فصلنامه علمی ـ پژوهشی
دورهٔ ٤، شمارهٔ ١، بهار ١٣٩٤، صفحه ١٩- ٣١

تأثیر روش‌های پخت بر روی ویژگی‌های فیزیکی و آنالیز حسی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

سید علی جعفرپور[1*]، محمد رزمی[2]، حامی کابوسی[3]

١ـ استادیار گروه شیلات، فراوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
٢ـ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات آیت‌الله آملی، آمل
٣ـ استادیار گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات آیت‌الله آملی، آمل

تاریخ دریافت:٩٣/٣/٧ تاریخ پذیرش:٩٣/١٠/٢٨

*نویسنده مسئول مقاله: a.jafarpour@sanru.ac.ir

چکیده

اثر روش‌های پخت بر روی درصد افت پخت، آنالیز حسی ویژگی‌های بافت و رنگ فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی شد. در این تحقیق روش‌های بخارپز کردن (پخت اتوکلاو) در دمای ١٢٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٥ و ١٠ دقیقه، غوطه‌وری در روغن داغ با پوشش پودر سوخاری در دمای ١٨٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢ و ٥ دقیقه و پخت با مایکروویو در توان ٦٠٠ وات به مدت ٢، ٤ و ٦ دقیقه به‌کار گرفته شد.شاخص‌افت پخت تفاوت معناداری را در روش‌های مختلف نشان داد ($p<٠/٠٥$) که بیشترین افت در روش مایکروویو به مدت ٦ دقیقه بود. در نتایج سنجش رنگ، بیشترین تغییرات در عضله سرخ‌شده به مدت ٥ دقیقه با پودر سوخاری و کمترین تغییرات رنگ نیز در عضله مایکروویو شده به مدت ٢ دقیقه رؤیت شد. بیشترین میزان سفتی بافت مربوط به تیمار سرخ‌شده در ٥ دقیقه بود و نمونه خام کمترین سفتی را داشت. در ارزیابی حسی نمونه‌های سرخ‌شده از مقبولیت بیشتری برخوردار شد. بر اساس نتایج، از لحاظ مقبولیت حسی روش‌های پخت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌صورت سرخ‌شده به مدت ٥ دقیقه مناسب می‌باشد.

کلید واژگان: فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، درصد افت پخت، بافت، رنگ و آنالیز حسی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

مقدمه

با استناد به وبگاه سازمان خواروبار جهانی (FAO)، آبزی‌پروری در سال ۲۰۱۲ به‌عنوان منبع پروتئین حیوانی می‌تواند بیش از ۵۰ درصد ماهی مصرفی جهان را تأمین کند. طبق آمار این سازمان مصرف سرانه آبزیان در سال ۲۰۰۸، به بالاترین مقدار خود رسید که نشان‌دهندهٔ اهمیت بالای این منبع پروتئینی است. بر اساس سالنامه آماری سازمان شیلات کشور، در حال حاضر میزان مصرف سرانه آبزیان در کشور ما، ۸/۵ کیلوگرم است. ماهی قزل‌آلا از جمله ماهیان سرد آبی است که از نظر زیستی در آب‌هایی با دمای ٦ تا ١٩درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند. گفتنی است که از ماهیان سرد آبی تنها قزل‌آلا در ایران پرورش می‌یابد که در سال ۱۳۸۹ میزان آن ۱۹۵۱۹ تن بوده که ١٢٤٥٦ تن آن در استان مازندران تولید شده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۱).

روش‌های بسیار متنوعی برای طبخ ماهیان به‌کارمی‌رود که با توجه به رسم محلی و ذائقهٔ افراد متفاوت است. از جمله روش‌های طبخ تجاری می‌توان به سرخ کردن با حرارت ملایم اشاره کرد که بدترین روش طبخ از دیدگاه کاهش ارزش غذایی ماهی است و سرعت بالا و طعم خوب تنها مزیت آن است. همچنین کباب کردن نیز از روش‌های مرسوم و سریع است که طعمی دل چسب به ماده غذایی می دهد و مواد مغذی آن تا حد زیادی حفظ می شود، اما حرارت شدید موجب سوخته شدن سطح کباب و همچنین کباب کردن سبب پیدایش مواد سمی در گوشت خواهد شد (Lin and Chang., 2005). از دیگر روش‌ها شنیسل کردن است که به روش هلندی نیز مرسوم است. در نهایت بهترین روش طبخ ماهی در فر است که برای پخت قطعات بزرگ ماهی به‌صورت کامل مناسب است و اگر مواد اولیه کیفیت بالایی داشته باشند، این روش طعم دلپذیر و در صورت کیفیت پایین محصول، طعم ناخوشایند آن را مشخص می‌کند (Hamm, 1977). از جمله سایر روش‌ها می‌توان به پخت در آون اشاره کرد که در این روش سرعت پخت بالاست و نه تنها به روغن نیاز ندارد، بلکه در حین پخت چربی محصول را خارج می‌کند. اما از معایب این روش امکان سوختن سطح محصول و همچنین مشکل بودن کنترل دما است (Hamm, 1977). روش دیگر، بخارپز کردن است که سالم‌ترین روش پخت غذا به‌شمار می‌آید، زیرا از دست رفتن مواد مغذی به حداقل میزان ممکن می‌رسد، اما چون زمان پخت طولانی است، مقدار کاهش ویتامین C که به‌وسیله حرارت تجزیه می‌شود، زیاد است. علاوه بر این روش آرام‌پز کردن جزء روش‌های مناسب در نظر گرفته می‌شود که در این روش چون از حرارت پایینی استفاده می‌شود، پروتئین خیلی کم منعقد می‌شود، بنابراین پروتئین قابل هضم‌ترین شکل خود را حفظ می‌کند و به علت افت کمتر مواد مغذی کیفی بافت پخته شده بهتر و تردتر خواهد بود. این روش برای پختن ماهی مناسب است، اما سرعت طبخ بسیار کند است. آب‌پز کردن نیز از دیگر روش‌هایی است که البته به ماهی طعم خوشایندی نمی‌دهد (Hamm, 1977: Dunajski, 1980).

