Archive of SID

مقایسه‌ی اثر آستاگزانتین و جلبک دونالیلا سالینا (*Dunaliella salina*) بر رنگ پوست ماهی اسکارسفید (*Astronorus ocellatus*)

مشعل چی، م.، علیشاهی، م.، جواهری بابلی، م. و حجازی، م.ا.، ۱۳۸۹. مقایسه‌ی اثر آستاگزانتین و جلبک دونالیلا سالینا *Dunaliella salina* بر رنگ پوست ماهی اسکارسفید (*Astronorus ocellatus*). مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره ششم، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۸۳-۷۵ .

مهنوش مشعل چی[۱]
مجتبی علیشاهی[۲]
مهران جواهری بابلی[۳]
محمدامین حجازی[۴]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، اهواز، ایران
۲. دانشگاه شهید چمران اهواز، استادیار دانشکده دامپزشکی، اهواز، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران
۴ . پژوهشکده بیوتکنولوژی جهاد کشاورزی غرب و شمال غرب کشور، استادیار، تبریز، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
mahnoush_mashalchi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۲۶

چکیده

دراین تحقیق اثر تجویز خوراکی جلبک دونالیلا سالینا و رنگدانه مصنوعی آستاگزانتین بر روی رنگ پوست ماهی اسکار سفید (*Astronotus ocellatus*) مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد ۱۳۵ قطعه ماهی با وزن متوسط (۰/۵ ± ۲۷) به سه تیمار در سه تکرار تقسیم گردیدند: تیمار آستاگزانتین، تیمار دونالیلا و تیمار کنترل. تیمار اول و دوم به ترتیب با خوراک حاوی آستاگزانتین و دونالیلا به میزان ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خوراک تغذیه شدند. تیمار شاهد با همان خوراک (فاقد افزودنی) تغذیه گردید. بعد از ۶ هفته از ۵ ماهی در هر تیمار عکس دیجیتال با شرایط ثابت و نور یکسان تهیه گردید و برای ارزیابی میزان تغییر رنگ ایجاد شده از سیستم رنگ سنجی L*a*b* با استفاده از نرم افزار Photoshop استفاده شد. رنگ سنجی پوست ماهی‌های تیمارها نشان داد که تجویز خوراک حاوی آستاگزانتین و دونالیلا باعث تغییر رنگ معنی دار پوست ماهی ها گردیده است ($P<0.05$). بطوریکه مولفه a* که مقادیر مثبت آن معادل رنگ قرمز است، در تیمار آستاگزانتین و دونالیلا افزایش معنی داری نسبت به تیمار شاهد نشان داد ($P<0.05$). مولفه L^* که معادل روشنایی تصویر است در تیمار آستاگزانتین کاهش معنی داری نسبت به دونالیلا و شاهد داشت ($P<0.05$)، ولی بین تیمار دونالیلا و شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نگردید ($P>0.05$). مولفه b^* که مقادیر مثبت آن معادل رنگ زرد است در تیمار آستاگزانتین افزایش معنی داری نسبت به دونالیلا نشان داد ($P<0.05$)، ولی بین تیمار آستاگزانتین و شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نگردید($P>0.05$). C_{ab} فقط در تیمار آستاگزانتین و Hab در هر دو تیمار دونالیلا و آستاگزانتین تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند($P<0.05$).

واژگان کلیدی: جلبک دونالیلا سالینا، ماهی اسکار سفید، آستاگزانتین، کاروتنوئید.

مقدمه

یکی از جذاب ترین ویژگی های موجودات آبزی رنگ آنها می باشد که منبع رنگی آنها از مواد غذایی موجود در محیط زیست طبیعی آنها می باشد (Kop and Durmaz, 2008). رنگ بدن موجودات زنده تابع دو عامل ژنتیکی و تغذیه ای است که در ماهی در درجه اول عمدتاً به دلیل حضور کروماتوفورها که محتوی رنگدانه ها است، می باشد. کلمه رنگدانه از واژه لاتین پیگمنتوم (Pigmentum) منشأ گرفته که به مواد رنگی اطلاق می شود و در ضمن تصویری از رنگ را ایجاد می کند (Shahidi, 1998) و در زیست شناسی هر ماده ایکه قابلیت رنگ بخشیدن به بافتها یا سلولهای حیوانات و گیاهان را داشته باشد، می توان رنگدانه یا پیگمان نامید.

