تاثیر صمغ فارسی، کنسانتره پروتئین آب پنیر، دما و زمان سرخ کردن بر برخی ویژگی‌های گوشت بوقلمون سرخ شده

بهاره کریمیان سیچانی[a]، محمد فاضل[b*]

[a] *دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران*
[b] *استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۲
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1400.18.4.6.6

چکیده

مقدمه: پوشش‌دهی با پروتئین‌ها و صمغ‌ها راهکاری برای کاهش میزان جذب روغن در غذاهای سرخ شده می‌باشد. هدف از این پژوهش ارزیابی اثر دما و زمان سرخ کردن و غلظت‌های مختلف صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوشت بوقلمون سرخ شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ویژگی فیزیکوشیمیایی گوشت بوقلمون پوشش داده شده با غلظت‌های مختلف صمغ فارسی (۱ و ۲٪) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (۵ و ۱۰٪) پس از سرخ کردن به مدت ۵، ۷ و ۹ دقیقه در دمای ۱۴۰ و ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد در ۳ تکرار طبق استاندارد ملی بررسی شد.

یافته‌ها: افزایش دمای سرخ کردن سبب افزایش میزان افت وزن، چربی، سفتی، شاخص a* و کاهش میزان رطوبت و شاخص‌های L* و b* گردید ($p<۰/۰۵$). همچنین با افزایش غلظت صمغ فارسی، کاهش میزان افت وزن و افزایش میزان رطوبت و سفتی بافت در نمونه مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). افزایش غلظت صمغ فارسی تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی و شاخص‌های رنگ نمونه نداشت. افزایش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز سبب کاهش افت وزن و چربی در نمونه و افزایش شاخص a* و b* شد ($p<۰/۰۵$) ولی بر میزان رطوبت، سفتی بافت و شاخص L* تاثیر معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: پوشش‌دهی با صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر اثر قابل توجهی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محصول سرخ شده دارد.

واژه‌های کلیدی: *افت رطوبت، جذب روغن، سرخ کردن، صمغ فارسی، کنسانتره پروتئین آب پنیر، گوشت بوقلمون، ویژگی‌های بافتی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: mfazeln@yahoo.com

مقدمه

سرخ کردن یکی از روش‌های متداول آماده سازی مواد غذایی می‌باشد. ویژگی‌های منحصر به فرد مواد غذایی سرخ شده مانند عطر و طعم و ظاهر مطلوب، تنوع محصولات و زمان‌بری پایین این روش پخت، باعث افزایش روزافزون مصرف این دسته از مواد غذایی شده است (Garcia *et al*., 2002). میزان بالای جذب روغن در حین سرخ کردن مشکل عمده فراورده‌های سرخ کردنی از دیدگاه تغذیه‌ای و سلامت می‌باشد (Salvador *et al*., 2005). محققان به دنبال یافتن راهکارهایی برای کاهش میزان جذب روغن در غذاهای سرخ شده می‌باشند، بدون اینکه تاثیر منفی بر طعم، بافت و رنگ ماده غذایی داشته باشد. در بین این روش‌ها، پوشش‌دهی با پروتئین‌ها و صمغ‌ها جایگاه ویژه‌ای در تولید محصولات سرخ کردنی پیدا نموده است (Fiszman & Salvador., 2003). به‌طوری که تاکنون، فرمولاسیون‌های مختلفی از صمغ‌ها و پروتئین‌ها از جمله متیل سلولز (Soorgi *et al*., 2012)، هیدروکسی متیل سلولز (Holownia *et al*., 2000)، دکسترین و تخم مرغ (Baixauli *et al*., 2003) جهت پوشش‌دهی و کاهش بیشتر جذب روغن و اثرگذاری فرمولاسیون بر سینتیک جذب روغن و دفع رطوبت در محصولات غذایی مورد مطالعه قرارگرفته‌اند.

در اثر حرارت دادن پروتئین‌های شیر و واکنش‌های تیول–دی‌سولفید و اکسایش تیول، اتصالات عرضی ایجاد می‌شود و پوششی مناسب تولید می‌گردد (Kaya & Kaya., 1999). به طور کلی خاصیت ممانعت کنندگی پروتئین‌های آب پنیر نسبت به نفوذپذیری اکسیژن، روغن و ترکیبات فرار معطره در رطوبت‌های نسبی کم تا متوسط مطلوب است؛ از این رو بیشتر در فرآورده‌های غذایی با رطوبت اندک به کار برده می‌شوند. به دلیل ممانعت خوب در برابر نفوذ مواد چرب، استفاده از آنها به عنوان لایه جداکننده بخش روغنی از سایر بخش‌ها در غذاهای چندجزئی غنی از روغن معمول است (Mortazavian *et al*., 2010). Freitas و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تاثیر استفاده از پوشش‌های خوراکی از سه هیدروکلوئید مختلف (پکتین، پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا) در حین فرآیند سرخ کردن عمیق از محصولات فریز شده پیش سرخ شده که از کاساوا تهیه شده بود، پرداختند. آن‌ها گزارش نمودند که نفوذ پذیری نسبت به بخار آب، حلالیت آب و ضخامت فیلم به طور مستقیم، متناسب با غلظت فیلم‌ها بود. پروتئین آب پنیر، بهترین نتیجه را با توجه به جذب چربی نشان داد و کاهش ۲۷ درصدی جذب چربی را برای محصولات پوره کاساوا ارائه داد.

صمغ فارسی، صمغ ترشحی شفافی است که از درخت *آمیگدالوس اسکوپاریا اسپاچ* (گونه‌ای بادام کوهی به نام *ارژن*) از خانواده گلسرخیان به‌دست می‌آید. صمغ فارسی پلی ساکاریدی محلول در آب با قدرت بالای جذب آب می‌باشد. این صمغ دارای کاربردهای غذایی و صنعتی زیادی می‌باشد (Rahimi *et al*., 2012). Ojagh و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی اثر هیدروکلوئیدهای مختلف شامل کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، صمغ فارسی و زانتان در مقادیر ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر میزان جذب روغن و خواص کیفی میگو پس از فرآیند سرخ کردن پرداختند. آنها مشاهده نمودند که پوشش‌های هیدروکلوئیدی باعث کاهش میزان جذب روغن و حفظ بیشتر رطوبت در میگوهای سرخ شده شدند.