پروتئین عمده در غذاهای گوشتی شامل پروتئین میوفیبریل (پروتئین اساسی عضله)، پروتئین بافت‌های همبند (بیشتر کلاژن) و پروتئین‌های سارکوپلاسمی است (Tornberg, 2005). فیله ماهی از گوشت قرمز و مرغ به لحاظ ساختاری متفاوت است، زیرا در گوشت قرمز و مرغ عضلات در لایه‌هایی از الیاف کوتاه که فیبرهای عضلانی را تشکیل می دهند، مرتب شده است و این دسته از الیاف

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

کوتاه با ورق های بسیار نازک از بافت همبند ظریف احاطه شده است (Barbanti and Pasquini, 2005). از سویی این نکته حائز اهمیت است که میزان بافت همبند متشکل از کلاژن و الاستین در عضله گوشت ماهی حدود ۳ درصد است که در مقایسه با گوشت قرمز که حاوی ۱۵ درصد بافت همبند است، باعث می‌شود تا گوشت ماهی از قابلیت پخت سریع‌تر و تردی بیشتری برخوردار باشد که شامل حدود ۱۵ درصد از بافت همبند است و بسیار شکننده که به‌راحتی به ژلاتین تبدیل می‌شود (Heath et al., 2011). نکته قابل توجه این است که در حین فرایند پخت به دلیل نفوذ حرارت به بافت فیله، پروتئین های تغییر ماهیت داده و دناتوره شدن پروتئین باعث تفکیک میوفیبریل، انقباض طولی و عرضی الیاف فیله، تجمع و تشکیل ژل از پروتئین‌های سارکوپلاسمی و حلالیت بافت همبند می‌شود (Tang, 2007). یک شاخص حساسیت در لمس کردن، نیروی برشی غذاهای گوشتی به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر رضایت مصرف‌کنندگان ذکر شده است (Chang et al., 2011). انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری دقیق با پروب‌های تخصصی برای اندازه‌گیری نیروی برشی محصولات گوشتی مانند دستگاه برش وارنر براتزلر و دستگاه فشرده‌سازی برشی کرامر سل در دسترس هستند که روش فشرده‌سازی برشی کرامر سل نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت دارد (Dunajski et al., 1980). پروب فشرده‌سازی برشی کرامر سل یک تیغه ثابت است که بخش فوقانی آن دارای تیغه ۱۰ تا ۷۰ میلی‌متری است که این تیغه ۳ میلی‌متر ضخامت دارد (Dunajski et al., 1980).

با توجه به اینکه در خصوص تأثیر روش‌های مختلف پخت بر روی کیفیت فیزیکی بافت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مطالعه خاصی به‌ویژه در داخل کشور صورت نگرفته است، بنابراین هدف این تحقیق بررسی تأثیر سه روش پخت بخارپز، غوطه‌وری در روغن و پخت در مایکروویو، بر روی کیفیت فیزیکی بافت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با بهره‌گیری از دستگاه اندازه‌گیری بافت و ارزیابی حسی ویژگی‌های آن می باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان استفاده شده در این آزمایش، از گونه‌های پرورشی منطقه نیاک شهرستان دماوند انتخاب شدند. روش نمونه‌گیری تصادفی ساده بود و نمونه ماهی انتخاب شده به‌طور تقریبی وزنی بین ۵۵۰ تا ۶۵۰ گرم داشت و از آنها فیله هایی با وزن ۱۰۵ تا ۱۶۰ گرم به‌دست آمد. فیله‌ها پس از آماده‌سازی برای آزمون‌های مورد نظر به ۳ روش مایکروویو، سرخ کردن و اتوکلاو پخت شده و از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی مقایسه شدند. برای انجام عمل پرتودهی، ابتدا فیله داخل بشقاب پیرکس قرار داده شده و روی آن با دستمال حوله‌ای آشپزخانه[1] پوشانده شد. سپس عمل پرتودهی در مدت زمان‌های ٤،٢ و ٦ دقیقه با مایکروویو (SAMSUNG مدل SAMI 6 ساخت کشور کره جنوبی) با توان ٦٠٠ وات صورت گرفت. روش سرخ کردن به‌صورت غوطه‌وری در روغن داغ با روغن آفتابگردان شرکت لادن و به‌وسیله سرخ‌کن (Delongi مدل 7233 FI ساخت کشور ایتالیا)، در مدت زمان‌های ۲ و ۵ دقیقه در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت که به این منظور ابتدا فیله با پودر سوخاری شرکت گلها پوشش داده و سپس سرخ شدند. بخارپز کردن با دستگاه اتوکلاو (NUVE مدل OT 032 از کشور آلمان) انجام شد که در مدت زمان‌های ۵ و۱۰ دقیقه در دمای ۱۲۰درجه سانتی‌گراد

1. Towel paper

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

صورت گرفت به‌طوری که فیلـه پـیش از پخـت بـا فویـل آلومینیوم کاملاً پوشانده شده بود.

رنگ:

عوامل $L^* a^* b^*$ با دستگاه رنگ سنج (HunterLab مدل NO 45/0 شـرکت Reston،VA آمریکـا) ارزیـابی شـد و سپس تغییرات رنگ از فرمول زیر به‌دست آمد.

$$\Delta E = [(\Delta L^*) + (\Delta a^*) + (\Delta b^*)]^{1/2}$$

گفتنی است که رنگ نمونه‌های سرخ‌شده، یکبار با آرد سوخاری و یکبار پـس از پخـت بـا برداشـتن لایـه پـودر سوخاری سنجیده شد. در ایـن سیسـتم رنـگ سـنجی L^* بیانگر روشنایی ، a^* , b^* مختصات رنگ است و همچنـین a^* محور قرمز/سبز ("+" به سمت قرمز و "-" به سـمت سبز)، و b^* محور زرد/آبی ("+" به سـمت زرد و "-" بـه سمت آبی) است (جعفرپور، ١٣٩١).

افت ناشی از پخت:

در این روش وزن نمونه‌ها پیش و پس از پخت با تـرازوی دیجیتالی تا دو صدم اعشار محاسبه و درصد افت ناشـی از پخت با فرمول ذیل ارزیابی شد.

{وزن اولیه – وزن انتهـایی / وزن ابتـدایی} =درصد افت

×١٠٠انتهایی

ارزیابی بافت:

ارزیابی بافت با دستگاه سنجش بافـت (TexturePro CT V1.2 Build 9 مدل CT 3 شرکت BROOKFILD آمریکا) به طریق زیر صورت گرفت.

آزمایش برش طبیعی:

در این آزمایش نمونه‌هایی از بافت خام و پخته‌شده فیله در دستگاه سنجش بافت، با یک پروب تک تیغـه‌ای و نیـروی وارد شده به میزان ٢٥ کیلوگرم و سـرعت ١ میلـی‌متـر در ثانیه، فشرده شد. برای محاسبه شاخص‌های مرتبط بـا ایـن آزمون، هر نمونه ٢ بار فشرده شد که میزان مقاومت بافـت در برابر برش و عمق برش بافت از عوامل مـورد سـنجش این آزمایش بودند. تمام محاسبات بر اساس میانگین ٣ بـار تکرار در هر تیمار صورت گرفته است.

