

بررسی اجزای ترکیبی تشکیل دهنده‌ی فیله قزل آلالی رنگین کمان (Oncorhynchus mykiss) با استفاده از روش عکس برداری دیجیتالی

محمد حسن کمانی^۱، امید صفوی^۲، سید علی مرتضوی^۳، معصومه مهربان سنگ آتش^{۴*}، فاطمه مسلم خلیل غفوری^۵

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، سبزوار، ایران.

^۲ استادیار گروه شیلات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

^۳ استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

^۴ استادیار گروه کیفیت و ایمنی مواد غذایی، جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ایران.

^۵ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۲۵

چکیده

قزل آلالی رنگین کمان به دلیل بازار پسنندی بالا و قابلیت پرورش در اکثر نقاط ایران، جایگاه ویژه‌ای نسبت به دیگر آبزیان در سبد غذایی خانوارهای ایرانی پیدا کرده است. امروزه آنچه که در مورد این ماهی، مخصوصاً نوع پرورشی اهمیت زیادی پیدا کرده است، اجزای ترکیبی تشکیل دهنده و شاخص‌های مهم تغذیه‌ای نظیر میزان چربی و پروتئین می باشد. از طرف دیگر توانایی و کارآمدی تکنیک پردازش تصویر در بررسی شاخص‌های کیفی گوشت ماهی به اثبات رسیده است. به همین جهت در این پژوهش، به بررسی و تخمین میزان درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر فیله قزل آلالی رنگین کمان با استفاده از پردازش تصویر عکس‌های دیجیتالی پرداخته شد. نتایج حاصل از بررسی پارامترهای شیمیایی و رنگ سنجی، مدل‌های مختلف معنی داری را برای همه شاخص‌ها نشان داد. بررسی روابط رگرسیونی بین میزان درصد چربی و پارامترهای اولیه رنگ سنجی رابطه‌ی $(R^2_{\text{adjusted}} = 0.56/2; P < 0.05)$ $FAT = 4/645 - 0/009 L^* - 0/01 a^* + 0/02 b^*$ و پارامترهای ثانویه رابطه‌ی $(R^2_{\text{adjusted}} = 0.62/6; P < 0.05)$ $FAT = 4/546 + 0/011 L^* - 0/201 h^*$ را نشان داد. بررسی روابط همبستگی بین اجزای تشکیل دهنده گوشت و شاخص‌های رنگ سنجی نیز نشان داد که پارامتر h^* (ته رنگ) بیشترین میزان همبستگی را با کلیه پارامترهای شیمیایی اندازه گیری شده دارد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با اندازه گیری شاخص‌های رنگ سنجی به کمک تکنیک پردازش تصویر و ارائه مدل‌های پیشگو می توان اجزای ترکیبی تشکیل دهنده فیله ماهی قزل آلالی رنگین کمان نگهداری را پیش بینی نمود.

واژه های کلیدی: قزل آلالی رنگین کمان، پردازش تصویر، اجزای تشکیل دهنده فیله، پارامترهای رنگ سنجی.

۱- مقدمه

ماهی به دلیل داشتن منابع با ارزش پروتئین و درصد بالای اسیدهای چرب چند غیر اشباعی از اجزاء مهم غذایی انسان به شمار آمده و نقش مهمی را در تامین مواد مغذی بدن ایفا می کند (۱۴، ۱۹). قزل آلای رنگین کمان همانند سایر گونه های پرچرب علاوه بر ارزش تغذیه ای بالا، بخش مهمی از فروش بازار و مصرف خانوارها را به خود اختصاص داده است. اجزای اصلی تشکیل دهنده ی گوشت ماهی شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر می باشند که میزان این ترکیبات بسته به عوامل متعددی، در گونه های مختلف متغیر می باشد (۷، ۱۸). نظر به ارزش اقتصادی و غذایی، درصد بالای تولید و عرضه این ماهی، بررسی شاخص های تغذیه ای و عوامل موثر بر آن حائز اهمیت بوده و از جنبه های مهم مطالعات کیفی در تغذیه انسان بشمار می رود (۱).