استفاده از ترکیبات غذایی گیاهی به عنوان منبع تولید رنگدانه کاربرد دارد و امروزه تحقیقاتی بر روی پتانسیل بکارگیری این مواد در حال انجام است (Goureveia *et al*., 1997; Raymundo *et al*., 2005). رنگ به عنوان یک عامل مهم در زندگی همه موجودات زنده، نقش عمده ای را ایفا می کند و وظایف متعدد مهمی در ماهی به عهده دارد، از جمله اینکه در مراحل نوزادی، دستگاه عصبی مرکزی را از نور محافظت می کند و یا به تنظیم درجه حرارت بدن یاری می رساند. با این وجود بسیاری از وظایف رنگ، در رابطه با اکولوژی یا رفتار ماهی است و برای اهدافی مانند مخفی کردن، آگاهی دادن یا تغییر قیافه به کار می رود (ستاری، ۱۳۸۱). در حال حاضر در پرورش انواع موجودات آبزی از انواع رنگدانه ها استفاده می کنند تا به این ترتیب از این افزودنی به عنوان یک عامل خوش رنگ کننده

www.SID.ir

Archive of SID

پوست بدن آبزیان، بهره های لازم تجاری برده شود. اثر کاروتنوئید ها بر رنگ ماهی از نظر بازار پسندی هم در ماهیان خوراکی (مانند آزاد ماهیان) و هم در ماهیان زینتی قابل توجه است، بطوریکه امروزه رنگ ماهی را بر اساس درخواست بازار با انواع کاروتنوئیدهای طبیعی یا مصنوعی تنظیم می نمایند (Kop and Durmaz, 2008). در برخی ماهیان خوراکی مثل آزاد ماهیان رنگ ماهی (پوست و عضله) در بازارپسندی ماهی نقش زیادی داشته، بطوریکه علیرغم قیمت بالای آستاگزانتین، اکثر تولید کنندگان آزاد ماهی در اروپا با استفاده از این ماده باعث ایجاد طیف های رنگ نارنجی و حتی قرمز در ماهی می گردند (Torrissen *et al*., 1998).

ماهی ها معمولاً قادر به سنتز کاروتنوئید مورد نیاز برای ایجاد رنگ مناسب در خود نیستند و باید به همراه خوراک این مواد به خوراک ماهی اضافه گردند (Gourveia, 2003). امروزه استفاده از کاروتنوئیدهای صناعی مثل آستاگزانتین که بطور وسیعی برای ایجاد رنگ در انواع آبزیان استفاده می گردد، در کشور بطور فزاینده ای رو به افزایش است. لذا بخاطر قیمت بسیار بالایی که دارد می توان از دونالیلا که بومی دریاچه ارومیه می باشد و درصد بالایی بتا کاروتن طبیعی دارد، در صورت اعمال اثرات مشابه در ماهی، به عنوان جایگزینی مناسب برای آستاگزانتین مورد استفاده قرار گیرد (Hejazi *et al.,* 2010).

ماهی اسکار (*Astronotus ocellatus*) از خانواده سیکلیدهاست که یکی از مهمترین و زیباترین خانواده های ماهیان آکواریومی می باشد. این ماهی با شکل ظاهری بیضی شکل بوده که با دهان بزرگ و لب های کلفت دارای رنگهای مختلف می باشد (عمادی، ۱۳۸۸) و یکی از پر طرفدارترین ماهیان آکواریومی در سطح جهان بوده و در کشور ما نیز مهمترین و پرفروش ترین ماهی آکواریومی محسوب می شود.

در این تحقیق رنگ سنجی بر اساس مولفه های L*a*b* کمی گردیده است (CIE,1976) . مولفه L^* معادل روشنایی تصویر که بین ۰ معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل نور است. مقادیر مولفه a^* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر مولفه b^* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است.(CIE, 1976) از a^* و b^* برای تعیین مقادیر هیو (H_{ab}) (معرف رنگ دیده شده) و کروما (C_{ab}) (معرف شدت وضوح رنگ)، استفاده گردید (Wyszechi and Stiles, 1967). این سیستم رنگی عملکرد مشابه چشم انسان دارد.

مواد و روش ها

آستاگزانتین با نام تجاری Lucantin pink از شرکت BASF آلمان تهیه گردید. این محصول با فرمول 3,3'- Dihydroxy-4,4'Dioxo-b-carotene و بصورت پودر بنفش رنگ با اندازه ذرات کمتر از ۰/۶ میلی متر و کاملاً قابل حل در آب ۴۰ درجه می باشد.

