجنی– صورتی (جگری) - زرد و سیاه، یا تکنیک *La*b یا سنجش سبز تا قرمزی، آبی تا زرد و درخشش می‌تواند به محقق امکان آن را بدهد تا کیفیت رنگ‌های موجود را با توجه به آنچه در واقعیت به چشم می‌آید به کمیت رقومی در آورده و گزارش نماید و مقایسه‌های بعدی را در تحقیق برای سنجش و مقایسه میزان رنگ‌های اجسام به انجام برساند. این نوع روش سنجش بدون ایجاد تلفات با دستگاه کالرمتر از روی بدن ماهی ماهیان زینتی پرت در تحقیق جاری انجام شد و نورهای محیطی‌ای که در صورت عکس‌برداری می‌توانستند آنالیز رنگ عکس ماهیان را برای آنالیز بعد از ثبت دوربین (Kit *et al.,* 2004; Mendoza *et al.*, 2006; Wu and Sun, 2013) تحت تاثیر قرار دهند، از محیط سنجش رنگ بدن عملاً حذف شدند.

در تحقیق ماشالچی و همکاران (Mashalchi *et al.,* 2000) برای به دست آوردن اثر تجویز خوراکی جلبک دونالیلا سالینا و رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین بر رنگ پوست ماهی اسکار سفید (*Astronotus ocellatus*) از سیستم رنگ‌سنجی L*a*b بعد از عکس‌برداری از ماهیان در شرایط نوری یکسان، استفاده شده است. در این تحقیق رنگ‌سنجی پوست ماهی‌های تیمارها نشان داد که تجویز خوراک حاوی آستاگزانیتین و دونالیلا باعث تغییر رنگ معنی‌دار پوست ماهی‌ها گردیده است ($p<0.05$) بطوری‌که مولفه عددی بزرگتر a معادل رنگ قرمز بیش‌تر، در تیمار آستاگزانتین و دونالیلا افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت ($p<0.05$). مولفه L که معادل روشنایی تصویر است در تیمار آستاگزانتین کاهش معنی‌داری نسبت به دونالیلا و شاهد داشت ($p<0.05$) ولی بین تیمار دونالیلا و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>0.05$). مولفه b که مقادیر بیشتر آن معادل رنگ زرد است در تیمار آستاگزانتین افزایش معنی‌داری نسبت به دونالیلا نشان داد ($p>0.05$). افزودن جلبک برای سنجش تاثیر مکمل غذایی اسپیرولینا بر رنگ ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) نیز کارا بودن پارامتر رنگ‌سنجی a* را در خصوص تاثیر غذای مخلوط (اسپیرولینا + کنسانتره) در رنگ‌پذیری گروه‌های تغذیه‌شده تایید و در بقیه فاکتورها یعنی فاکتور b، هیو و کروما سنجش عددی این پارامترها کارایی لازم را برای نشان دادن تاثیرات رنگ بروز کرده بر رنگ ماهی نداشته‌اند (Mirzaee *et al.*, 2012).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

در آخرین رنگ‌سنجی در هفته هشتم دوره غذادهی آزمایشی، مشاهده شد که گروه‌های ماهیان در تیمارهای مختلف و شاهد با هم در رنگ‌های ایجاد شده از نظر تمایل رنگ از سبز تا قرمز (a ⁎) و از آبی تا زرد (b⁎) تفاوت معنی‌داری داشته‌اند ($p<0.05$) ولی اختلاف میان گروه‌ها در تست XYZ معنی‌دار نبوده است. با توجه به نتایج پارامتر XYZ علی رغم معنی‌دار نبودن اختلافات میانگین آن در گروه‌ها، پارامتر X، Y و نیز Z در گروه شاهد از سایر گروه‌ها بیش‌تر یعنی گروه شاهد قرمزتر و روشن‌تر (زردتر) و رنگ آبی افراد گروه نیز بالاتر بوده است که به نظر می‌رسد این سیستم سنجش نتوانسته است تا نتیجه‌ای بدون خطا را ارائه و نتایج مطابق با مشاهدات بدیهی چشمی را که در پایان آزمایش قابل درک مستقیم بود، تایید نماید. بر اساس نتیجه سنجش نقطه‌ای، ماهی‌های شاهد بعد از هشت هفته تغذیه، هم رنگ قرمز، هم رنگ آبی و هم درخشش بالاتری را نسبت به سایر گروه‌ها داشته‌اند که این نتیجه منطقی و درست به نظر نمی‌رسد و ظاهر رنگی گروه‌های تیماری و ماهیان شاهد رشد کرده این موضوع را تایید نمی‌نمایند (شکل ۲). به نظر می‌رسد با توجه به مغایرت این نتایج و جلوه ظاهری ماهیان باید از اطمینان به روش سنجش XYZ در آزمایش‌ها پرهیز کرد. در گزارش وو و سان (Wu and Sun *et al.*, 2013) نیز به‌طورکلی روش L*a*b به‌عنوان یک روش مورد اعتمادتر برای سنجش رنگ خارجی اجسام معرفی شده است. در سنجش رنگ گروه‌های تیماری و شاهد با سیستم L*a*b بالاتر بودن پارامتر L یعنی درخشش، در گروه شاهد غیر معنی‌دار ($p>0.05$) به دست آمد ولی میزان جلوه رنگ قرمز نسبت به سبز (a⁎) و نیز میزان جلوه رنگ زرد نسبت به آبی (b⁎) در گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری کمتر بود ($p<0.05$). با این نتایج وجود رنگ قرمز و زرد بیشتر در گروه‌های تغذیه‌شده با عصاره‌های گیاهی نسبت به ماهیان شاهد نیز تایید می‌گردد. نتایج مربوط به مقایسه غلظت کارتنوئیدهای تجمع‌یافته در بافت‌های سطحی (باله‌ها و دم، پوست و سرپوش آبششی) در این آزمایش با نتایج مربوط به میزان رنگ قرمز و زرد در گروه‌های تیماری سنجش شده با روش L*a*b هم‌خوانی کامل دارد.