بررسی منابع نشان‌دهنده اثر مطلوب پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی در کاهش جذب روغن و بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی محصولات می‌باشد. از آنجایی که تاکنون از صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر برخی ویژگی‌های گوشت بوقلمون سرخ شده استفاده نشده است، بنابراین در این مطالعه، تاثیر صمغ فارسی، کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، دما و زمان سرخ‌کردن بر برخی ویژگی‌های گوشت بوقلمون سرخ شده بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

- تهیه و آماده‌سازی نمونه

- آماده‌سازی گوشت بوقلمون

گوشت بوقلمون مورد نیاز به صورت تازه از بازار مرغ و ماهی اصفهان تهیه و توسط یک قالب به قطر ۴۰ میلی‌متر، نمونه‌های یک شکل و یک اندازه با ضخامت ۱۵ میلی‌متر آماده گردید.

- آماده کردن محلول‌های پوششی

صمغ‌فارسی از بازار محلی خریداری گردید و پس از جداسازی مواد زائد، به وسیله هاون پودر شد. پس از عبور از

سری الک‌های آزمایشگاهی، ذرات کوچک‌تر از ۲۵۰ میکرون جداسازی و جمع‌آوری گردیدند. سپس جهت آماده‌سازی محلول پوششی، پودر صمغ فارسی در دو غلظت ۱ و ۲ درصد (وزنی/حجمی) و پودر پروتئین آب پنیر (هیلمار، آمریکا) در دو غلظت ۵ و ۱۰ درصد (وزنی/حجمی) در آب مقطر به کمک دستگاه همزن مغناطیسی (آلفا-D ۵۰۰، ایران) در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه حل شدند تا به یک پراکندگی همگن دست یابند (Jamshidi *et al*., 2018).

محلول‌های پوشش استفاده شده در این پژوهش عبارت بودند از:

۱- محلول حاوی ۱٪ صمغ فارسی و ۵٪ پروتئین آب پنیر (G1W5)

۲- محلول حاوی ۱٪ صمغ فارسی و ۱۰٪ پروتئین آب پنیر (G1W10)

۳- محلول حاوی ۲٪ صمغ فارسی و ۵٪ پروتئین آب پنیر (G2W5)

۴- محلول حاوی ۲٪ صمغ فارسی و ۱٪ پروتئین آب پنیر (G2W10)

- پوشش‌دهی و سرخ کردن

نمونه‌ها به مدت ۱ دقیقه در ترکیب هر دو پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) غوطه‌ور گردیدند. سپس تکه‌های نمونه در پودر سوخاری آماده شده (شامل ۹۳ درصد آرد گندم، ۴ درصد نمک، ۱درصد فلفل و ۲ درصد پودر سیر) به مدت ۱۵ ثانیه قرار گرفتند. نمونه‌های پوشش داده شده در دمای ۱۴۰ و ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد در طی زمان ۵، ۷ و ۹ دقیقه در داخل سرخ کن (فوما-FU-843، ژاپن) سرخ شدند (Garcia *et al*., 2002).

- آزمون‌های شیمیایی

- جذب پوشش

نمونه‌ی خام (بدون پوشش) توزین شده به مدت ۱ دقیقه در محلول‌های پوششی صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر غوطه‌ور و سپس مجددا توزین (ترازوی سارتوریوس-TE1502S ، آلمان) گردید و بر اساس رابطه (۱) میزان جذب محلول صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر (جذب محلول پوشش) محاسبه شد. سپس نمونه در آرد سوخاری غلطانیده و مجددا توزین شد. با استفاده از رابطه (۲) میزان جذب آرد سوخاری محاسبه شد (Mohebbi *et al*., 2017).

رابطه (۱)

$$\text{جذب محلول پوشش}(\%) = \left(\frac{\text{وزن نمونه خام} - \text{وزن بعد از غوطه وری درون محلول}}{\text{وزن نمونه خام}}\right) \times 100$$

رابطه (۲)

$$\text{جذب آرد سوخاری}(\%) = \left(\frac{\text{وزن نمونه خام} - \text{وزن بعد از قرار گرفتن در آرد سوخاری}}{\text{وزن نمونه خام}}\right) \times 100$$

- اندازه گیری درصد افت وزن

میزان کاهش وزن نمونه‌ها با وزن کردن نمونه‌ها قبل و بعد از سرخ کردن (۵ دقیقه بعد از اتمام سرخ کردن) توسط یک ترازوی دیجیتال (سارتوریوس-TE1502S، آلمان) مطابق رابطه (۳) محاسبه گردید (Tamsen *et al*., 2018).

رابطه(۳)

$$\text{افت وزن}(\%) = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_0}\right) \times 100$$

m_0= وزن اولیه نمونه بدون پوشش بر حسب گرم،

m_1= وزن نمونه پوشش داده شده قبل از سرخ شدن برحسب گرم،

m_2= وزن نمونه پوشش داده شده بعد از سرخ شدن برحسب گرم.

- محتوای رطوبت

مقدار ۴ گرم نمونه هموژن شده در هاون دستی را توزین کرده و سپس بر روی کاغذ صافی توزین شده قرار داده و مجددا توزین شد. سپس در پلیت به وزن ثابت رسیده قرار داده و به مدت ۳ ساعت در آون (بهداد-۳۴۹۳، ایران) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از خنک شدن نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دسیکاتور، نمونه‌ها توزین شدند و پس از ثابت شدن وزن، میزان رطوبت برحسب درصد با استفاده از رابطه (۴) به دست آمد (Khazaei *et al*., 2016).

رابطه (۴)

$$\text{محتوای رطوبت}(\%) = (\frac{w_1 - w_2}{w_0}) \times 100$$

W_0= وزن نمونه بر حسب گرم،

W_1= مجموع وزن پلیت و کاغذصافی و نمونه قبل از قرار گیری در آون برحسب گرم،

W_2 = مجموع وزن پلیت و کاغذصافی و نمونه بعد از قرار گیری در آون برحسب گرم.