با افزایش انتظارات جامعه از محصولاتی با کیفیت و استاندارد های ایمنی بالا، نیاز به سرعت و دقت بیشتر در ارزیابی عینی خصوصیات محصولات، رشد فزاینده ای داشته است. پیشرفت های زیادی در زمینه کاربرد ماشین بینایی در محصولات کشاورزی در ابعاد سخت افزاری و نرم افزاری در سال های اخیر صورت گرفته است (۴). این عوامل سبب ایجاد انگیزه برای توسعه روش های جانشین شده است که در زمان کمتر و با دقت بیشتری خصوصیات کلیدی محصول را ارزیابی کند که از مهمترین آن ها می توان به بینی الکترونیکی، زبان الکترونیکی و سیستم بینایی کامپیوتری اشاره نمود. پردازش تصویر یکی از همین روش ها می باشد که در آن از فضا های رنگی مختلف جهت بررسی تغییرات رنگ و آنالیز تصویر استفاده می شود (۲۰). در چند سال اخیر مطالعات کاربردی متعددی جهت بررسی کیفیت ماهی بوسیله ی پردازش تصویر صورت گرفته است که از جمله ی آن ها می توان به تعیین میزان غلظت آستاگزانتین در ماهی salmonids (۱۲) و تعیین خواص ارگانولپتیکی در فیله ماهی آزاد (۲۲) با استفاده از سیستم بینایی کامپیوتری اشاره نمود.

در زمینه ی بررسی شاخص های تغذیه ای و اجزای تشکیل دهنده گوشت ماهی بوسیله روش های آزمایشگاهی متداول نظیر استفاده از کجگلدال، سوکسله و کوره مطالعات بسیاری صورت گرفته است (۲۳)، اما براساس منابع در دسترس، علیرغم اقتصادی بودن تکنیک

پردازش تصویر در بررسی شاخص های تغذیه ای گوشت ماهی، تاکنون مطالعات بسیار کمی در این ارتباط صورت پذیرفته است. در این پژوهش با استفاده از روش پردازش تصویر و آنالیز تصویر حاصل از عکس برداری نمونه ماهی قزل آلای رنگین کمان و اندازه گیری همزمان شاخص های شیمیایی، رابطه ی بین میزان درصد چربی، پروتئین، رطوبت و خاکستر و عواملی مانند رنگ حاصل از تصویر ماهی جهت بررسی مدل های پیشگو مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- آماده سازی نمونه ها

ماهی قزل آلای رنگین کمان با میانگین وزنی 50 ± 600 گرم از یک مزرعه ی پرورشی ماهیان سردآبی واقع در حاشیه شهر مشهد بصورت زنده خریداری شد و بلافاصله به همراه یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. ماهیان صید شده همگی از یک جیره ی مشترک و در شرایط محیطی نسبتاً یکسان پرورش یافته بودند. سپس ماهیان به شکل فیله در آمده و در بسته های مخصوص کدگذاری شده و در دمای یخچال 1 ± 4 درجه سانتیگراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. سپس فیله ها از یخچال بیرون آورده و آزمایشات شیمیایی و عکس برداری روی آن ها صورت می گرفت.

۲-۲- آزمون های شیمیایی

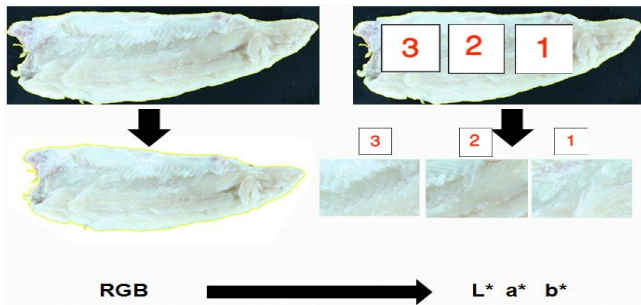
۲-۲-۱- رطوبت

میزان رطوبت نمونه ها به روش AOAC اندازه گیری شد. بدین منظور ۵ گرم از نمونه ی گوشت ماهی همگن شده را در آون هوای داغ در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار داده تا نمونه ها به وزن ثابت برسند. سپس میزان رطوبت محاسبه و بر حسب درصد بیان شد (۶).

۲-۲-۲- چربی خام و پروتئین خام

میزان چربی خام کل و پروتئین خام کل به ترتیب به روش سوکسله توسط استخراج با حلال پترولیوم و روش کلدال با استفاده از دستگاه کجگلدال صورت گرفت (۶).