بروز رنگ ظاهر شده بر ماهیان از گیاهان متنوع غنی از رنگدانه: بدیهی است که سنجش رنگ‌ها در بافت با یک طیف خاص مانند نارنجی از طریق سنجش غلظت رنگدانه در عصاره بافت‌ها با استفاده از اسپکتروفوتومتری، علی رغم نیاز به کشته شدن نمونه‌ها به منظور برداشت بافت مورد نظر، می‌تواند یک عامل مهم و قطعی در اعلام نتایج این گونه آزمایش‌ها به خصوص برای فیله ماهیان پرورشی باشد. ولی از دیدگاه مشتریان ماهیان زینتی، تنها غلظت رنگ‌های بروز کرده بر بدن ماهی نمی‌تواند یک رنگ بازاری مطلوب را برای ماهی فراهم کند و ترکیبی از درخشش و یا جلوه‌ای از رنگ ناب در ماهی بهتر از غلظت و شدت رنگ در بهتر شدن بازار ماهیان اکواریومی عمل می‌کند. در تحقیق مقیمی و محبوبی (Moghimi and Mahboubi, 2011) تصاویر ماهیان اسکاری که بنا به اعلام نگارندگان با عصاره کلم

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

قرمز، رنگ قرمز بیش‌تر معنی‌داری نسبت به شاهد داشته‌اند دارای رنگی شبیه به جلوه‌های طبیعی کلم بوده است. در آزمایش جاری نیز تصاویر موجود و مشاهدات نشان داد (شکل ۲) که رنگ ماهیان زینتی پرت به رنگ عصاره مورد استفاده مانند جلوه درخشان از نارنجی قرمز پوست پیاز، ماتی قرمز کلم و سیری قرمز چغندر نزدیک می‌شوند. این مساله یعنی کیفیت جزئی رنگ‌های ظاهر شده یک چالش را برای کیفیت محصول تولید شده برای هر پرورش دهنده به دنبال دارد.