- اندازه‌گیری درصد چربی

مقدار ۲/۵-۱/۵ گرم نمونه‌ی خشک شده‌ی در آون، در تیمبل قرار گرفته و سپس تیمبل‌ها در استوانه‌های دستگاه سوکسله (پکو-PDU-500SI ، ایران) قرار داده شد. استخراج روغن با استفاده از حلال پترولیوم اتر (دکتر مجللی، ایران) داخل استوانه‌های دستگاه سوکسله انجام شد. استخراج و جداسازی، به روش سیرکولاسیون حلال بر روی نمونه‌ها و حل کردن چربی آن بود. پس از استخراج و خارج کردن استوانه‌ها از دستگاه، به منظور تبخیر رطوبت و باقی مانده حلال به مدت یک ساعت در آون (بهداد-۳۴۹۳، ایران) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. میزان روغن بر مبنای وزن خشک مطابق رابطه (۵) محاسبه گردید (Khazaei *et al*., 2016).

رابطه (۵)

$$\text{چربی}(\%) = (\frac{f_1 - f_2}{f_0}) \times 100$$

f_0= وزن ماده خشک داخل تیمبل بر حسب گرم،

f_1= مجموع وزن استوانه و چربی باقی مانده در آن برحسب گرم،

f_2= وزن استوانه برحسب گرم.

- بافت سنجی گوشت

آزمون بافت سنجی با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (سانتام-STM20، ایران) انجام شد. به این ترتیب که نمونه‌های سرخ شده بعد از خنک شدن به مدت ۳۰ دقیقه، به روش کاتینگ توسط دستگاه بافت سنج برش داده شدند. ضخامت پروب ۰/۳ میلی‌متر و سرعت حرکت آن ۶۰ میلی‌متر بر ثانیه در نظر گرفته شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای برش محصول با توجه به منحنی نیرو- جابه‌جایی بر حسب نیوتن گزارش شد (Khazaei *et al*., 2016).

- آزمون رنگ

ارزیابی رنگ بر روی نمونه‌های سرخ شده (۱۵ دقیقه بعد از اتمام فرایند سرخ شدن)، با استفاده از دستگاه محفظه نوری و نرم‌افزار Image J انجام گرفت و شاخص‌های رنگ برحسب مقادیر (L*، a* و b*) گزارش شد (Yousefzadeh-Sani *et al*., 2015).

- طرح آماری مورد استفاده و روش آنالیز نتایج

به منظور بررسی تاثیر صمغ فارسی، کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، دما و زمان سرخ کردن بر ویژگی‌های تحت بررسی گوشت بوقلمون سرخ شده، آزمایش‌ها در قالب آزمون فاکتوریل به‌وسیله طرح کاملاً تصادفی با ۴ متغیر شامل ۲ سطح دمای سرخ کردن (۱۴۰ و ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد)، ۳ سطح زمان سرخ کردن (۵، ۷ و ۹ دقیقه)، ۲ سطح غلظت محلول صمغ فارسی (۱ و ۲ درصد) و ۲ سطح غلظت کنسانتره پروتئین آب‌پنیر (۵ و ۱۰ درصد) در ۳ تکرار انجام شد. جهت تجزیه آماری داده‌های به دست آمده از نرم افزار SPSS 18.0 استفاده گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با روش LSD انجام گردید.

یافته‌ها

- جذب پوشش

با توجه به نمودار ۱، با افزایش غلظت صمغ فارسی، میزان جذب محلول پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) و جذب آرد سوخاری افزایش یافت ($p<۰/۰۱$) که البته این افزایش در جذب آرد سوخاری معنی‌دار نبود. همچنین در این مطالعه، افزایش سطح کنسانتره پروتئین آب‌پنیر باعث افزایش نسبی جذب محلول پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) و جذب پوشش آرد سوخاری گردید ($p<۰/۰۱$) که البته این افزایش در جذب محلول پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) معنی‌دار نبود (نمودار ۱).

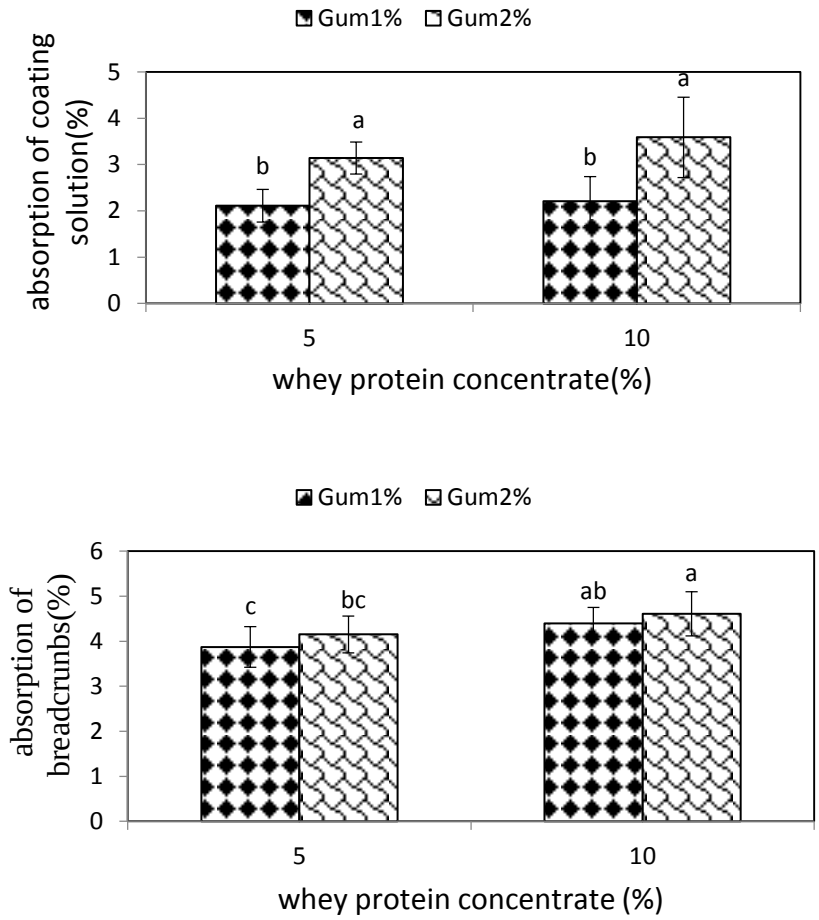

Figure 1. Interaction of whey protein concentrate and Persian gum on coating solution uptake (%) and bread flour uptake (%).
Different letters indicate significant difference (p<0.05).