۲-۲-۳- خاکستر



شکل ۱- نحوه‌ی نمونه‌گیری از عکس فیله‌ی قزل آلابی رنگین کمان

جهت تغییر محیط رنگی از RGB به $L^*a^*b^*$

۲-۴- آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و بدست آوردن رابطه بین پارامترهای شیمیایی و رنگ سنجی از نرم افزار SPSS استفاده گردید. جهت حذف عواملی که تاثیر معنی‌داری در رگرسیون نداشتند از روش رگرسیون گام به گام^۱ استفاده گردید، و در نهایت معادلات مربوط بین پارامترهای شیمیایی و رنگ سنجی بدست آمد. با بهره‌گیری از روش گام به گام می‌توان گویاترین متغیرهای مستقل توجیه‌کننده صفت وابسته را جدا کرد. این روش به دو شیوه جلو رونده^۲ و عقب رونده^۳ و براساس مقدار ضریب تبیین با ورود یا خارج کردن هر متغیر به مدل عمل کرده و بهترین متغیرها را گزینش می‌کند، البته پاسخ دو شیوه ممکن است یکسان نباشد اما بسته به مورد می‌توان نتایج یک و یا هر دو را پذیرفت (۱۶). همچنین جهت بررسی همبستگی بین شاخص‌های مورد بررسی از آزمون همبستگی پیرسون در سطح اعتماد ۵ درصد استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیب تقریبی فیله ماهی قزل آلابی رنگین کمان

ترکیب تقریبی فیله‌های ماهی قزل آلابی پرورشی مورد استفاده در این پژوهش با میانگین وزنی 50 ± 600 گرم اندازه‌گیری و در جدول ۱ ارایه شده است.

جهت اندازه‌گیری خاکستر، ۱۰ گرم از نمونه‌ی گوشت ماهی همگن شده را توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین کرده و در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ الی ۱۸ ساعت قرار گرفت تا زمانی که خاکستر سفید ظاهر شد. سپس میزان خاکستر بر حسب درصد بیان شد (۶).

۲-۳- اندازه‌گیری رنگ

۲-۳-۱- سیستم عکس برداری

سیستم عکس برداری مورد استفاده در این پژوهش شامل یک جعبه‌ی چوبی بود که حاوی منبع روشنایی و دوربین دیجیتال Canon (مدل ixys 31s) بود. سیستم به گونه‌ای طراحی شده بود که کمترین میزان بازتاب نور در سطح نمونه مشاهده می‌شد. عکس‌های گرفته شده با فرمت JPEG توسط کابل USB به کامپیوتر انتقال و ذخیره گردید و سپس انجام عملیات پردازش تصویر توسط نرم افزار Image J 1.45s صورت گرفت (۲۴).

۲-۳-۲- پردازش تصویر

عکس‌های حاصل توسط نرم افزار Image J 1.45s مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شاخص اصلی که در تصویر حاصل از فیله ماهی مورد آنالیز قرار گرفت رنگ می‌باشد که این عمل در دو محیط رنگی $L^*a^*b^*$ و RGB توسط نرم افزار ذکر شده صورت گرفت. نمونه برداری جهت تبدیل عکس‌ها به دو صورت انجام گرفت. به طوری که عکس گرفته شده از کل فیله توسط دوربین، از پشت صحنه‌ی تصویر جدا شده و توسط نرم افزار تبدیل به $L^*a^*b^*$ می‌شود. جهت برآورد بهتر ۳ نقطه‌ی دیگر به ابعاد $4 * 5$ سانتی‌متر جهت نمونه برداری از عکس فیله انتخاب و هر کدام به صورت مجزا از محیط RGB به محیط $L^*a^*b^*$ تغییر پیدا کردند. سپس داده‌های L^* ، a^* و b^* هر یک بطور جداگانه اندازه‌گیری شدند (شکل ۱). سپس پارامترهای ثانویه رنگ سنجی کروما (C^*) و زاویه هیو (h^*) بوسیله‌ی $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ و $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ محاسبه شدند (۲۱).