با وجودی‌که بر اساس بررسی گزارش‌های منتشرشده و منابع در دسترس، نمونه‌های کار مشابه از محققینی که آثار کاربرد گیاه چغندر قرمز، کلم بنفش و پوست پیاز قرمز و ترکیبات آن‌ها را در جیره غذایی ماهی پرت بررسی و تعیین اثرات آن بر شدت رنگ‌پذیری این ماهی را ارائه نموده باشند، مشاهده نشد، نتایج کلی به دست آمده از تحقیق جاری نشان داد که بیش‌ترین غلظت کارتنوئید موجود در بافت‌های مورد بررسی، در ناحیه دم و باله پشتی، و حاصل از تاثیر عصاره چغندر قرمز بوده است. بیش‌ترین رنگ قرمز نسبت به سبز (a*) بر پوست، در گروه‌های تیماری گروه تغذیه شده با عصاره غده چغندر قرمز و بیش‌ترین رنگ با جلوه زرد نیز در گروه تغذیه‌شده با عصاره غده چغندر قرمز نسبت به گروه‌های دیگر مشاهده شد (b*). در این آزمایش بیشترین تاثیر از به‌کاربردن عصاره‌های گیاهی به خصوص غده چغندر قرمز در جیره در تولید رنگ قرمز بود که در هفته هشتم باعث به وجود آمدن اختلاف میان گروه‌های تیماری و شاهد به‌طور معنی‌داری شد ($p<0.05$). سنجش غلظت کارتنوئیدها در بافت‌های مورد بررسی مختلف از لاشه ماهیان تازه کشته‌شده نیز نشان داد که با تغییر نوع عصاره در جیره (گیاهان مختلف) هم میزان و بزرگی تجمع رنگدانه بافت‌ها و هم محل تجمع آن‌ها در بافت‌ها دچار تغییر می‌گردند، به‌طوری‌که با افزودن عصاره پوست پیاز قرمز برخلاف عصاره غده چغندر قرمز، میزان رنگ بیش‌تر (غلظت بیشتر رنگدانه‌ها در بافت) به جای بخش‌های خارجی (پوست، باله و دم و سرپوش آبشش) در گوشت ماهی (فیله) سنجش شد. میرزایی و همکاران (Mirzaee et al., 2012) اثر ترکیبی از گوجه فرنگی، هویج و فلفل قرمز را به عنوان رنگدانه‌های طبیعی و آستاگزانتین به عنوان رنگدانه مصنوعی در رنگ پوست ماهی گوپی مورد بررسی قرار دادند. در ماهیان تغذیه شده با آستاگزانتین یک رنگ قرمز روشن در رنگ پوستشان مشاهده شد در حالی‌که ماهیان تغذیه‌شده با رنگدانه‌های طبیعی گوجه فرنگی، هویج و فلفل قرمز در قسمت شکم، دم، قسمت پشتی و باله‌های مخرجی رنگی میان صورتی و قرمز نشان دادند. در آزمایش جاری نیز با تغییر تیمارهای مختلف از نظر نوع عصاره مورد استفاده در جیره، شدت رنگ متفاوتی (غلظت‌های کارتنوئید سنجش شده) در مناطق مختلف بدن از ماهیان زینتی پرت مشاهده شد. نمونه بارز این نتیجه، بروز رنگ قرمزتر در بافت گوشت ماهی (فیله) ناشی از عصاره پوست پیاز قرمز نسبت به سایر عصاره‌ها بود. از سویی در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

رنگ‌پذیری کلی، رنگ‌پذیری بافت فیله از سایر اندام‌های سنجش شده یعنی غلظت رنگدانه‌ها در باله‌ها، آبشش‌ها و پوست ماهیان زینتی پرت بسیار کمتر بوده است.

پس از انجام این تحقیق و بررسی حاضر می‌توان عنوان نمود که در صورت انجام یک طراحی اولیه و یا یک پلان تکمیلی بعد از این آزمایش، بررسی اثر ترکیب چند گیاه انتخاب شده با هم در رنگ بخشی به نقاط مختلف بدن ماهیان یا اثر تجمعی آن‌ها در جیره برای درخشش فزاینده‌تر رنگ‌های به وجود آمده با هدف به وجود آمدن شدت رنگ بیشتر و نیز در نواحی مطلوب بیشتری از بدن ماهیان قابل انجام خواهد بود. به‌نظر می‌رسد علی رغم قیمت مناسب و توجیه اقتصادی به کار بردن عصاره‌های گیاهان طبیعی تازه، عمده‌ترین مشکل تهیه عصاره‌های گیاهی برای کاربرد در جیره، مشکل نگهداری آن‌ها و نیز طعم نامطلوب احتمالی آن‌ها برای ماهیان مختلف باشد. در صورت سنجش اشتهای ماهیان در آزمایش‌های طراحی‌شده به طور دقیق‌تر، با قطعیت با استفاده از برخی از این عصاره‌های گیاهی می‌توان اشتهای بچه‌ماهیان را با وجود افزودن این عصاره‌های گیاهی غنی از رنگدانه بالاتر برده و در نتیجه بدون ایجاد طعم غیرمطلوب برای ماهی و کاهش اشتها، رنگدانه‌های طبیعی بیش‌تری را به جیره‌های دستی از طریق افزودن مقدار بیشتر عصاره‌های گیاهی در غذای روزانه افزود.

علاوه بر ماهیت فعال و غیرسازنده بسیاری از مواد شیمیایی و رنگدانه‌های مصنوعی، نظارت بر کیفیت کلی آن‌ها در بازار ماهیان زینتی به‌دلیل عدم کاربرد غذایی آن‌ها برای انسان در سازمان‌های ناظر جدی نبوده و حساسیت زیادی برای سلامت آن‌ها وجود ندارد. از این‌رو ماهیان اکواریومی به ویژه ماهیان با ارزشی که برای مولدسازی باید تا مدت زیادتری نسبت به ماهیان دیگر نگهداری شوند و نیز در مدت نگهداری به خوبی با تغذیه مناسب، رنگ‌های ظاهری خود را بروز دهند، در معرض عوارض مخرب بافتی ناشی از این مواد قرار دارند. با توجه به نتایج این تحقیق و مرور گزارش‌های محققین، استفاده از عصاره‌های گیاهان غنی از رنگدانه‌ها به صورت تازه برای تغذیه ماهیان زینتی در مقیاس کارگاه‌های متوسط ماهیان زینتی به دلیل فواید تغذیه‌ای آن‌ها و پرهیز از کاربرد مواد شیمیایی در جیره به دلیل عوارض این مواد شیمیایی فعال که در کوتاه مدت می‌توانند آثار خود را بر همه ارگان‌های ماهی، از جمله اندام‌های موثر در تغییر رنگ آن‌ها نشان دهند، کاملاً کاربردی و عملی بوده و توصیه می‌شود.