نمودار ۱- اثر متقابل پروتئین آب پنیر و صمغ فارسی بر میزان جذب محلول پوشش (٪) و جذب آرد سوخاری (٪)
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

- افت وزن

در تمامی نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ‌کردن میزان افت وزن افزایش یافت ($p<۰/۰۱$). همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد تیمارهای G1W5، G1W10 و G2W5 از لحاظ میزان افت وزن تفاوت معنی‌داری نداشتند اما نسبت به تیمار G2W10 افت وزن بیشتری ($p<۰/۰۱$) را دارا بودند (نمودار ۲). در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز تیمارهای G1W5 و G1W10 از لحاظ میزان افت وزن تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند اما با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان افت وزن کاهش معنی‌داری پیدا نمود ($p<۰/۰۱$)، به گونه‌ای که تیمار G2W10 و پس از آن G2W5 افت وزن کمتری ($p<۰/۰۱$) را نسبت به سایر نمونه‌ها دارا بودند (نمودار ۲).

- محتوای رطوبت

همان‌گونه که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان رطوبت کاهش یافت که البته این کاهش تنها در تیمارهای G1W5 و G1W10 معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). در این پژوهش مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان رطوبت افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار نبود (نمودار ۳). در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش غلظت صمغ فارسی و

پروتئین آب پنیر میزان رطوبت افزایش یافت البته تیمارهای G1W5، G1W10 و G2W5 از این لحاظ تفاوت معنی‌داری نداشتند و این افزایش تنها در تیمار G2W10 نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار (p<۰/۰۵) بود (نمودار ۳).

- درصد چربی

در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) افزایش دمای سرخ کردن تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی نمونه نداشت. همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان چربی کاهش یافت که تیمارهای G1W5 و G1W10 از لحاظ میزان چربی تفاوت معنی‌داری نداشتند اما نسبت به تیمار G2W10 چربی بیشتری (p<۰/۰۱) را دارا بودند (نمودار ۴). در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان چربی کاهش یافت. البته این کاهش تنها در تیمار G2W10 نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار (p<۰/۰۱) بود (نمودار ۴).

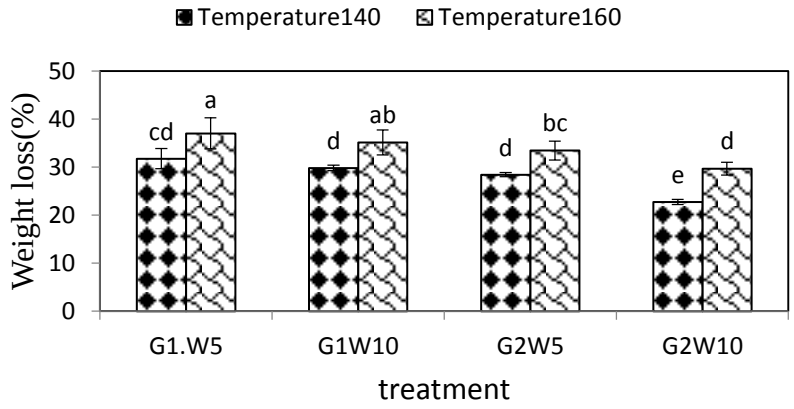

Figure 2. Interaction of whey protein concentrate and Persian gum on weight loss (%).

Different letters indicate significant difference (p<0.05).

نمودار ۲- اثر متقابل کنسانتره پروتئین آب پنیر- صمغ فارسی- دما بر تغییرات افت وزن (٪)

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

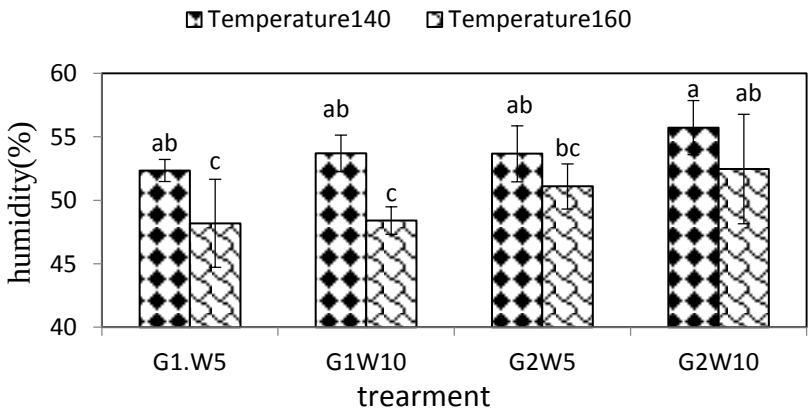

Figure 3. Interaction of whey protein concentrate and Persian gum on moisture content (%).

Different letters indicate significant difference (p<0.05).

نمودار ۳- اثر متقابل کنسانتره پروتئین آب پنیر- صمغ فارسی- دما بر تغییرات رطوبت (٪)

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

- بافت

همان‌گونه که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان سفتی بافت نمونه افزایش یافت که البته این افزایش تنها در تیمار G1W10 و G2W10 معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان سفتی بافت نمونه‌ها افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار گزارش نشد (نمودار ۵). در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان سفتی بافت نمونه‌ها افزایش یافت که البته این افزایش تنها در تیمار G2W10 معنی‌دار (p<۰/۰۵) بود (نمودار ۵).

- خصوصیات رنگ

- شاخص L*

همان‌گونه که در نمودار (۶-الف) مشاهده می‌شود، با افزایش دمای سرخ کردن میزان شاخص L* نمونه و به عبارتی میزان روشنایی آن کاهش پیدا نمود و این کاهش تنها در تیمار G1W5 معنی‌دار بود (p<۰/۰۱) و در سایر نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) این کاهش معنی‌دار گزارش نشد. همچنین مشاهده گردید که کلیه تیمارها در دمای ۱۴۰ و همچنین ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر از لحاظ میزان شاخص L* و روشنایی تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند (نمودار ۶-الف).