جلبک دونالیلا سالینا از پژوهشکده بیوتکنولوژی جهاد کشاورزی شمال غرب کشور تهیه گردید. بعد از جداسازی از دریاچه ارومیه و طی مراحل خالص سازی و تولید بیوماس، تحت شرایط استرس شوری قرار داده شد تا میزان بتاکاروتن آن افزایش یابد. بعد از ایجاد استرس و تغییر رنگ کامل جلبک به نارنجی، میزان بتاکاروتن به حدود ۱۲درصد رسید. جنس و گونه این جلبک قبلاً بوسیله آزمایشات مولکولی و استفاده از RNA ریبوزومی مشخص گردیده بود. بعد از تغییر رنگ جلبک، محیط کشت سانتریفیوژ شده و جلبک رسوب کرده با آب شیرین شستشو گردید. جلبک جدا سازی شده با استفاده از گاز ازت خشک به پودر تبدیل گردیده و پودر در ۲۰-درجه سانتیگراد تا هنگام مصرف نگهداری شد (Hejazi *et al.,* 2010).

تعداد ۱۳۵ قطعه ماهی اسکار باوزن متوسط (۰/۵ ± ۲۰) با بدنی سفید رنگ بدون لکه در سطح بدن و کاملاً همسن حاصل تکثیر یک جفت مولد، بدون در نظر گرفتن جنسیت از یکی از مراکز تکثیر ماهیان زینتی در استان خراسان خریداری گردید. ماهی ها به مدت یک ماه با خوراک طبیعی تغذیه گردیده و پس از وزن گیری و سازش یابی با محیط اقدام به تیمار بندی ماهی ها گردید.

پس از انتقال به سالن آکواریوم، ماهی ها بطور تصادفی به سه تیمار در سه تکرار در ۹ آکواریوم (هر آکواریوم ۱۵ قطعه ماهی) به شرح زیر تقسیم شدند:

تیمار اول : تغذیه شده با خوراک حاوی ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم آستاگزانتین

تیمار دوم: تغذیه شده با خوراک حاوی ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم پودر جلبک دونالیلا

تیمار سوم: شاهد بدون افزودنی غذایی

ماهی ها با خوراک در نظر گرفته شده برای هر تیمار بصورت روزانه حدود ۳ درصد وزن زنده و در دو نوبت تغذیه گردیدند. تغذیه با این خوراک ها به مدت ۶ هفته انجام شد. خوراک بیومار مخصوص ماهی‌های گوشتخوار، با اضافه نمودن آب مقطر بصورت خمیر درآورده شد. سپس میزان مورد نیاز (۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) آستاگزانتین و دونالیلا به خوراک اضافه گردیده و در

www.SID.ir

Archive of SID

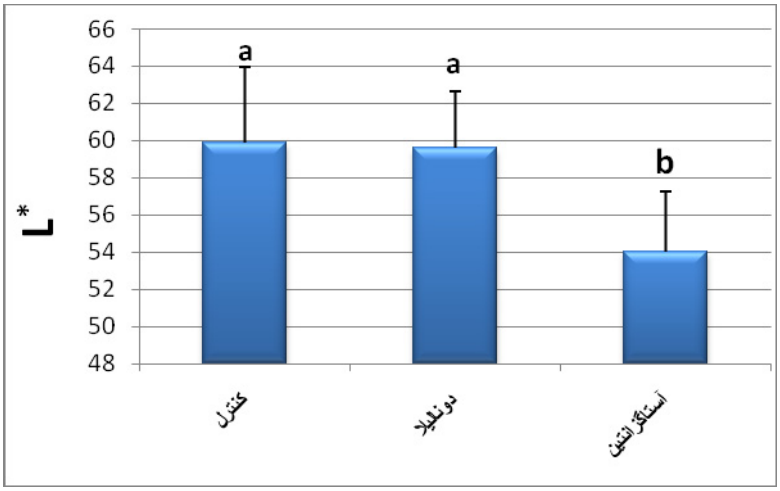
دستگاه مخلوط کن الکتریکی بصورت کامل همگن در آمد. این خوراک با استفاده از چرخ گوشت بصورت پلتهای با اندازه مناسب درآورده شد و بعد از ۱ ساعت قرار دادن در هود ۴۰ درجه، تا زمان مصرف به فریزر ۲۰- منتقل گردید.

در انتهای دوره از ۵ ماهی در هر تیمار پس از بیهوش نمودن ماهی توسط ماده بیهوشی MS222 با دوز ۳۰ میلی گرم در لیتر تصویرگیری گردید. برای اندازه گیری میزان تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی از روش توصیه شده توسط Yam و Papakadis در سال ۲۰۰۴ استفاده گردید. این روش مبتنی بر پردازش تصویر گرفته شده توسط دوربین دیجیتال با میزان نور و شرایط کاملاً مشابه می باشد. برای ایجاد شرایط یکسان در تصویر برداری از یک جعبه یونولیتی با پوشش کاملاً سیاه داخلی مجهز به یک لامپ فلئوروسنت ۲۰ وات و دوربین canon مدل SD210 استفاده شد.