آزمایش نفوذ :

در این آزمایش نمونه‌هایی از بافت خام و پخته‌شده فیله در دستگاه سنجش بافت، با یک پروب استوانه‌ای بـه قطـر ١٠ میلی‌متر و نیروی وارد شده به میزان ٢٥ کیلوگرم و سرعت ١ میلی‌متر در ثانیه، فشرده شد. برای محاسبه شاخص‌هـای مرتبط با ایـن آزمـون، هـر نمونـه ٢ بـار فشـرده و میـزان مقاومت بافت در برابر فشردگی و عمق نفوذ بافت ارزیابی شد. تمام محاسبات بر اساس میانگین ٣ تکرار در هر تیمار بوده است (Jafarpour and Gorczyca, 2008).

ارزیابی حسی:

برای ارزیابی حسی از روش هدونیک و بر اساس روش Runglerdkriangkrai و همکـاران (٢٠٠٨) بـا انـدکی تغییر استفاده شد. برای این منظور از تعداد ١٥ نفر افراد نیمه‌حرفه‌ای برای آزمون ارزیابی حسی اسـتفاده شـد و افراد ارزیاب به شاخص‌های مورد انـدازه‌گیـری شـامل رنگ، بو، طعم، بافت و مقبولیت کلی از عدد صفر تـا ٩ امتیاز دادند.

تجزیه و تحلیل آماری:

پژوهش انجام‌شده در قالب طرح کاملاً تصـادفی بـه اجـرا درآمد و اطلاعات پـس از گـردآوری در نـرم‌افـزار Excel به‌عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. برای ایـن کـار ابتدا از طبیعی بـودن یـا نبـودن داده‌هـا بـه‌وسـیله آزمـون کولموگروف- اسمیرنف اطمینان حاصل شد کـه بـا اثبـات طبیعی بودن داده‌ها از آزمـون‌هـای پارامتریـک-One way ANOVA و LSD برای مقایسه میانگین‌ها اسـتفاده شـد و

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

برای داده های به‌دست آمـده از ارزیـابی حسـی از آزمـون غیرپارامتریک Friedman test استفاده گردید.

نتایج

درصد افت پخت:

پس از ارزیابی درصد افت پخت اخـتلاف معنـاداری بـین روش‌های پخت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمـان مشـاهده شد (p<۰۵/۰). نکته این که در هـر روش نیـز بـا افـزایش زمان، میزان درصد افت پخت افـزایش معنـاداری از خـود نشان داد (جدول ۱). بر اساس داده‌های ارائه شده بیشترین درصد افت پخت مربوط به تیمار مـایکروویو بـه مـدت ٦ دقیقه بوده و کمترین درصـد افـت پخـت در روش سـرخ کردن به مدت ۲ دقیقه ثبـت شـد. بـر همـین اسـاس بـین تیمارهای پخت اتوکلاو به مدت ۵ دقیقـه، مـایکروویو بـه مدت ۲ دقیقه و سرخ کـردن بـه مـدت ۵ دقیقـه اخـتلاف معناداری در خصوص درصـد افـت پخـت مشـاهده نشـد (p>۰۵/۰).

جدول ۱ درصد افت پخت در فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان پخته شده به روشهای مختلف

تیمارها	اتوکلاو ۱۰ دقیقه	اتوکلاو ۵ دقیقه	مایکروویو ٦ دقیقه	مایکروویو ٤ دقیقه	مایکروویو ۲ دقیقه	سرخ ۵ دقیقه	سرخ ۲ دقیقه
افت ناشی از پخت	۳۹/۵±۲/۵^{e}	۲۰/۷۵±۱/۸۸^{b}	۸۲/۳۱±۳/۷۱^{d}	٦۲/۱±۱/۵۵^{c}	۲۲/۲±۱/۵۵^{b}	۲۳/۱۳±۲^{b}	٦/٤۸±۰/۷۹^{a}

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵)

ارزیابی رنگ:

رنگ عضله پشتی:

در مقایسه نمونه خام با سایر تیمارها تغییرات شاخصـه L^* که بیانگر روشنایی است نسبت بـه تمـامی تیمارهـا معنادار بود (p<۰/۰۵) که بیشـترین روشـنایی را نمونـه خام داشته و به این ترتیـب در اثـر پخـت، میـزان ایـن شاخصه دست‌خوش تغییر شده و کـاهش یافتـه اسـت. کمترین میزان روشنایی در تیمارهای سرخ شده با پـودر سوخاری دیده شد و در بررسی کلی، نمونه مـایکروویو ٦ دقیقه به دلیل زمان پخت بالا رنگی تیره تـر بـه خـود گرفت (L^*=۵۱/٤۷). در مـورد شاخصـه a^* کـه محـور قرمز/سبز را مشخص مـی‌کـرد، مجـدد نمونـه خـام بـا تغییرات معناداری (p<۰/۰۵) نسبت به تیمارهای مـورد بررسی در سایر روش‌های پخت بود با این تفـاوت کـه در برخی تیمارها مانند سرخ کن ۵ دقیقه، مایکروویو ۲ دقیقه و مایکروویو ٦ دقیقه میزان شاخصـه a^* کمتـر از نمونه خام است و بیشترین شاخصه مربوط به نمونه‌های سـرخ‌شـده بـا آرد سـوخاری بـود کـه بـه واسـطه آرد سوخاری مورد اسـتفاده رنـگ قرمزتـری داشـته اسـت. شاخصه b^* که نشان‌دهندهٔ محور زرد/آبی اسـت نیـز از این قاعده مستثنا نبوده و نمونه خام به‌جز در یک تیمار یعنـی مـایکروویو ٦ دقیقـه کـه تغییـرش معنـادار نبـود (p>۰/۰۵)، در سایر تیمارها تغییرات معنادار را نشان داد (p<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیشـترین رنـگ زرد مربـوط بـه تیمارهای سرخ‌شده همراه با پوشش آرد سوخاری بـوده و کمترین مقدار آن در تیمار اتوکلاو ۱۰ دقیقه مشـاهده گردید. همین روند مشابه در خصوص شاخصه اختلاف رنگ یعنی ΔE ثبت شد (جدول ۲).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

جدول ٢ مقادیر شاخص‌های سه‌گانه L^*, a^*, b^* و تغییرات رنگ (ΔE) عضله پشتی فیله ماهی