¹ Stepwise
² Forward
³ Backward

جدول ۱- تعیین ترکیب تقریبی فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان بر

حسب وزن تر (n=۳)

ترکیب	میانگین (درصد)
پروتئین	۱۷/۶۱ ± ۰/۲۴
چربی	۵/۵۵ ± ۰/۱۵
رطوبت	۷۴/۲۳ ± ۱/۴۶
خاکستر	۱/۱۹ ± ۰/۰۷

بطور کلی، گوشت ماهی از نظر ترکیب شیمیایی، از ۸۵ - ۷۰ درصد آب، ۲۵ - ۱۵ درصد پروتئین خام، ۱۵-۱ درصد چربی خام و ۱/۵ - ۱ درصد مواد معدنی تشکیل گردیده است. ترکیب شیمیایی فرآورده‌های دریایی از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر تغییر می‌نماید. بر پایه این اختلافات، گروهی از متخصصین، آبزبان خوراکی را در چهار گروه اصلی قرار داده‌اند. این گروه‌ها شامل گونه‌هایی هستند با ۱- چربی کم (کمتر از ۵ درصد) - پروتئین زیاد (بیشتر از ۱۵ درصد) - ۲- چربی متوسط (حدود ۵ تا ۱۵ درصد) - پروتئین زیاد (بیشتر از ۱۵ درصد) - ۳- چربی زیاد (بیشتر از ۱۵ درصد) - پروتئین کم (کمتر از ۱۵ درصد) و ۴- چربی کم (کمتر از ۵ درصد) - پروتئین کم (کمتر از ۱۵ درصد) (۲). ماهی قزل آلائی مورد استفاده در این پژوهش در گروه دوم قرار گرفت. آنالیز تقریبی فیله‌ی ماهی قزل آلائی رنگین کمان که توسط سایر محققین گزارش شده است مقادیر متفاوتی را به خصوص در میزان چربی نشان می‌دهد (۱۷، ۱۱، ۲، ۳). این تفاوت در ترکیب بدن ماهی قزل آلا به میزان زیادی به تغذیه، فصل پرورش و صید، اندازه ماهی و شرایط محیط پرورش مرتبط می‌باشد (۱۸).

۳-۲- بررسی روابط بین پارامترهای شیمیایی و رنگ سنجی

نتایج بررسی روابط رگرسیونی بین میزان درصد رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی خام با پارامترهای اولیه و ثانویه رنگ سنجی در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق این جدول، بهترین معادله رگرسیونی جهت پیش بینی پارامترهای شیمیایی اجزای تشکیل دهنده فیله مربوط به شاخص چربی خام بود. بررسی‌ها نشان داد که پارامترهای ثانویه رنگ سنجی نسبت به پارامترهای اولیه می‌توانند با ضرایب تبیین بهتری میزان این شاخص را تخمین بزنند. میزان چربی

خام در گوشت ماهی از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر تغییر می‌نماید. بر پایه این اختلافات، کلیه ماهیان براساس میزان چربی کل به چهار گروه اصلی تقسیم بندی می‌شوند که این گروه‌ها شامل گونه‌هایی بدون چربی (کم تر از ۱ درصد)، چربی پایین (بیشتر از ۱ تا ۵ درصد)، چربی متوسط (بیشتر از ۵ تا ۱۰ درصد) و پرچرب (بالای ۱۰ درصد چربی) می‌باشند (۲۰). قزل آلائی مورد استفاده در این پژوهش با ۵/۵۵ درصد چربی خام در گروه سوم قرار گرفت. تفاوت در میزان چربی می‌تواند بستگی به عواملی نظیر تغذیه، فصل پرورش و صید، اندازه ماهی و شرایط محیط پرورش مرتبط داشته باشد (۱۵). همچنین ثابت شده است که با افزایش وزن بدن و اندازه فیله محتوی چربی افزایش می‌باشد (۱۰). میزان و توزیع چربی در گوشت بر خصوصیات بافتی آن تأثیرگذار است، به طوری که فیله‌هایی با چربی زیاد، نرم از فیله‌هایی با چربی کم می‌باشد که متعاقباً می‌تواند بر رنگ گوشت نیز تأثیرگذار باشد (۱۳). استین و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی درصد چربی در کتلت قزل آلائی رنگین کمان پرداخت. نتایج یک همبستگی بالایی را بین میزان نتایج حاصل از آنالیز عکس‌ها و روش دستی در تعیین میزان چربی و تغییرات رنگی، نشان داد ($R^2=0/78$). همچنین بین میزان اندیس روشنایی و میزان چربی رابطه ($r=0/078$) $+0/37 L^* + 0/5 C^*$ $FAT = -27/67$ بدست آمد (۲۴).