آنالیز عکس گرفته شده توسط نرم افزار Photoshop انجام گردید. این نرم افزار رنگ را بر اساس سه فاکتور کمی می نماید که شامل مقادیر $L^*a^*b^*$ می باشند (احتیاطی، ۱۳۸۷). مقادیر هیو و کروما براساس فرمول $H_{ab}=\arctan(b/a)$ و $C_{ab}=(a^2+b^2)^{1/2}$ اندازه گیری گردید (Hunt, 1977). از نرم افزار SPSS (version 16) برای آنالیز داده ها استفاده شد. از آزمون آنوای (Anova) یکطرفه و آزمون تکمیلی دانکن در سطح معنی داری ۰/۰۵ برای بررسی معنی دار بودن تفاوت میانگین هر تیمار در هر آزمایش با بقیه تیمارها استفاده گردید.

نتایج

تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی بر حسب مولفه L^* در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، در تیمار آستاگزانتین کاهش معنی داری نسبت به دونالیلا و شاهد وجود دارد ($P<0.05$)، ولی بین تیمار دونالیلا و شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نگردید ($P>0.05$).

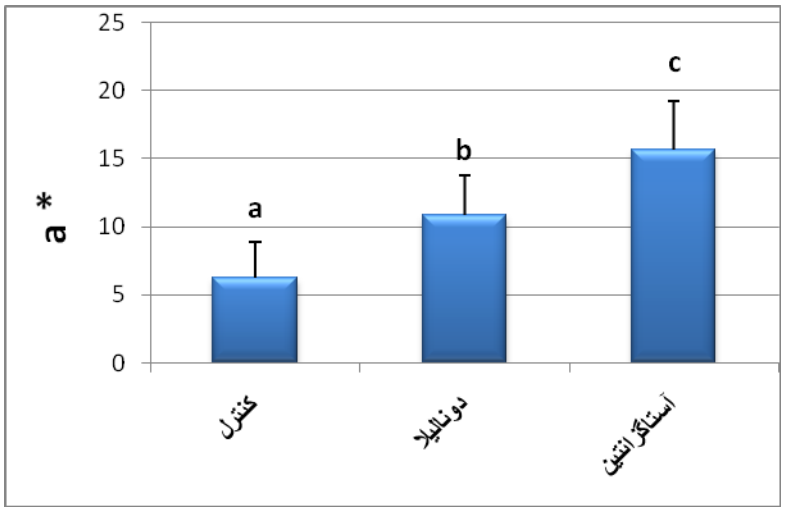


شکل۱: مولفه L^* در سه تیمار مورد بررسی (میانگین± انحراف معیار)
(حروف غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به هم در سطح اعتماد ۹۵ درصد می باشد.)

تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی بر حسب مولفه a^* در شکل ۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، در تیمار آستاگزانتین افزایش معنی داری نسبت به دونالیلا وجود دارد ($P<0.05$)، همچنین در تیمار دونالیلا افزایش معنی داری نسبت به شاهد مشاهده گردید ($P<0.05$).

www.SID.ir

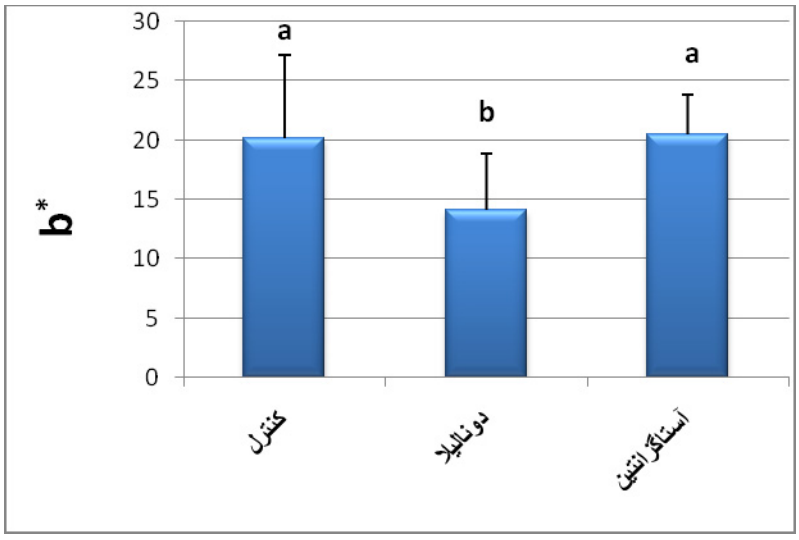
Archive of SID



شکل۲: مولفه a* در سه تیمار مورد بررسی(میانگین± انحراف معیار)

(حروف غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به هم در سطح اعتماد ۹۵ درصد می باشد.)

تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی بر حسب مولفه b* در شکل ۳ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، در تیمار آستاگزانتین افزایش معنی داری نسبت به دونالیلا وجود دارد ($P<0.05$)، ولی بین تیمار آستاگزانتین و شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نگردید ($P>0.05$).



شکل۳: مولفه b* در سه تیمار مورد بررسی(میانگین± انحراف معیار)

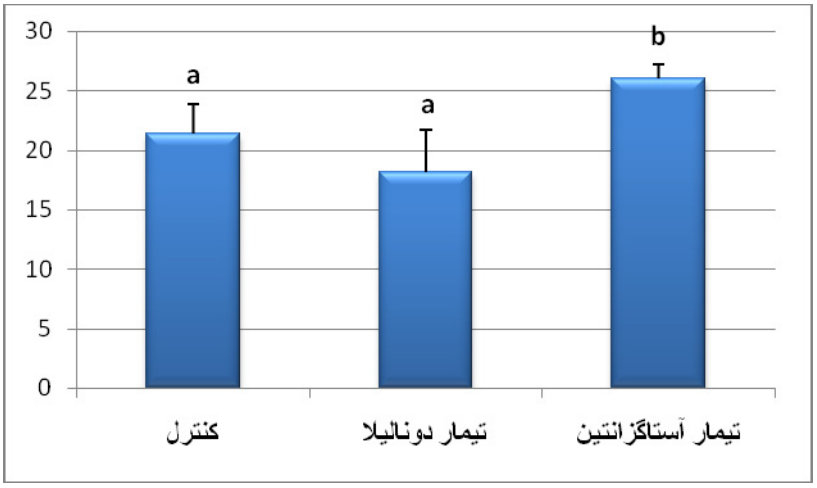
(حروف غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به هم در سطح اعتماد ۹۵ درصد می باشد.)

مقایسه تغییر رنگ ایجاد شده در تیمارهای مختلف برحسب C_{ab} در شکل ۴ ارائه شده است. همانطور که در نمودار مشاهده می شود تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی برحسب C_{ab} در گروه آستاگزانتین افزیش معنی داری نسبت به گروه جلبک و شاهد دارد ($P<0.05$)، ولی در تیمار دونالیلا تفاوت معنی داری نسبت به شاهد دیده نشده است ($P>0.05$).

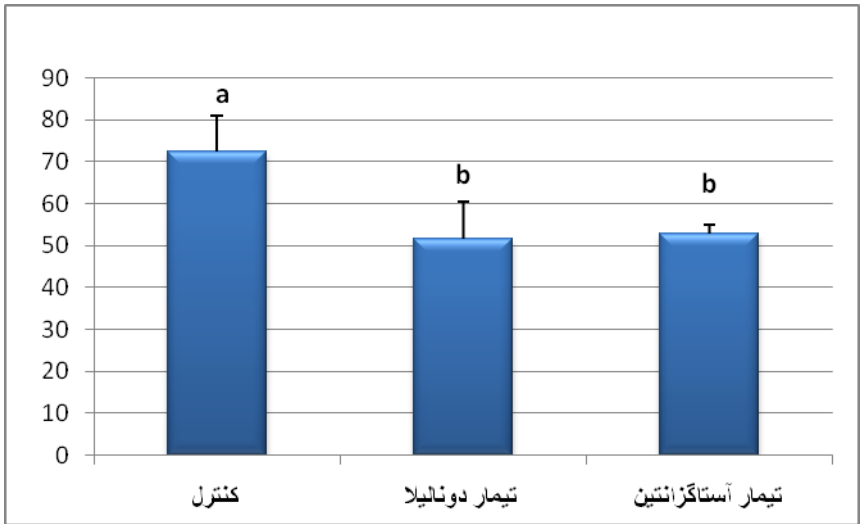
در شکل ۵ تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی برحسب H_{ab} ارائه شده، که در آن تیمار دونالیلا و آستاگزانتین کاهش معنی داری نسبت به گروه شاهد دارند ($P<0.05$)، ولی تفاوت معنی داری بین دونالیلا و آستاگزانتین دیده نشده است($P>0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی برحسب C_{ab} در سه تیمار مورد بررسی (میانگین± انحراف معیار)
(حروف غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به هم در سطح اعتماد ۹۵ درصد می باشد.)



شکل۵: تغییر رنگ ایجاد شده در پوست ماهی برحسب H_{ab} در سه تیمار مورد بررسی(میانگین± انحراف معیار)
(حروف غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به هم در سطح اعتماد ۹۵ درصد می باشد.)