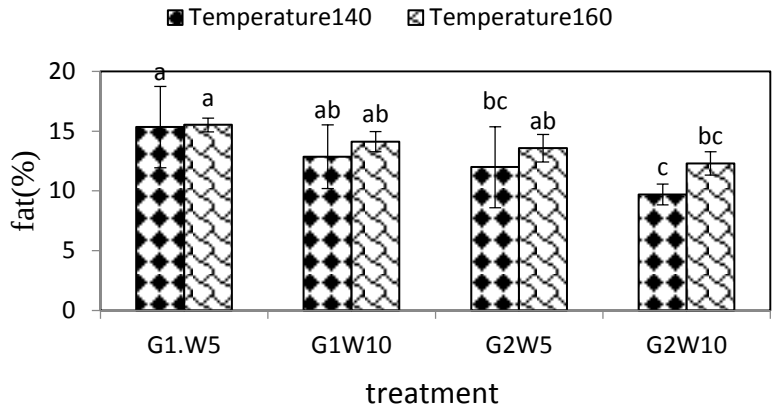

Figure 4. Interaction of whey protein concentrate and Persian gum on fat content (%).
Different letters indicate significant difference (p<0.05).

نمودار ٤- اثر متقابل کنسانتره پروتئین آب پنیر- صمغ فارسی- دما بر تغییرات میزان چربی (٪)
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

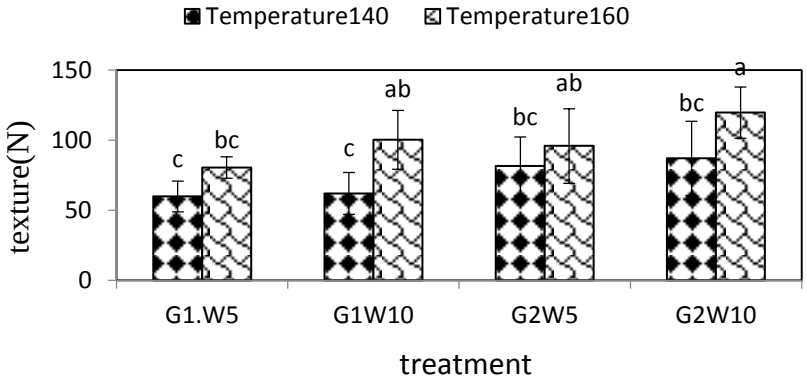

Figure 5. Interaction of whey protein concentrate and Persian gum firmness (N).
Different letters indicate significant difference (p<0.05).

نمودار ۵- اثر متقابل کنسانتره پروتئین آب پنیر- صمغ فارسی- دما بر تغییرات سفتی بافت (نیوتن)
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

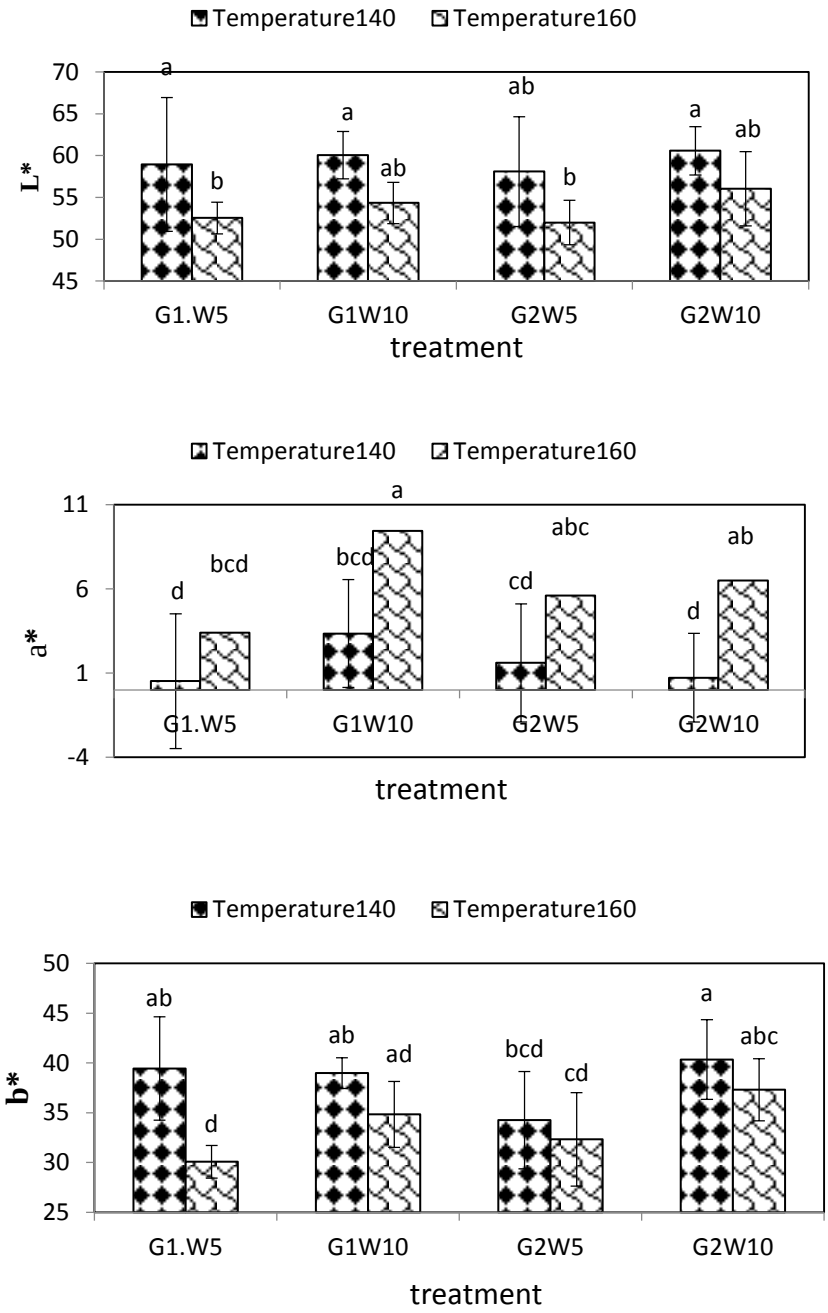

Figure 6. Interaction of whey protein concentrate and Persian gum on L*, a* and b*.
Different letters indicate significant difference (p<0.05).