بررسی روابط رگرسیونی بین میزان رطوبت فیله و پارامترهای رنگ سنجی، معادله پیشگویی معنی داری را نشان داد. بیشترین وزن ماهی متعلق به آب موجود در بدن ماهی است که اغلب برای ماهیان پرچربی نظیر قزل آلائی رنگین کمان حدود ۷۰ درصد نسبت به وزن فیله است. آب در عضلات ماهی تازه به دو صورت آزاد و متصل شده (که به صورت محکمی به پروتئین پیوند داده شده) است. به طوری که حتی تحت فشار زیاد نمی‌شود آن را از بدن ماهی خارج کرد (۵). تاکنون ثابت شده است که میزان رطوبت به عوامل مختلفی نظیر جنسیت و سن (۷)، اندازه و سایر متغیرهای محیطی (۸) بستگی دارد. محبی و همکاران (۲۰۰۹) نیز به بررسی تخمین رطوبت میگوی خشک شده بوسیله پردازش تصویر پرداختند. آنها همبستگی خوبی بین میزان تغییر شاخص‌های رنگ و میزان محتوی رطوبت در طی فرایند خشک کردن را مشاهده نمودند

۴- نتیجه گیری

در میان محصولات دریایی، قزل آلابی رنگین کمان یکی از محصولاتی است که خواهان فراوان و مصرف بسیار بالایی در جهان به خصوص ایران دارد و به عنوان یکی از منابع مهم و با ارزش پروتئین، چربی و انرژی به شمار می‌آید و شناخت اجزای تغذیه‌ای آن حائز اهمیت است. در این پژوهش به تخمین میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر با استفاده از پردازش تصویر که هسته سیستم بینایی کامپیوتری است پرداخته شد. نتایج حاصل از بررسی پارامترهای شیمیایی و رنگ سنجی معادلات مختلف معنی داری را برای همه شاخص‌ها نشان داد. بهترین معادله برای شاخص چربی بدست آمد که $(R^2_{adjusted} = ۰.۶۲/۶ ; P < ۰.۰۵)$ از آن می‌توان جهت تخمین میزان چربی فیله قزل آلابی استفاده نمود. با توجه به

$(R^2 = ۰.۸۶)$ (۴). علاوه بر چربی و رطوبت، معادلات حاصل از بررسی روابط رنگ سنجی در سایر پارامترهای شیمیایی معنی دار شد اما ضرایب تبیین بالایی از این معادلات بدست نیامد. کمترین ضریب تبیین معادله مربوط به شاخص پروتئین نیز بدست آمد. پروتئین‌ها حدود ۲۵ - ۱۵ درصد مجموع وزن قسمت گوشتی را تشکیل می‌دهند و براساس میزان حلالیت آنها در محلول‌های آبی به سه گروه اصلی سارکوپلاسمیک (محلول در آب)، میوفیبریل (محلول در محلول‌های نمکی) و استروما (غیر محلول در آب و محلول‌های نمکی) تقسیم می‌شوند (۲). بررسی روابط همبستگی بین اجزای تشکیل دهنده گوشت و شاخص‌های رنگ سنجی نیز نشان داد که پارامتر h^* بیشترین میزان همبستگی را با پارامترهای شیمیایی اندازه گیری شده داشته است (جدول ۳).

جدول ۲- روابط رگرسیونی میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی خام با پارامترهای اولیه ($L^*a^*b^*$) و ثانویه رنگ سنجی (C^*,h^*)