تیمار	L^*	a^*	b^*	ΔE
خام	٦٩/٤٥[a]	٢/٤[a]	١٣/٣٣[a]	–
سرخ ٢ دقیقه	٦٨/٦٢[b]	٢/٧٤[a]	١٩/٨٥[b]	٢٦/٥[a]
سرخ ٢ دقیقه + آرد	٤٩/٣٥[c]	٤/٢٥[b]	١٨/١٦[c]	٢٠/٧٥[b]
سرخ ٥ دقیقه	٦٧/٧٧[d]	١/٥[c]	١٨/٥٦[c]	٢٥/٥[a]
سرخ ٥ دقیقه + آرد	٤٢/٠٦[e]	١٥/١٥[d]	٣٠[d]	٣٤/٥[c]
مایکروویو ٢ دقیقه	٥٩/٩[f]	٠/٦٥[e]	١٧/٩٢[e]	١٠/٧٣[d]
مایکروویو ٤ دقیقه	٥٦/١٣[g]	٢/٩٩[a]	١٧/٤٥[e]	١٣/٩٥[e]
مایکروویو ٦ دقیقه	٥١/٤٧[h]	٢/٣[a]	١٣/٤٧[a]	١٧/٩٨[f]
اتوکلاو ٥ دقیقه	٦١/١٣[i]	٢/٦٩[a]	١٧/١١[f]	٢٣/٦٩[g]
اتوکلاو ١٠ دقیقه	٥٥/١٩[j]	٣/٩[f]	١٢/٨٥[g]	١٤/٣٤[h]

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین تیمارهاست ($p<٠/٠٥$)

رنگ عضله شکمی:

در بررسی عضله شکمی دربارهٔ شاخصهٔ L^* نتایج تا حدودی مشابه عضله پشتی بود. در این مقایسه نمونه خام نسبت به سایر تیمارها دارای تغییرات معنادار بود ($p<٠/٠٥$) که بیشترین روشنایی را نمونه خام و کمترین روشنایی را مجدد تیمارهای سرخ‌شده با پودر سوخاری داشت و مانند سنجش شاخصه L^* در عضله پشتی در اینجا هم نمونه مایکروویو ٦ دقیقه کمترین روشنایی را پس از تیمارهای سرخ‌شده با پودر سوخاری نشان داد که برابر با ٥٥/٢ بود. دربارهٔ شاخصه a^* نمونه خام در مقایسه با تمامی تیمارها دارای تغییرات معناداری نبوده است ($p>٠/٠٥$)، تنها در مورد نمونه‌های سرخ‌شده با پودر سوخاری اختلاف کاملاً معناداری ($p<٠/٠٥$) دیده شد که روش پخت و عمل سرخ کردن می‌تواند نتایج را توجیه کند. میزان a^* در نمونه خام به‌جزء در مورد فوق از تمامی تیمارها بیشتر بود و تنها از تیمار مایکروویو شده به مدت ٦ دقیقه که میزان ٢/٦٦ را نشان داد، کمتر است که شاید زمان و روش پخت استفاده شده کمی باعث سوختگی روی سطح فیله شده باشد. در سنجش شاخصه b^* نمونه خام نسبت به تیمارها دارای تغییرات معناداری بوده ($p<٠/٠٥$) به‌طوری که نمونه خام بالاترین میزان b^* را با عدد ٣٦ نشان داده بود و تیمار مایکروویو شده به مدت ٢ دقیقه با مقدار ١٣/١٥ کمترین میزان معیار زرد/آبی را به خود اختصاص داده بود.

در پایان با بررسی مقادیر سه‌گانه L^*, a^*, b^* و تغییرات رنگ (ΔE)، نتایج نهایی نشان می‌دهند بیشترین تغییرات رنگ در عضله شکمی سرخ‌شده در ٥ دقیقه با پودر سوخاری بود که تغییرات رنگ برابر با ٣٥/٨٥ را نشان داد و پس از آن عضله پشتی همین تیمار با تغییرات رنگ ٣٤/٥ قرار دارد. کمترین تغییرات رنگ نیز در عضله پشتی مایکروویو شده در ٢ دقیقه و عضله پشتی تیمار شده در اتوکلاو ١٠ دقیقه رؤیت شد که به‌ترتیب ١٠/٧٣ و ١٤/٣٤ بود (جدول ٣).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal
Vol. 4, No. 1, Spring 2015

جدول ۳ مقادیر شاخص‌های سه‌گانه L^*, a^*, b^* و تغییرات رنگ (ΔE) عضله شکمی فیله

تیمار	L^*	a^*	b^*	ΔE
خام	۷۵/٤^{a}	۱/۷۵^{a}	۳٦^{a}	–
سرخ ۲ دقیقه	۷٤/۵۷^{b}	۱/۱۵^{a}	۱۸/۷٦^{b}	۲۰/۲۵^{a}
سرخ ۲ دقیقه + آرد	۵۳/٦۹^{c}	۱۲/۳۲^{b}	۳۲/٤۵^{c}	۲۲^{b}
سرخ ۵ دقیقه	۷۲/۳^{d}	۰/٤^{c}	۱۵/۱۳^{d}	۲۳/۹۵^{c}
سرخ ۵ دقیقه + آرد	٤۰/٦۷^{e}	۱۵/۲٤^{d}	۲۷/۸^{e}	۳۵/۸۵^{d}
مایکروویو ۲ دقیقه	۷۱/۷۲^{f}	۱/٦٤^{a}	۱۳/۱۵^{f}	۲۵/۲۵^{e}
مایکروویو ٤ دقیقه	٦۳/۹٦^{g}	۰/۱^{c}	۱٤/۱۷^{g}	۲۷/۲٦^{f}
مایکروویو ٦ دقیقه	۵۵/۲^{h}	۲/٦٦^{e}	۲۰/۱۵^{h}	۲۷/۲۳^{f}
اتوکلاو ۵ دقیقه	۷۳/۳۱^{i}	۱/۵۲^{a}	۱۸/٦۹^{b}	۱۷/۲۷^{g}
اتوکلاو ۱۰ دقیقه	۷۱/٤۱^{j}	۰/۸۳^{e}	۱۷/۹۳^{i}	۲۱/۳۷^{h}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p<۰/۰۵$)

ارزیابی بافت:

آزمون برش طبیعی: با بررسی فضای زیر منحنی[2] و میزان برش[3] اعمال‌شده مقدار سختی[4] نمونه‌ها در تیمارهای مختلف در این آزمون به‌دست آمده است. در این آزمون میزان سفتی و نیروی برش طبیعی بافت تیمار شاهد (پخته نشده)، نسبت به سایر تیمارهای پخت، به‌طور معناداری ($p<۰/۰۵$) دارای بالاترین میزان عددی بود. در بین تیمارهای روش پخت نیز تیمارهای سرخ‌شده در مقایسه با سایر تیمارها بافتی سخت‌تری داشت ($p<۰/۰۵$) (جدول ٤). مقایسه روش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش زمان پخت، تیمارها سختی کمتری دارند و تنها در نمونه ٦ دقیقه مایکروویو این روند ملاحظه نشده که شاید خشکی روش پخت باعث سختی بافت نمونه در مدت زمان نسبتاً بالا شده است. در بین روش‌های مختلف پخت، بین دو روش پخت مایکروویو به مدت ۲ دقیقه و ٦ دقیقه با یکدیگر و همچنین بین دو روش پخت مایکروویو به مدت ٤ دقیقه و اتوکلاو به مدت ۵ دقیقه اختلاف معناداری در خصوص میزان سفتی بافت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