تغییر رنگ ایجاد شده در تیمارهای مختلف در شکل ۶ آورده شده که نشان دهنده افزایش تعداد لکه های قرمز به ترتیب از شکل ۱ به ۳ می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

(۱)

(۲)

(۳)

شکل ۶: مقایسه تغییر رنگ در سه تیمار کنترل (۱)، دونالیلا (۲)، آستاگزانتین (۳)

بحث و نتیجه گیری

رنگ ماهیان زینتی از مهمترین مشخصات در ارزشگذاری این ماهیان می باشد (غیاثوند و همکاران، ۱۳۸۷)، به علاوه در ماهیان خوراکی نیز رنگ ماهی که معمولاً گویای رنگ فیله ماهی نیز می باشد، در بازارپسندی ماهی موثر است (Torrissen *et al*., 1989).

www.SID.ir

Archive of SID

نوع رنگ ماهیان بوسیله سیستم‌های عصبی آندوکرینی کنترل شده، اما منابع غذایی و رنگدانه ها نیز نقش مهمی در تعیین رنگ ایفا می کنند . تأثیر منابع کاروتنوئیدی از دیدگاه رنگدانه ایجاد رنگ مختص هرگونه می باشد. به علاوه همه گونه های ماهیان روش های مشابه سوخت و ساز رنگدانه ای نداشته و بنابراین نمی توان یک روش انتقال کلی و سراسری کارتنوئیدها را در بافت ماهیان در نظر گرفت (Chatzifotis *et al*., 2004).

بکارگیری کاروتنوئیدها به جهت مزایای مختلف آنها در حیوانات خونگرم و آبزیان از جمله تحریک رشد و ایمنی، افزایش مقاومت در برابر بیماریها و استرس ها و نیز ایجاد رنگ مناسب کاربرد زیادی یافته اند. آستاگزانتین بطور موثری بر رنگ عضلات و پوست ماهی موثر بوده و بیشترین کاربرد آن در آبزی پروری به اثر آن بر رنگ ماهی برمی گردد، به عنوان مثال Yasir و Qin در سال ۲۰۱۰ به بررسی اثر تغذیه با انواع کاروتنوئیدها (آستاگزانتین، بتاکاروتن، کانتازانتین، زاگزانتین) و تأثیر آن بر رنگ پوست و میزان رنگدانه های فلس دلقک ماهیان *Amphiprion*، *Amphiprion ocellaris*, *Cuvier* پرداختند و به این نتیجه رسیدند که خوراک آستاگزانتین بیشترین تأثیر را در افزایش رنگ قرمز پوست داشته است. با این وجود تحقیقات زیادی درخصوص جایگزینی این ماده با منابع طبیعی کاروتنوئید انجام شده است.

Kop و Durmaz در سال ۲۰۰۸ تغییر رنگ ایجاد شده بر پوست ماهی سیکلید تحت تأثیر رنگدانه های طبیعی مانند جلبک قرمز تک سلولی *P.cruentum* و آستاگزانتین را مقایسه نمودند و افزایش رنگ قرمز پوست در هر دو حالت را گزارش نمودند.

در این تحقیق از دونالیلا سالینا به عنوان بتاکاروتن طبیعی استفاده شده است که مهم‌ترین منبع تجاری بتاکاروتن طبیعی محسوب می‌شود. دونالیلا سالینا یک جلبک سبز تک یاخته ای ، متحرک و فاقد دیواره سلولی است که همواره بعنوان یک سیستم مدل جهت مطالعات پاسخ موجود به تنش های محیطی مورد توجه محققان است (Cowan *et al* ,1992; Giordano *et al* ,2000) و مقاوم ترین موجود یوکاریوت نسبت به شوری است و در بسیاری از محیط های حاوی نمک نظیر دریاچه های نمک، باتلاقهای نمکی و گودالهای آب شور نزدیک دریا یافت می شود (Brown and Borowitzka, 1979). لذا این جلبک که بومی دریاچه ارومیه نیز می باشد، می تواند در صورت اعمال اثرات مشابه در ماهی، به عنوان جایگزینی مناسب برای آستاگزانتین مورد استفاده قرار گیرد (Hejazi *et al.*, 2010).

برای اندازه گیری رنگ از سیستم های مختلف استفاده می شود که در صنایع غذایی یکی از معتبر ترین روش های رنگ سنجی سیستم $L^*a^*b^*$ می باشد(CIE,1976) با استفاده از این روش دو فاکتور هیو و کروما نیز قابل اندازه گیری است (Wyszechi and Stiles,1967).