نمودار ٦- اثر متقابل کنسانتره پروتئین آب پنیر- صمغ فارسی- دما بر تغییرات شاخص‌های رنگ نمونه
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

- شاخص a*

همان‌گونه که در نمودار (۶-ب) مشاهده می‌شود، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان شاخص a* نمونه و به عبارتی قرمزی نمونه افزایش یافت که البته این افزایش تنها در تیمار G1W10 و G2W10 معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد کلیه تیمارها از لحاظ میزان شاخص a* و قرمزی تفاوت معنی‌داری نداشتند (نمودار ۶-ب). در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز کلیه تیمارها به غیر از تیمار

G1W10 در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ میزان شاخص a* و قرمزی تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند (نمودار ۶–ب).

- شاخص b*

همان‌گونه که در نمودار (۶–ج) مشاهده می‌شود، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان شاخص b* نمونه و به عبارتی زردی نمونه کاهش یافت که البته این کاهش تنها در تیمار G1W5 معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد تنها تیمار G2W10 تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۱) از لحاظ میزان شاخص b* با سایر تیمارها داشتند (نمودار ۶–ج). در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر شاخص b* نمونه‌ها افزایش یافت به گونه‌ای که این افزایش تنها در تیمار G2W10 معنی‌دار گزارش شد (p<۰/۰۱) و سایر تیمارها از لحاظ میزان شاخص b* تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند (نمودار ۶–ج).

بحث

- جذب پوشش

میزان جذب پوشش توسط ماده غذایی، شاخصی برای بیان مقدار پوشش چسبیده به سطح ماده غذایی است (Mahdavianmehr *et al*., 2015) و می‌تواند بر بازدهی محصول و کیفیت محصول نهایی تأثیرگذار باشد (Albert *et al*., 2009). دراین پژوهش همان گونه که بیان شد با افزایش غلظت صمغ فارسی، میزان جذب محلول پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) و جذب آرد سوخاری افزایش یافت که البته این افزایش در جذب آرد سوخاری معنی‌دار نبود. دلیل این امر، بالا بودن ضریب قوام این فرمول در اثر افزودن هیدروکلوئید و ایجاد مقاومت به جریان بالاتر در مرحله چکانیدن بوده که در نتیجه لایه‌ی ضخیم‌تری از پوشش بر سطح محصول باقی مانده است. Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهشی که بر انتقال جرم طی فرایند سرخ کردن عمیق ناگت مرغ پوشش داده شده با خمیرآبه حاوی صمغ قدومه شهری و ایزوله پروتئین سویا انجام دادند، بیشترین میزان جذب پوشش را در نمونه‌های پوشش‌دار شده با فرمول حاوی غلظت بالای صمغ مشاهده کردند.

همچنین مشاهده گردید که افزایش سطح کنسانتره پروتئین آب پنیر باعث افزایش نسبی جذب محلول پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) و جذب پوشش آرد سوخاری گردید که البته این افزایش در جذب محلول پوشش (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) معنی‌دار نبود. Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۵) نیز مشاهده نمودند که با افزایش سطح ایزوله پروتئین سویا میزان جذب پوشش افزایش یافت. آنها دلیل این امر را بالاتر بودن ضریب قوام در خمیرآبه حاوی ایزوله پروتئین سویا دانستند. چرا که این عامل کیفی با قوام خمیرآبه همبستگی مستقیم دارد، بنابراین با افزایش قوام، خمیرآبه بیشتری بر سطح ماده غذایی باقی ماند.

- افت وزن

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با به وجود آوردن یک غشا نیمه تراوا که مانعی در تبادل گازها و بخار آب محسوب می‌شود، سبب کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و خروج آب می‌شوند (Baldwin *et al*., 1995). همان‌گونه که مشاهده گردید، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان افت وزن افزایش یافت. این امر می‌تواند ناشی از افزایش ویسکوزیته‌ی خمیرآبه پوشش در اثر حرارت و افزایش فرآیند تبخیر و دفع بیشتر رطوبت طی سرخ کردن در نمونه‌های پوشش داده شده باشد (Mahdavianmehr *et al*., 2015) که این نتایج با نتایج Krokida و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت.

همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد تیمارهای G1W5، G1W10 و G2W5 از لحاظ میزان افت وزن تفاوت معنی‌داری نداشتند اما نسبت به تیمار G2W10 افت وزن بیشتری را دارا بودند. در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز تیمارهای G1W5 و G1W10 از لحاظ میزان افت وزن تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند اما با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان افت وزن کاهش معنی‌داری پیدا نمود، به گونه‌ای که تیمار G2W10 و پس از آن G2W5 افت وزن کمتری را نسبت به سایر نمونه‌ها دارا بودند. در حقیقت،

صمغ‌ها به دلیل خاصیت ممانعت کنندگی در برابر خروج رطوبت در حین فرآیند سرخ کردن، موجب کاهش میزان افت وزن می‌گردند که ناشی از توانایی آنها در ایجاد پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب و بـه عبارتی محبوس کردن مولکول‌های آب می‌باشد که این امر منجر به جلوگیری از خروج رطوبت در طی فرآیند سرخ کردن می‌گردد (Farajzadeh *et al*., 2012). Hsia و همکاران (۱۹۹۲) نیز با بررسی تأثیر استفاده از هیدروکلوئیدها در ناگت مرغ به این نتیجه رسیدند که زانتان موجب کاهش افت وزن فرآورده گردید. Stuchell و Krochta (۱۹۹۵) هم نشان دادند که پوشش‌های خوراکی پـروتئین آب پنیر و منوگلیسرید استیله بر افت رطوبت ماهی سالمون اثر داشتند و طی دوره نگهداری پوشش خوراکی حاوی منوگلیسرید استیله بـه تنهایی و همراه با پروتئین آب پنیر در کاهش افت رطوبت موثر بود.