معادله	نوع رابطه
$PRO = ۱۷/۴۷ + ۰/۲۵ b^* (R^2_{adjusted} = ۳۵/۴ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان پروتئین خام با پارامترهای اولیه رنگ سنجی
$PRO = ۱۷/۲۲۰ + ۰/۰۳۹ c^* (R^2_{adjusted} = ۲۶/۹ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان پروتئین خام با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$PRO = ۱۷/۴۶۹ - ۰/۲۴۸ h^* (R^2_{adjusted} = ۳۹/۶ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان چربی خام با پارامترهای اولیه رنگ سنجی
$FAT = ۴/۶۴۵ - ۰/۰۰۹ L^* - ۰/۰۱ a^* + ۰/۰۲۸ b^* (R^2_{adjusted} = ۵۶/۲ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان چربی خام با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$FAT = ۴/۳۷۱ + ۰/۰۱ L^* + ۰/۰۳۱ c^* (R^2_{adjusted} = ۵۶/۱ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان چربی خام با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$FAT = ۴/۵۴۶ + ۰/۰۱۱ L^* - ۰/۲۰۱ h^* (R^2_{adjusted} = ۶۲/۶ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان رطوبت با پارامترهای اولیه رنگ سنجی
$MOISTURE = ۷۵/۱۴ - ۰/۱۷ b^* (R^2_{adjusted} = ۴۶ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان رطوبت با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$MOISTURE = ۸۴/۱۵۴ + ۰/۸۶ L^* + ۰/۲۶۳ c^* (R^2_{adjusted} = ۳۸/۴ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان خاکستر با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$MOISTURE = ۸۲/۸۹۷ - ۰/۰۹۲ L^* + ۱/۶۵۹ h^* (R^2_{adjusted} = ۴۰/۷ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان خاکستر با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$ASH = ۱/۲۰ - ۰/۰۰۸ b^* (R^2_{adjusted} = ۴۸ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان خاکستر با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$ASH = ۱/۶۷۹ - ۰/۰۰۵ L^* - ۰/۰۱۳ c^* (R^2_{adjusted} = ۴۶/۱ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان خاکستر با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی
$ASH = ۱/۶۴۰ - ۰/۰۰۵ L^* + ۰/۰۷۸ h^* (R^2_{adjusted} = ۴۱/۸ ; P < ۰/۰۵)$	رابطه‌ی میزان خاکستر با پارامترهای ثانویه رنگ سنجی

جدول ۳- ضرایب همبستگی‌های مهم بین پارامترهای شیمیایی و شاخص‌های رنگ سنجی

	خاکستر	L*	a*	b*	C*	h*
پروتئین	-۶۷/۲**	۱۹/۹	۳۲/۶	۶۳/۳*	۵۶/۷*	-۶۶/۳**
چربی	---	۳۹/۱	۱۰/۴	۷۸/۶**	۷۷/۱**	-۸۰/۵**
رطوبت	۸۳**	-۳۳/۷	-۲۰/۳	-۷۰/۶**	-۶۷/۲**	۶۸/۴**
خاکستر	----	-۳۶/۵	-۹/۵	-۷۱/۹**	-۷۱/۶**	-۶۸/۴**
L*	----	-----	-۱۳/۳	۲۹/۲	۲۹/۷	----
a*	----	-----	-----	۳۰	۳/۷	----
b*	----	-----	-----	-----	۹۵/۷**	-۹۷/۴**
C*	----	-----	-----	-----	----	-۸۸/۷**

* بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

** بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد است

چربی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بسته بندی شده در خلاء. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. جلد ۸. شماره ۲۸. ۴۷-۵۶.

۴- شفافی زنونزیان، م. ۱۳۸۵. کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و پردازش تصویر در مدل سازی و تجزیه و تحلیل فرایند خشک کردن کدو حلوائی به روش ترکیبی اسمز جریان هوا. پایان نامه دکتری دانشگاه فردوسی مشهد.

۵- معینی، س. ۱۳۹۰. انجماد در صنعت شیلات. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۳.

6- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Moisture in Meat and poultry product Method 985.14. Official Methods of Analysis (17th edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

7- Alemu, L.A. Melese, A.Y. and Gulelat, D.H. 2013. Effect of endogenous factors on proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.) fillet from Lake Zeway. American Journal of Research Communication, 1: 405-410.

8- Ali, M., Salam, A., and Iqbal, F. 2001. Effect of environmental variables on body composition parameters of *Channa punctata*. Journal of Research (science), 12:86-96.

9- Alemu, L.A. Melese, A.Y. and Gulelat, D.H. 2013. Effect of endogenous factors on proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*

مزایای بالای این روش نظیر عدم نیاز به مواد آزمایشگاهی و تجهیزات، آسان و سریع بودن آن و کاربردی بودن نتایج حاصله از پردازش تصاویر رنگی فیله ی قزل آلاهی رنگین کمان، می توان از این تکنیک و مدل های پیشگوی دست آمده به عنوان یک روش کمکی جهت تخمین میزان اجزای ترکیبی تشکیل دهنده فیله ی ماهی قزل آلاهی رنگین کمان استفاده نمود.