L^* که مولفه روشنایی است و محدوده ۰-۱۰۰ دارد ، در تیمار آستاگزانتین نسبت به دونالیلا و کنترل کاهش داشته است که دلیل آن افزایش رنگ قرمز بوده که سبب ایجاد کدورت در رنگ شده و مقدار L^* به سمت عدد صفر میل نموده است. مولفه a^* نیز که بیانگر افزایش رنگ قرمز می باشد، در تیمار آستاگزانتین نسبت به دونالیلا و در دونالیلا نسبت به کنترل افزایش معنی داری داشته است. C_{ab} که معرف شدت وضوح رنگ قابل مشاهده می باشد، در تیمار آستاگزانتین افزایش معنی داری نسبت به گروه دونالیلا و کنترل داشته ($P<0.05$)، ولی در این تحقیق مولفه b^* در دونالیلا به دلیل کاهش رنگ زرد، کاهش معنی داری نسبت به آستاگزانتین و کنترل داشته است ولی تفاوت معنی داری بین تیمار آستاگزانتین و کنترل مشاهده نشد که دلیل آن را می توان به نوع گونه مورد مطالعه و یا غلظت متفاوت آستاگزانتین نسبت داد.

در تحقیقی مشابه با تجویز خوراکی آستاگزانتین مولفه روشنایی L^* در عضله ماهی قزل آلای رنگین کمان کاهش یافته، در صورتی که b^* و a^* و C_{ab} افزایش یافتند (Choubert, 1989) که تغییر رنگ ایجاد شده براساس فاکتورهای L^* ،a^* و C_{ab} با نتیجه تحقیق جاری مطابقت دارد. Kalinowski و همکاران در سال ۲۰۰۵ اثر کاروتنوئید و غلظت های مختلف آن را روی رشد و رنگ پوست گونه *Pagrus pagrus* بررسی نموده و تغییر رنگ را برساس مولفه L^* و پارامتر Hue و Chroma بیان کردند که در آن میزان Hue در تیمارهای تغذیه شده با کاروتنوئید کاهش معنی داری نسبت به کنترل داشت، ولی کروما افزایش معنی داری نسبت به کنترل نشان داد، در صورتی که L^* تغییری نکرد. در تحقیق جاری نیز پارامتر H_{ab} که معرف رنگ دیده شده می باشد، کاهش یافت که این کاهش نشانه‌ی تفوق رنگ قرمز است، یعنی تجویز این مواد باعث گرایش رنگ به سمت قرمز گردیده است. افزایش این فاکتور نشانه‌ی تفوق رنگ زرد است در اینجا چون رنگ پوست بطور طبیعی زرد رنگ است، گروه کنترل میزان H_{ab} بیشتری نسبت به دو گروه دیگر دارد. از آنجا که در بسیاری از کشورها رنگ متمایل به قرمز گوشت ماهی (بویژه آزاد ماهیان) بازارپسندی بیشتری در ماهیان خوراکی دارد، بیشتر القای رنگ در ماهی، افزایش طیف های قرمز رنگ در پوست و گوشت ماهی است که نتیجه آنها با یافته های تحقیق جاری تطابق دارد. درگذشته از آرد سخت پوستان و جلبکها به عنوان منبعی از

www.SID.ir

Archive of SID

رنگدانه آستاگزانتین بمنظور رنگین کردن گوشت ماهی ها استفاده می گردید (Torrissen *et al.*,,1981).

سیم قرمز و سرخو استرالیایی شدیداً تحت تأثیر آستاگزانتین واقع شده و رنگ پوست و عضله آنها به قرمز می گراید (Lorenz, 1988; Booth *et al.*, 2004).

اثر جلبک دونالیلا روی رنگ پوست و گوشت ماهی بررسی و نتیجه این آزمایش نشان داد که بتا کاروتن، باعث افزایش رنگدانه در پوست و گوشت ماهی گردید (Wang *et al*., 2006) که این نتایج با نتیجه تحقیق جاری مطابقت دارد.

به عنوان نتیجه کلی این تحقیق می توان اشاره نمود که آستاگزانتین و دونالیلا هر دو باعث القاء تغییر رنگ در ماهی اسکار گردیدند ولی آستاگزانتین بیشتر باعث افزایش رنگ قرمز و دونالیلا بیشتر باعث افزایش رنگ قرمز- نارنجی در پوست ماهی گردید. لذا استفاده از جلبک دونالیلا سالینا با تحقیقات تکمیلی می تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای آستاگزانتین که قیمت بسیار بالایی دارد مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

در پایان از دکتر مهرزاد مصباح و دکتر مهدی زارعی اعضای هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر و قدردانی می نماییم.

منابع

احتیاطی، الف.، محبی، ح. و شهیدی، ف.، ۱۳۸۷. کاربرد پردازش تصویر در رنگ سنجی سطح نان غنی شده با آرد سویا،هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. ۸ ص.

ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی‌شناسی (۱)، تشریح و فیزیولوژی. چاپ اول، انتشارات نقش مهر، تهران، ۶۶۲ ص.