جدول٤ نتایج آزمون برش طبیعی نمونه فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

تیمار	سفتی (mJ)	برش نرمال (gr)
خام	٤۵/۲±۲/٤۸^{a}	۱٦۳۵±۵/۸۲^{a}
سرخ ۲ دقیقه	٤۱/۹۵±۲/۳^{b}	۱٤۱۲±٦/۵^{b}
سرخ ۵ دقیقه	٤۰/۳±۲/۹^{c}	۱۲۲٤±٦/۰۹^{c}
مایکروویو ۲ دقیقه	۳٦/۰۵±۳/۱٦^{d}	۱۰٤۳±٤/۳^{d}
مایکروویو ٤ دقیقه	۳۲/۷±۲/۳^{e}	۱۰۲۹±٦/٦^{d}
مایکروویو ٦ دقیقه	۳٦/٤۵±۲/۲^{d}	۱۱۰۳±۵/۰۷^{e}
اتوکلاو ۵ دقیقه	۳۲/۰۵±۱/۳^{e}	۱۰۲٦±۳/٤٤^{d}
اتوکلاو ۱۰ دقیقه	۳۰/۷±۱/۱^{f}	۹۷۰±۲/٤٦^{f}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین تیمارهاست ($p<۰/۰۵$)

تست نفوذ: میزان استحکام فیله ها در تیمارهای مختلف از حاصل‌ضرب عمق و نیروی شکست به‌دست آمد و مورد

2. Toughness
3. Normal Shear
4. Hardness

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

مقایسه قرار گرفت (جدول ۵). نکته قابل ملاحظه این است که در تمامی روش‌های پخت، میزان عددی شاخص‌های نیروی نفوذ و عمق نفوذ پروب به داخل نمونه بالاتر از حد تنظیم شده برای تشخیص با دستگاه بود. به عبارتی با نفوذ هرچه بیشتر پروب به داخل بافت هیچ‌گونه شکستی در بافت نمونه پخته شده ثبت نشد. اما با رسیدن پروب به عمق نفوذ ۸ میلی‌متر که بر اساس ضخامت نمونه برای دستگاه تعریف شده بود، میزان نیروی ثبت شده متفاوت بود. بر اساس داده‌ها، نمونه خام کمترین استحکام را داشته و پس از آن به‌ترتیب تیمارهای اتوکلاو شده به مدت ۵ دقیقه و سرخ شده به مدت ۲ دقیقه استحکام کمتری از خود نشان دادند. بیشترین میزان استحکام مربوط به تیمارهای سرخ شده در ۵ دقیقه و مایکروویو شده در ۲ دقیقه بود.

جدول ۵ نتایج تست نفوذ نمونه فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

تیمار	(mm)عمق شکست	(gr)نیروی شکست	(g.mm)استحکام
خام	۵/۸	۵۳۱	۳۰۷۹/۸
سرخ ۲ دقیقه	>۸	> ۷۶۱/۵	> ۶۰۹۲
سرخ ۵ دقیقه	>۸	>۱۰۵۲/۵	> ۸۴۲۰
مایکروویو ۲ دقیقه	>۸	> ۹۴۲/۵	> ۷۵۴۰
مایکروویو ٤ دقیقه	>۸	> ۷۹۰	> ۶۳۲۰
مایکروویو ٦ دقیقه	>۷/۲۷	>۹۰۰/۵	>۶۵۴۶/۶
اتوکلاو ۵ دقیقه	>۸	> ۸۸۳/۵	> ۷۰۶۸
اتوکلاو ۱۰ دقیقه	>۶/۱۶	> ۸۴۰/۵	>۵۱۷۷/۵

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین تیمارهاست (p<۰/۰۵)

ارزیابی حسی:

ارزیابی حسی در خصوص رنگ، بو، طعم و بافت بررسی شد و با توجه به نمرات ارزیاب‌ها نتایج مذکور در جدول ٦ به‌دست آمد. در این ارزیابی تیمارهای سرخ شده از مقبولیت بهتری نسبت به سایر نمونه برخوردار بود. ذکر این نکته لازم است که با توجه به رنگ، بو و طعم خوشایند غذاهای سرخ کردنی انتظار می‌رفت که از بعد ارزیابی حسی و کیفیت فیزیکی بافت، تیمار سرخ شده در مدت ۵ دقیقه ارجحیت بالاتری نسبت به سایر روش‌های پخت داشته باشد. البته از لحاظ سنجش بافت در بین تست‌کنندگان تیمار اتوکلاو شده در ۱۰ دقیقه مناسب ارزیابی شده، اما به‌دلیل بو و طعم نه چندان مطلوب این دسته از خوراک‌ها (بخارپز) تیمارهای اتوکلاو شده نظر شرکت‌کنندگان را جلب نکرده است. تیمارهای مایکروویو شده در دماهای ٤ و ٦ دقیقه از مقبولیت خوبی نسبت به تیمار ۲ دقیقه برخوردار بودند اما از نظر رنگ نمونه پخته شده در ۲ دقیقه مایکروویو نمره بالاتری در بین تمامی تیمارها به‌دست آورد.

جدول ٦ ارزیابی حسی در بارهٔ رنگ، بو، طعم و بافت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

تیمار	رنگ	بو	طعم	بافت	مقبولیت کلی
سرخ ۲ دقیقه	۷/٤±۰/۹٦^{a}	۷/۷±۰/۷۸^{a}	۸/۱±۰/۵٦^{a}	۷/۷±۱/۰۵^{a}	۷/٦±۰/۵۱^{a}
سرخ ۵ دقیقه	۵/۵±۰/۷^{b}	۸/۱±۰/۷۳^{b}	۸/۷±۰/٤۸^{b}	۸/۵±۰/۷^{b}	۸/۳±۰/٤۸^{b}
مایکروویو ۲ دقیقه	۸/۵±۱/٤^{c}	٦/۵±۱/۰۸^{c}	٦±۰/۹٤^{c}	۷/۸±۰/۹۱^{a}	٦/٦±۰/۸٤^{c}
مایکروویو ٤ دقیقه	٦/۵±۱/۲^{d}	٦/۵±۱/۸٤^{c}	٦/۸±۱/۱^{d}	۷/٤±۱/٤^{c}	۷/۱±۱/۱^{d}
مایکروویو ٦ دقیقه	۷/۵±۰/۸٤^{a}	٦/۸±۰/۹۱^{c}	٦/۵±۱/۳۵^{d}	۷/۱±۱/۱^{d}	۷/۱±۰/۸۷^{d}