- محتوای رطوبت

دفع رطوبت و جذب روغن دو فراینـد اصلی انتقـال جـرم طی سرخ کردن عمیق مواد غذایی محسوب می‌شوند. سرعت این فرایندها به طور مستقیم تابع دما و زمان سرخ کردن می‌باشد (Ngadi *et al*., 2007). همان‌گونه مشاهده گردید، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان رطوبت کاهش یافت که البته این کاهش تنها در تیمارهای G1W5 و G1W10 معنی‌دار بود. این نتایج با نتایج Krokida و همکاران (۲۰۰۰) در خصوص خلال‌های سیب‌زمینی سرخ‌شده مطابقت داشت. به عبارتی افزایش دمای سرخ کردن، به دلیل اثرگذاری درجه حرارت بر ویسکوزیته پوشش و افزایش میزان حذف خمیرآبه از سطح نمونه طی مرحله چکانیدن، موجب کاهش ضخامت پوسته و در نتیجه تضعیف ویژگی ممانعت کنندگی پوسته و تسهیل فرآیند تبخیر طی سرخ کردن می‌شود (Mahdavianmehr *et al*., 2015).

در این پژوهش مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب‌پنیر میزان رطوبت افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار نبود. در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان رطوبت افزایش یافت البته تیمارهای G1W5، G1W10 و G2W5 از این لحاظ تفاوت معنی‌داری نداشتند و این افزایش تنها در تیمار G2W10 نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. در بیان علت آن می‌توان گفت که توانایی صمغ‌ها در نگهداری آب ناشی از ایجاد پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب و ایجاد مانع در مقابل خروج رطوبت است که این امر موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب تیمارها شده و از تبخیر در هنگام فرایند سرخ کردن جلوگیری می‌نماید (Farajzadeh *et al*., 2012). Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها با افزایش درصد جایگزینی صمغ قدومه شهری به ۰/۵ و ۱ درصد در فرمول پوشش ناگت‌های مرغ سرخ شده، شاهد افزایش ۳۱ و ۳۵ درصدی در محتوای رطوبت نمونه‌ها فرایند سرخ کردن بودند. آنها همچنین بیان نمودند که توانایی بالای پروتئین-ها در جذب آب و نگهداری رطوبت و در نتیجه ایجاد شبکه فیلم مانند سه بعدی از طریق ایجـاد پیوندهای کوالانسی قوی باعث ایجاد یک سد قوی درمقابل خروج رطوبت و تبخیر در حین فرایند سرخ کردن می‌شود.

نتایج حاصل از افت وزن بوقلمون‌های سرخ شده با نتایج به دست آمده از محتوای رطوبت نمونه‌ها مطابقت داشت و حاکی از آن بود که هم‌بستگی منفی میان دو فاکتور افت وزن و محتوای رطوبت در بوقلمون‌های سرخ شده وجود داشت، به گونه‌ای که افزایش افت وزن منجر به کاهش رطوبت در نمونه‌ها گردید.

- درصد چربی

فرآورده‌های سوخاری به دلیل فرآیند سرخ شدن در روغن و جذب روغن، محتوای چربی بالایی دارند (Song *et al*., 2011). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که میزان روغن جذب شده، تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر دمای روغن، زمان سرخ کردن، محتوای رطوبتی و مواد تشکیل-دهنده ماده غذایی، سطح محصول، نسبت وزن ماده غذایی به حجم روغن سرخ کردنـی، پـیش تیمارها، نوع روغن و ترکیب شیمیایی آن، نسبت سـطح محصـول بـه حجم آن و فشار محیط می‌باشد (Salvador *et al*., 2005). البته همان‌گونه که در مشاهده گردید، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) افزایش دمای سرخ کردن تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی نمونه نداشت که این نتایج

مطابق با نتایج Kita و همکاران (۲۰۰۷) بود.

همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان چربی کاهش یافت که تیمارهای G1W5 و G1W10 از لحاظ میزان چربی تفاوت معنی‌داری نداشتند اما نسبت به تیمار G2W10 چربی بیشتری را دارا بودند. در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان چربی کاهش یافت. البته این کاهش تنها در تیمار G2W10 نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد که استفاده از صمغ در فرمول خمیرآبه به دلیل اثر صمغ‌ها بر افزایش ویسکوزیته خمیرابه و همچنین توانایی بالای آن در ایجاد پیوند هیدروژنی قوی بـا مولکول‌های آب و سایر ریز ساختارهای پوشش، باعث تشـکیل تعداد کمتری منافذ بزرگ با فشار مویینگی کم در اطراف محصول پوشش داده می‌شود و با حبس کردن مولکول‌های آب از تبخیر رطوبت و جایگزین شدن آن با روغن در فرآیند سرخ کردن جلوگیری می‌کند (Farajzadeh *et al*., 2012). Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۶) نیز مشاهده نمودند که افزایش غلظت صمغ قدومه شهری از ۰/۵ به ۱ درصد تاثیر معنی‌داری بر محتوای روغن ناگت‌های مرغ سرخ شده نداشت. کاهش میزان چربی با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر می‌تواند ناشی از قابلیت تشکیل فیلم پروتئین‌های آب پنیر، ظرفیت اتصال با آب بالاتر آن و در نتیجه ویسکوزیته‌ی بالاتر و دفـع پـایین‌تر رطوبت و کاهش جذب روغن در نمونه‌های پوشش داده شده باشد. Dogan و همکاران (۲۰۰۵) نیز کاهش جذب روغن را در نمونه‌های حاوی پروتئین سویا گزارش کرده‌اند.