عمادی ،ح.، ۱۳۸۸. آکواریوم و تکثیر و پرورش ماهی های آکواریومی آب شیرین، چاپ اول،تهران.صفحات ۲۷۵-۲۶۴.

غیاثوند، ز. و شاپوری، م.، ۱۳۸۷. تاثیر رنگدانه های طبیعی و مصنوعی و مقایسه اثر آنها بر ماهی اسکار سفید *Astronotus ocellatus sp*.. مجله بیولوژی دریا. صفحات ۸۵-۷۸.

Booth, M., Warner-Smith, R., Allan G. and Glencross, B., 2004. Effect of dietary astaxanthin source and light manipulation on the skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (BlochN and Schneider,1801). Aquac Res 35:458-464.

Brown, A.D. and Borowitzka, L.J. 1979. Halotolerance of *Dunaliella* , In: Biochemistry and physiology of protozoa. (eds. Levandowsky, M. and Hutner, S.H.) Academic PRESS. NewYork.

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

Choubert, G. and Storebakken, T., 1989. Dose response to astaxanthin and canthaxanthin pigmentation of rainbow trout fed various dietary carotenoids concentrations. Aquaculture 81:69-77.

CIE, Commission Internationale de l'Eclairage, 1976. Colorimetry, Publication no15. Bureau central de LaCIE, Vienna, Austria.14 pp.

Cowan, A.K., Rose, P.P. and L.G., 1992. *Dunaliella salina* –A model system for the studying the response of plant cells to stress .j.Exp. Bot.43:1535-1547.

Giordano, M., Pezzoni, V. and Hell, R., 2000. Strategies for the allocation of resources under sulfur limitation in the green alge *Dunaliella salina.*Plant Physiol. 124:857-864.

Gourveia, L., Gomes, E. and Empis, J., 1997. Use of Chlorella vulgaris in diets for rainbow trout to enhance pigmentation of muscle. J Appl Aqua-cult7:61-70.

Gourveia, L.A.D., Rema, P.B., Pereira, O.B. and Empis, J.C., 2003. Colouring ornamental fish (Cyprinus carpio and Carassius auratus) with microalgal biomass. Aquaculture Nutrition, 9 (2), pp. 123-129.

Hejazi, M.A., Barzegari, A., Gharajeh, N.H., Hejazi, M.S., 2010. Introduction of a novel 18S rDNA gene arrangement along with distinct ITS region in the saline water microalga Dunaliella, Saline Systems, 6 (1), art. no. 4, .

Hunt, R.W.G., 1977. The specification of colour appearance: I. Concepts and term. Color res . Appl. 2 ,55-68.

Kalinowski, C.T. Robaina, L.E., Fernandez Palacoios, H., Schuchardt, D. and Izquierdo, M.S., 2005. Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour.Aquaculture244:223-231.

Kop, A. and Durmaz, Y., 2008. The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (Cichlasoma severum sp., Heckel 1840). Aquaculture 16:117-122.

Lorenz, T.R., 1998. A review of astaxanthin as a carotenoid and vitamin source for sea bream, vol 052. Naturerose Technical Bulletin, Cyanotechnology, Hawaii, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

Raymundo, A., Gouveida, L,. Batisa, AP., Empis, J. and Sousa, L., 2005. Fat mimetic Capacity of *chlorella vulgaris* biomas in oil-in-water food emulsions stabilized by pea protein. Food Res lnt38 :961-965.

Shahidi, F., Meusalach, J. and Brown, J.A., 1998. Carotenoid pigments in seafoods and aquaculture. Critical review in food science. 38(1):1-67.

Torrissen, O.J., Tidemann, E., Hansen, F. and Raa, J., 1981. Ensiling in acid-a method to stabiliese astaxanthin in shrimp processingby-Products and improve up take of this pigment by rainbow trout(salmo gairaneri). Aquaculture,26:77-83.

Torrissen, O.J., Hardy, R.W. and Shearer, K.D., 1989. Pigmentation of salmonids carotenoid depositin and metabolism.Review of aquatic sciences,1:209-225.

Wang, Y.J., Huchien, Y. and Hugpan, Ch., 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation and antioxidant capacity of characins, (*Hyphessobry callistus)*. Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University Keelung, Taiwan 202.

Wyszecki, G. and Stiles, W.S., 1967. Color Science. John Wiley and Sons, New York, USA.658 pp.

Yam, K.A., Papadakis, S.E., 2004. A Simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of food engineering , 61:137-142.

Yasir, I. and Qin, J.G., 2010. Effect of dietary carotenoids on skin color and pigments of false clownfish, Amphiprion ocellaris, Cuvier. Journal of the World Aquaculture Society308-318 .

www.SID.ir