منابع

Allaf Neverian H., Asadi Sharif E., Bayrami A. 2014. Effect of red beet juice (*Beta vlgaris*) on pigmentation of fillet and growth performance of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Biological Forum – An International Journal, 6(2): 110-114.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

Asada K. 1999. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: 601-639.

Bagherloo M., Heidari R., Ghaderpour S., Jamei R. 2011. Antioxidant activities of the methanolic extracts of several varieties of Iranian onion and theirs scavenging effect on free radicals. Journal of Food Industries, 4(21): 455-465. (In Persian).

Bell J.G., McEvoy J., Tocher D.R., Sargent J.R. 2000. Depletion of α-tocopherol and astaxanthin in Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects autoxidative defense and fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, 130(7): 1800-1808.

Chatzifotis S., Pavlidis M., Donate Jimeno C., Vardanis P., Divanach P. 2004. The effect of different carotenoid sources on skin coloration of Red Porgy (*Pagrus Pagrus*). Aquaculture Europe Conference, Biotechnology for Quality, Barcelona, Spain.

Clifford T., Howatson G., West D.J., Stevenson E.J. 2015. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. Nutrients, 7: 2801-2822.

Emadi H., Amaninejad P., Amtiyazjoo M., Houseinzadeh S.H. 2010. Effects of Dunaliella algae (*Dunaliella salina*) on different color skin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Animal Biology, 2(2): 57-66. (In Persian).

Fakhari Z.A., Baghipour S. 2010. Extraction of a food colorant from red beet and evaluation of its stability. Journal of Color Science and Technology, 3: 243–250. (In Persian).

Fuji R. 2000. The regulation of motile activity in fish chromatophores. Pigment Cell Researches, 13: 300–319.

Ghiasvand Z., Shapouri M. 2006. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the Albino Oscar (*Astronotus ocellatus sp.,* Agassiz, 1831). Journal of Sea Biology, 1(1): 78-85. (In Persian).

Hajiboland R., Pasbani B., Amirazad H. 2009. Effect of low Zn supply on growth, leaf pigments and photosynthesis in red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra) plants grown under different light conditions. Iranian Journal of Plant Biology, 1(1 and 2): 25-35. (In Persian).

Kaur C., Kapoor H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millenium's health. International Journal of Food Science and Technology, 36: 703-725.

Kit L. Yam K.L., Papadakis S.E., 2004. Mendoza F., Dejmek P., Aguilera J.M. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering, 61: 137–14

Mashalchi M., Alishahi M., Djavaheri B.M., Hejazi M.A. 2000. The effect of dietary asthaxzanthin and algea *Dunaliella salina* on the colour of the Albino Oscar (*Astronotus ocellatus sp.,* Agassiz, 1831). Journal of Sea Biology, 2 (6): 75-83. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]

Mendoza F., Dejmek P., Aguilera J.M. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. Postharvest Biology and Technology, 41: 285–295.

Mirzaee S., Shabani A., Rezaee S., Hosseinzade M. 2012.The effect of synthetic and natural pigments on the color of the guppy fish (*Poecilia reticulata*). Global Veterinaria, 9(2): 171-174.

Moghimi M., Mahboubi S.N. 2011. The effect of beetroot pigments on the colorization of the Royal Oscar fish (*Astronotus ocellatus*). 2nd Iranian conference of Ichthyology, University of Tehran (Karaj).(In Persian)

Nahid P., Alamzadeh A., Shahidipour R. 1996. An inventory of the beetroot pigments, the food consumptions and appropriate dryers. Iranian Chemical Engineering Journal, 5(21): 49–57. (In Persian).

Prakash D., Singh B.N., Upadhyay G. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). Food Chemistry, 102: 1389–1393.

Ramamoorthy K., Bhuvaneswari S., Sankar G., Sakkaravarthi K. 2010. Proximate composition and carotenoid content of natural carotenoid sources and its colour Enhancement on marine ornamental fish *Amphiprion ocellaris*. World Journal of Fish and Marine Sciences, 2(6): 545-550.

Wang Y.J., Chien Y.H., Pan C.H. 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. Aquaculture, 261: 641 -648.

Wu D., Sun D.W. 2013. Colour measurements by computer vision for food quality control- A review. Trends in Food Science & Technology, 29: 5-20.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-06]