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

اتوکلاو ۵ دقیقه	٤/٦±۰/۸٤^{e}	٤/۸±۰/۸۵^{d}	۵/۲±۱/۷۵^{e}	۷/٤±۰/۵^{c}	۵/۹±۰/۷۳^{e}
اتوکلاو ۱۰ دقیقه	۵/٦±۰/۸٤^{b}	۵/۱±۰/۷۳^{e}	۵/٦±۱/۱۷^{e}	۸/۱±۰/۸۷^{e}	٦/٤±۰/۵۱^{c}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین تیمارهاست ($p<۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

افت پخت:

بر اساس مطالعات انجام شده علت افزایش افت پخت انقباض طولی و عرضی، دناتوره شدن و انعقاد پروتئین در طول گرمایش است (Vasanthi et al., 2007). مطالعه Lemos و همکاران (۱۹۹۹) دربارهٔ غوطه‌ور کردن فیله مرغ و ماهی در ترکیبی از آب، فسفاتاز، نمک، ادویه‌جات و آب پرتقال به عنوان پوشش، نشان داد که این نوع تیمار باعث کاهش درصد افت پخت گردید. بنابراین شاید بتوان وجود پوشش پودر سوخاری در تیمارهای سرخ شده را دلیل کاهش درصد افت پخت دانست هرچند که میزان زمان پخت نیز عامل تأثیرگذار بر این روند است به طوری که در مطالعه حاضر افزایش زمان پخت از ۲ دقیقه به ۵ دقیقه در روش سرخ کردن منجر به افزایش افت پخت به میزان ۵/۳ برابر شد. همچنین افزایش افت پخت با استفاده از روش حرارتی مایکروویو و اتوکلاو در فیله در راستای مطالعات صورت گرفته از سوی Barbanti & Pasquini (۲۰۰۵) و Latif (۲۰۰۸) است. در مطالعه‌ای که Mohammad Nisar و همکاران (۲۰۰۹) بر روی بررسی روش‌های پخت مایکروویو، اتوکلاو و آون بر ویژگی‌های کیفی گوشت بوفالو داشتند، بیان کردند که میزان افت پخت به‌ترتیب برای روش‌های ذکر شده در حدود ۱۲ درصد، ۱۳ درصد و ١٤ درصد بود. عمده‌ترین دلیل افت کمتر ناشی از پخت در مطالعه ذکر شده در مقایسه با مطالعه حاضر استحکام بالاتر گوشت قرمز بوفالو در مقایسه با گوشت ماهی قزل‌آلاست. اما این نکته گفتنی است که به هر حال در این روش‌ها افت ناشی از پخت جزء گریزناپذیر از فرایند پخت است. ضمناً Nikmaram و همکاران (۲۰۱۱) احتمال دادند که درصد افت پخت بالا در مایکروویو به علت میدان مغناطیسی بالا، توان بالا و زمان کوتاه است که برای رسیدن به دمای نهایی باعث دناتوراسیون پروتئین، فروپاشی ماتریس بافت، تخریب سریع پروتئین ناشی از شوک حرارتی به پروتئین و در نهایت آزادسازی مقدار زیاد آب و چربی است. در خصوص روش پخت اتوکلاو در زمان ۱۰ دقیقه نیز که منجر به افزایش ۹۰ درصدی افت پخت نسبت به زمان ۵ دقیقه گردید، می‌توان به افزایش تأثیر حرارت در حل نمودن بافت کلاژنی بین قسمت‌های عضلانی فیله اشاره کرد که به ایجاد پدیده Gapping منجر شده و در نتیجه آب آبچک و در نهایت افت ناشی از پخت را تشدید می‌کند.

رنگ:

بر اساس داده‌های به‌دست آمده از دستگاه رنگ سنج در خصوص تغییر شاخص‌های $L\ a\ b$ فیله ماهی قزل‌آلای پخته شده با روش‌های مختلف بیشترین تغییرات نسبت به تیمار شاهد (فیله پخته نشده) در روش سرخ کردن و کمترین تغییرات به‌ترتیب در روش‌های مایکروویو و پخت اتوکلاو به دست آمد. اما بر اساس نتایج به‌دست آمده از ارزیابی حسی رنگ نمونه پخته شده در مایکروویو به مدت ۲ دقیقه بیشترین و نمونه اتوکلاو شده در ۵ دقیقه کمترین مقبولیت را داشت که شاید وجود حوله در مایکروویو و فویل در اتوکلاو به‌عنوان پوشش مانع حرارت‌دهی مستقیم بود و تغییرات رنگدانه به حد زیادی رخ نداد که این اتفاق از دید آزمایش‌کنندگان در خصوص مایکروویو مطلوب و برای اتوکلاو نامطلوب ارزیابی شد. به عبارت دیگر، با مراجعه به جدول ۲ می‌توان به این موضوع پی برد که در روش پخت مایکروویو شاخص زردی رنگ فیله از میزان

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

عددی ۱۳ در تیمار شاهد به حدود ۱۷ رسیده که از دید اعضای ارزیاب این افزایش رنگ زرد مطلوب بود، اما در روش پخت اتوکلاو رنگ زرد تقریباً ثابت بود اما میزان روشنایی بافت از عدد ٦٩ در تیمار شاهد به عدد ٥٥ رسید که این کاهش روشنایی مطلوب اعضای ارزیاب نبوده است. در مطالعه Mohammad Nisar و همکاران (۲۰۰۹) بر اساس امتیازدهی اعضای ارزیاب رنگ گوشت قرمز بوفالوی پخته شده به روش آون از ارجحیت بالاتری نسبت به روش مایکروویو و اتوکلاو برخوردار بود.

آزمون برش طبیعی:

در مطالعه انجام شده از سوی Mallikarjunan و همکاران (۲۰۱۰) مشخص شد که نیروی برشی فیله ماهی قزل‌آلا و میگو در فرایند سرخ کردن افزایش می‌یابد. علت سختی بافت نمونه‌های سرخ‌شده فیله ماهی قزل‌آلا در مطالعه حاضر را شاید بتوان به روش پخت و پودر سوخاری نسبت داد، زیرا پس از برداشتن لایه سوخاری شده بافت زیر پوشش نسبتاً نرم‌تر بود. پوشش پودر سوخاری در اثر سرخ شدن باعث سختی بافت رویی نمونه شده و در نتیجه شاخص سختی عدد غیر واقعی را ثبت می‌کند، زیرا این عدد مرتبط با سختی پوشش است، نه بافت نمونه. قاعدتاً نمونه خام بافتی سخت دارد که بالاترین میزان سختی را نشان داد. در ادامه، فیله‌های پخته شده با مایکروویو بافت نرم‌تری نسبت به نمونه سرخ‌شده داشته‌اند که در بین تیمارهای مایکروویو شده نمونه‌ای که به مدت ٦ دقیقه مورد عمل پرتودهی قرار گرفت، بافت سخت‌تری داشت که با توجه به اینکه رطوبت بیشتری نسبت به سایر تیمارها از دست داده است، می توان سختی آن را توجیه کرد. نرم‌ترین بافت مربوط به تیمارهای اتوکلاو شده به‌ویژه اتوکلاو ۱۰ دقیقه بود که بافتی آبدار داشت که علت آن را می‌توان روش پخت و بخار تحت فشار دانست و با توجه به اینکه این تیمار رطوبت بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت می‌توان نرمی بافت‌شان را با رطوبت بالا توجیه کرد. ویژگی‌های بافت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مانند سختی به‌شدت پس از پخت کاهش یافت. ذکر این نکته ضروری است که انحلال بافت پیوندی به‌وسیله حرارت به تُردیدی گوشت منجر می‌شود درحالی‌که دناتوراسیون میوفیبریل در پروتئین به سفت شدن گوشت منجر شده است (Laakkonenmn, 1972). Nikmaram و همکارانش (۲۰۱۱) گزارش دادند که خواص مکانیکی گوشت پخته‌شده تابع خواص مکانیکی میوفیبریل و شبکه بافت پیوندی هستند. بنابراین کاهش شاخص سختی بافت فیله ماهی به دلیل دناتوره شدن پروتئین‌های ناشی از پخت و همچنین مارپیچی نبودن زنجیره‌های پلی پپتیدی است (Hamm, 1960) که مجموع این عوامل به تغییر خواص مکانیکی بافت و در نهایت شاخص‌های فیزیکی مرتبط با بافت منجر می‌شوند.

تست نفوذ:

بر اساس نتایج به‌دست آمده در خصوص آزمون نفوذ می‌توان بیان داشت که صرف‌نظر از روش پخت به‌کار گرفته شده در این مطالعه، فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پخته شده از ویژگی استحکام بافت بالایی نسبت به نمونه خام برخوردار بود. به عبارتی همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد دستگاه قادر به تشخیص نقطه شکست در فاصله تعریف شده برای دستگاه اندازه‌گیری بافت نبوده و نیروی ثبت شده نیز به‌عنوان نیروی شکست برای هر تیمار متفاوت بود. در مجموع کم‌ترین میزان استحکام یا بهتر بگوییم سفتی بافت مربوط به تیمار سرخ کردن به مدت ۲ دقیقه و مایکروویو کردن به مدت ٤ دقیقه بود، زیرا این دو شاخصه آب کمتری نیز از دست داده و از بافت نرم‌تری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

ارزیابی حسی:

رنگ: شاید تغییرات در اثر فرایند سرخ کردن و وجود آرد سوخاری را بتوان دلیل نمرات بالا در این تست دانست. مطمئناً در نمونه سرخ شده مشاهده رنگ طلایی و جذاب نمونه در نمره‌دهی تأثیرگذار بوده است (Mohammad Nissar et al., 2009).

بو: از آنجایی که ماهی بوی خوشایندی ندارد، بخار پز شدن فیله و حرارت و فشار مرطوب می‌تواند این روند را تشدید کند (Chang et al., 2011) و به همین دلیل روش پخت اتوکلاو آزمایش شده در این مطالعه از مقبولیت بالایی از نظر بوی فیلهٔ حرارت دیده شده برخوردار نبود.

طعم: در مایکروویو خشک شدن سطح نمونه و واکنش میلارد می‌تواند عطر و طعم نمونه را کاهش دهد (Raj et al., 2005) همچنین پخت سریع و آزاد شدن مقدار مواد فرار باعث عدم ایجاد طعم خوشایند در روش مایکروویو می‌شود (Ohlsson and Bengtsson, 2001; Hoda et al., 2002). بنابراین در این مطالعه نیز بنا به دلایل مذکور فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پخته شده به روش مایکروویو در اولویت افراد ارزیاب قرار نگرفت.

بافت: بر اساس نتایج ارزیابی حسی در خصوص بافت فیله ماهی قزل‌آلای پخته شده به سه روش مذکور در این مطالعه، وجود روغن و چربی شاید در جلب رضایت افراد ارزیاب در خصوص نمونه سرخ‌شده در ۵ دقیقه تأثیر داشته است (Mohammad Nisar et al., 2009). در خصوص خشک بودن نمونه‌های مایکروویو شده Sharma و همکاران (۲۰۰۵) در تست بافت گوشت مرغ نیز به همین نتیجه، یعنی خشک شدن بافت نمونه در مایکروویو رسیدند. نکته قابل توجه این که افراد ارزیاب دربارهٔ تیمار پخت اتوکلاو به مدت ۱۰ دقیقه امتیاز بالایی به بافت فیله اختصاص دادند. در این باره ذکر این نکته ضروری است که این تیمار به ازهم پاشیدگی بافت فیله منجر شد اما از سویی دیگر میزان نرمی بافت آن را افزایش داد که دلیل آن را می‌توان ناپایدار شدن ژل پروتئین در اثر حرارت بالا و مرطوب بیان کرد (Pawar et al., 2000). بنابراین امتیاز بالای بافت در تست ارزیاب این مطالعه را می‌توان به معنای قابلیت جویدن آن دانست و نه میزان استحکام یا انسجام بافت آن.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تیمارهای حرارت‌دهی به روش های اتوکلاو، مایکروویو و سرخ کردن فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، استنباط می‌شود که تمامی این روش‌های پخت به تغییرات اساسی در کیفیت بافت فیله منجر می‌شوند. این تغییرات در قالب شاخص‌هایی همچون افت ناشی از پخت و استحکام و سفتی بافت و رنگ فیله در این مطالعه ارزیابی شدند که در خصوص افت ناشی از پخت در فیله ماهی روش سرخ کردن به دلیل کمترین افت از بقیهٔ روش‌ها ارجح‌تر است. کیفیت بافت فیله در قالب آزمون‌های برش طبیعی و نفوذ قابل بیان است که بر این مبنا، نمونه‌های فیله پخته شده در اتوکلاو به دلیل انحلال میزان بالاتری از بافت پیوندی و از هم گسستگی بافت دارای کمترین نیروی برش طبیعی و به عبارتی نرم‌ترین بافت بودند. در خصوص میزان استحکام و یا شاخص سفتی بافت فیله اگرچه میزان عددی این شاخص‌ها در روش سرخ کردن نسبتاً بالا بود، اما در نهایت از بعد ارزیابی حسی و کیفیت فیزیکی بافت فیله ماهی سرخ شده در روغن به مدت ۵ دقیقه از ارجحیت بالاتری برخوردار است.