۵- منابع

۱- اعتمادی، ح.، رضایی، م.، و عابدیان، ع. ۱۳۸۷. پتانسیل آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis*) در افزایش عمرماندگاری ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۵، شماره ۴، ۶۷-۷۷.

۲- رضوی شیرازی، ح. ۱۳۸۰. تکنولوژی فرآورده های دریایی، علم فرآوری (۲). چاپ اول. انتشارات نقش مهر. ص ۷.

۳- رضایی، م.، پزشک، س.، حسینی، ه.، و اسکندری، س. ۱۳۹۰. اثر آنتی اکسیدانی عصاره موسیر (*Allium ascalonicum*)، عصاره زرد چوبه (*Curcuma Longa*) و ترکیب آنها بر تغییرات

- 21- Robb, D.H.F., Kestin, S.C., and Warriss, P.D. 2000. Muscle activity at slaughter: I. Changes in flesh colour and gaping in rainbow trout. *J.Aquaculture*, 182: 261–269.
- 22- Quevedo, R. A., Aguilera, J. M., & Pedreschi, F. 2010. Color of salmon fillets by computer vision and sensory panel. *Food and Bioprocess Technology*, 3: 637-643.
- 23- Sallam, K. I., Ahmed, A. M., Elgazzar, M. M., and Eldaly, E. A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4° C. *Food Chemistry*, 102: 1061-1070.
- 24- Stien, L., Manne, F., Ruohonene, K., Kause, A., Rungruangsak-Torrissen, K., and Kiessling, A. 2006. Automated image analysis as a tool to quantify the colour and composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) cutlets. *Aquaculture*, 261: 695–705.
- L.) fillet from Lake Zeway. *American Journal of Research Communication*, 1: 405-410.
- 10- Coban, O.E. 2012. Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37:759-765.
- 11- Chen, C., Nguyen, J., Semmens, K., Beamer, S., and Jaczynski, J. 2008. Chemical changes in omega-3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during abusive-temperature storage. *Food Control*, 19: 599–608.
- 12- Dissing, S.B., Nielsen, M.E., Ersboll, B.K. and Forsch, S. 2011. Multispectral imagine for determination of astaxanthin concentration in salmonids. *J. PLoS One*. 6: e19032. Doi:10.1371.
- 13- Ehsani, A., and Jasour, M. S. 2014. Determination of Short-Term Icing and Frozen Storage Characteristics of Ungutted Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 38: 713-720.
- 14- Fereshtian, M. M., Kamani, M. H., Shafafi Zenoozian, M., Rigi, S and Safari, O. (2014). The effect of Green tea on bacterial changes in white shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) refrigerated at temperature of 4±1° C. *Journal of middle east applied science and technology*, 18: 501-504.
- 15- Jasour, M.S., Zakipour Rahimabadi, E., Ehsani, A., Rahnama, M., and Arshadi, A. 2011. Effects of Refrigerated Storage on Fillet Lipid Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Supplemented by α -Tocopheryl Acetate Through Diet and Direct Addition after Slaughtering. *Journal of Food Process Technology*, 2: 1-5.
- 16- Lapin, L.L. 1990. Probability and statistics, for modern eng ineering (second edition), pws- kent pub.
- 17- Ortiz, J., Palma, A., Gonzalez, N., and Aubourg, S.P. 2008. Lipid damage in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after slaughtering and chilled storage. *J.Lipid Science and Technology*. 110: 1127- 1135.
- 18- Pacheco-aguilar, R., Lugo-sanchez, M.E. and Robles- burgumnu, M.R. 2000. Postmortem Biochemical and Functional Characteristic of Monterey Sardine Muscle Stored at 0 °C. *J. Food science*. 65: 40-47.
- 19- Pezeshk, S., Hosseini, H., Rezaei, M. and Khaksar, R. 2013. evaluation of shelf life of live and gutted fish treated with a shallot extract. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 970–976.
- 20- Rehbein, H., and Oehlenschlager, J. 2009. Fishery product quality, safety and authenticity. Blackwell Publishing Ltd. United Kingdom. pp: 105, 240.