منابع:

Jafarpour, A. 2012. Surimi and physical characteristics of the gel network. *University of Agricultural Sciences and Natural Resources Surrey.*

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

Latif, S.S., 2008. Effect of marinating on the quality characteristics and microstructure of chicken breast meat cooked by different methods. *Journal of Lucrari Stiintifice*, 54: 314-325. .

Lemos, A., Nunes, D. and Viana, A. 1999. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. *Journal of Meat Science,* 52: 227-234.

Lin, C. and Chang, C.Y. 2005. Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. *Journal of Food Chemistry*, 90: 9-15.

Mallikarjunan, P., Chinnan, M.S. and Balsubramanium, V.M. 1997. Edible coatings for deep fat frying of starchy products. *Journal of Food Science and Technology*, 30: 709 -714.

Mohammad Nisar, P. U., Chatli, M. K., Sharma, D. K. and Sahoo, J. 2009. Effect of cooking methods and fat levels on the physico-chemical processing, sensory of buffalo meat Patties. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences,* 10: 1380-1385.

Nikmaram, P., Yarmand, M.S., Emamjomeh, Z. and Karimi Darehabi, H. 2011. The Effect of Cooking Methods on Textural and Microstructure Properties of Veal Muscle (*Longissimus dorsi)*. *Journal of Global Veterinaria*, 2: 201-207.

Ofstad, R., Kidman, S., Myklebust, R. and Hermansson, A. M. 1993. Liquid holding capacity and structural changes during heating of fish muscle; *(Gadus morhua* L.) and salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Food Structure*, 12: 163-174.

Ohlsson, T. and Bengtsson, N. 2001. Microwave technology and foods. *Advances in Food Nutrition Research*, 43: 66-70.

Pawar, V.D., Khan, F.A. and Agarkar, B. S. 2002. Effect of fat/whey protein concentrate levels and cooking methods on textural characteristics of chevon patties. *Journal of Food Science and Technology,* 39: 429-431.

Pedro, S. and Nunes, M. L. 2007. Reducing salt in seafood products. . In: Kilcast, D., Angus, F) .Eds.), Reducing salt in foods. Practical strategies. Woolhead Publishing Limited., Cambridge, England: pp. 256-282.

Barbanti, D., and Pasquini, M. 2005. Influence of cooking condition on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *LWT-Food Science and Technology,* 38: 895-901.

Bugueno, G., Escriche, I., Martı´nez-Navarrete, N., Del Mar Camacho, M and Chiralt, A. 2003. Influence of storage conditions on some physical and chemical properties of smoked salmon (*Salmo salar*) processed by vacuum impregnation techniques. *Food Chemistry,* 81: 85-90.

Chang, H., Wang, Q., Xu, X., Li, C., Huang, M., Zhou, G . and Dai, Y. 2011. Effect of Heat-Induced Changes of Connective Tissue and Collagen on Meat Texture Properties of Beef Semitendinosus. *International Journal of Food Properties,* 14: 381-396.

Dunajski, E. 1980. Texture of Fish Muscle. *Journal of Texture Studies,* 10: 301-318.

FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy*, 230p.

Hamm, R. 1977. Changes of muscle proteins during the heating of meat. In: Hoyem, T., Kvale, O. (Eds.), Physical, chemical and biological changes in food caused by thermal processing. *Applied Science publishers Limited, London, England* .

Hoda, I.S., and Srivastava, A. K. 2002. Effect of microwave oven processing, hot air oven cooking, curing and polyphosphate treatment on physico-chemical, sensory and textural characteristics of buffalo meat products *Journal of Food Science and Technology*, 39: 240-245.

Iranian Fisheries Organization Statistical Year Book, 2010. *Fisheries Statistics of Iran*.

Jafarpour, A. and Gorczyca, E.M. 2008. Alternating Techniques for Producing a Quality Surimi and Kamaboko from Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Food Science,* 73: E415-E424.

Laakkone, E. 1972. Factors affecting tenderness during heating of meat. . *Advances in food Research,* 20: 257-323.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

Raj, R., Sahoo, J., Karwasra, R.K. and Hooda, S. 2005. Effect of ginger extract and clove powder as natural preservatives on the quality of microwave oven cooked chevron patties. *Journal of Food Science and Technology,* 42: 362-364.

Runglerdkriangkrai, J., Banlue, K. and Raksakulthai. N. 2008. Quality of fish ball from surimi as affected by starch and sterilizing conditions. . *Kasetstar university fisheries research bulletin,* 32: 39-47.

Sharma, D. P., Panda, P. C. and Ahlawat, S. S. 2005. Effect of additives and microwave cooking on quality of spent chicken meat patties. *Journal of Food Science*, 42: 35-39.

Tang, X. Y., Cronin, D. A. and Brunton, N. P. 2005. The effect of radio frequency heating on chemical, physical and sensory aspects of quality in turkey breast rolls. . *Food Chemistry*, 93: 1-7.

Tornberg, E. 2005. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. Meat Science 70: 493-508

Vasanthi, C., Venkataramanujam, V. and Dushyanthan, K. 2006. Effect of cooking temperature and time on the physico-chemical, histological and sensory properties of female carabeef (buffalo) meat. *Journal of Meat Science,* 76: 274-280.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 4, No. 1, Spring 2015

Effects of cooking methods on physical properties and sensory evaluation of rainbow trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*)

Ali Jafarpour[1*], Mohamad Razmi[2], Hami Kavousi[3]

1- Asst. Prof. Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2-M.Sc Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Ayatollah Amoli

3- Asst. Prof., Department of Microbiology, Science and Research Branch of Ayatollah Amoli, Islamic Azad University

Received: 28.05.2014 Accepted: 18.01.2015

[*]Corresponding author: a.jafarpour@sanru.ac.ir

Abstract

The effects of cooking methods on sensory attributes and physical properties (firmness, normal shear, cooking loss and color based on *L**, *a** and *b**) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* fillet was investigated. The study was based on application of autoclavingat 120 °C for 5 and 10 minutes, deep frying of the flour coated fillet at 180 °C for 2 and 5 minutes and microwaving at 600 watt for 2, 4 and 6 minutes. Cooking loss significantly differed among the cooking methods, the highest of which occurred in 6 minute microwaved treatment. The highest and the least color changes were, respectively, recorded in coated fillet fried for 5 minute and for 2 minute microwaved fillet treatment. In terms of normal shear results, control and 2 minute fried fillet treatment had the hardest tissue, respectively. Also the penetrate tests revealed a significant difference between control and other treatments ($p< 0.05$) as the hardest tissue was the one that fried for 5 minute and the softest one was the control. However, the highest score was allocated to the fried and 6 minute microwaved treatments by the panelists. Based on the sensory evaluation, fillet fried for 5 minute was found as a preferred cooking method.

Keywords: Rainbow trout fillet, Cooking loss texture, Color, Sensory evaluation

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-01]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.8.6]