- بافت

سفتی ویژگی بافتی است که مطابق تعریف میزان نیروی مورد نیاز برای تغییر شکل فرآورده است و به عنوان نیرویی که مصرف کننده، با دندان برای فشرده کردن به محصول وارد می‌کند تعریف می‌شود (Bourne *et al*., 2002). همان‌گونه که مشاهده شد، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان سفتی بافت نمونه افزایش یافت که البته این افزایش تنها در تیمار G1W10 و G2W10 معنی‌دار بود که احتمالا دلیل آن افزایش اکسیداسیون لیپیدها و پروتئین‌ها می‌باشد. اکسیداسیون لیپیدها سبب کاهش pH و خروج سیال از الیاف پروتئینی گشته و از طرفی اکسیداسیون پروتئین و همچنین دناتوراسیون آنها در اثر حرارت سبب تجمع پروتئین و خروج سیال می‌گردد که همین تجمع پروتئین و خروج سیال سبب افزایش سفتی همبرگر شد (Ranjbar, 2012). نتایج این مطالعه با یافته‌های واحد Dehkordi و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت. آنها نیز به بررسی سینتیک تغییرات کیفی همبرگر طی سرخ کردن پرداختند و مشاهده نمودند که سفتی بافت نمونه‌ها در دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد بود.

در پژوهش حاضر مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان سفتی بافت نمونه‌ها افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار گزارش نشد. در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر میزان سفتی بافت نمونه‌ها افزایش یافت که البته این افزایش تنها در تیمار G2W10 معنی‌دار بود که مطابق با یافته‌های Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۶) بود. محققان گزارش دادند که کاهش چربی سبب ایجاد بافت مستحکم‌تر و لاستیکی می‌گردد (Ranjbar, 2012). در این مطالعه نیز از آنجایی که پیش‌تر بیان شد چربی نمونه‌ها با افزایش غلظت صمغ فارسی کاهش یافت، بنابراین سفتی بافت نمونه‌ها افزایش پیدا نمود.

- خصوصیات رنگ

فرایند سرخ کردن، خصوصیات سطحی ماده غذایی نظیر قابلیت انعکاس نور و رنگ نمونه‌ها را تغییر می‌دهد. تغییر رنگ محصولات گوشتی در اثر سرخ کردن به جز آن چه توسط واکنش میلارد و کاراملیزاسیون رخ می‌دهد، در اثر تجزیه هموگلوبین و میوگلوبین می‌باشد. شاخص *L بیانگر رنگ سفید تا سیاه، *a سبز تا قرمز و *b آبی تا زرد است (Vahed-Dehkordi *et al*., 1397).

- شاخص *L

همان‌گونه که مشاهده شد، با افزایش دمای سرخ کردن میزان شاخص *L نمونه و به عبارتی میزان روشنایی آن

کاهش پیدا نمود و این کاهش تنها در تیمار G1W5 معنی‌دار بود و در سایر نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) این کاهش معنی‌دار گزارش نشد. Ojagh و همکاران (۲۰۱۸) نیز مشاهده نمودند که میزان روشنایی ناگت‌های سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، کانولا و کنجد با افزایش دمای سرخ کردن کاهش یافت.

همچنین مشاهده گردید که کلیه تیمارها با افزایش غلظت صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر از لحاظ میزان شاخص *L و روشنایی تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند. این یافته‌ها با نتایج سایر محققان مبنی بر تاثیر افزودن صمغ‌ها و پروتئین‌ها بر میزان شاخص *L همخوانی داشت (Albert *et al*., 2009).

- شاخص *a

همان‌گونه که مشاهده شد، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان شاخص *a نمونه و به عبارتی قرمزی نمونه افزایش یافت که البته این افزایش تنها در تیمار G1W10 و G2W10 معنی‌دار بود. Ojagh و همکاران (۲۰۱۸) نیز مشاهده نمودند سرخ کردن مقدماتی ناگت‌های ماهی در روغن‌های کنجد و آفتابگردان میزان شاخص قرمزی بالاتری را در دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دماهای ۱۵۰ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد. افزایش قرمزی به دلیل قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و فرایند کاراملاسیون در روکش طی عمل سرخ کردن عمیق بود. طی فرایند سرخ کردن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده واکنش‌های شیمیایی مختلفی از قبیل غیرطبیعی شدن و دناتوراسیون پروتئین‌ها، ژلاتینه شدن نشاسته و واکنش قهوه‌ای شدن لعاب و پوشش آرد سوخاری رخ می‌دهد که کلیه این واکنش‌ها، باعث ایجاد تغییرات پیچیده در رنگ می‌گردند (Das *et al*., 2013).

همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد کلیه تیمارها از لحاظ میزان شاخص *a و قرمزی تفاوت معنی‌داری نداشتند. در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز کلیه تیمارها به غیر از تیمار G1W10 در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ میزان شاخص *a و قرمزی تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند که مطابق با نتایج دهدشتی‌ها و همکاران (۱۳۹۵) بود. افزایش شاخص *a بر اثر افزودن پروتئین آب پنیر به پوشش را می‌توان به شرکت فعال پروتئین‌ها در واکنش میلارد و گسترش رنگ قهوه‌ای در طی سرخ‌کردن مرتبط دانست (Mahdavianmehr *et al*., 2015). Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی ناگت‌های مرغ سرخ شده مشاهده نمودند که استفاده از ایزوله پروتئین سویا موجب افزایش شاخص *a (قرمزی) شد، با این حال تفاوت آماری معنی‌داری بین فرمولاسیون‌های حاوی غلظت‌های مختلف و ایزوله پروتئین سویا مشاهده نشد.

- شاخص *b

همان‌گونه که مشاهده شد، در تمام نمونه‌های ترکیبی (صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر) با افزایش دمای سرخ کردن میزان شاخص *b نمونه و به عبارتی زردی نمونه کاهش یافت که البته این کاهش تنها در تیمار G1W5 معنی‌دار بود. نتایج مشابهی توسط محققان دیگر همچون واحد Dehkordi و همکاران (۲۰۱۸) در سرخ‌کردن همبرگرها گزارش شده است. آنها نیز مشاهده نمودند که در همه دماها با گذشت زمان، میزان شاخص *b و زردی کاهش یافته و با افزایش دما به ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین کاهش شاخص *b گزارش شد. میزان جذب روغن، واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی میلارد و از همه مهم‌تر فرمولاسیون لعاب از عوامل تأثیرگذار بر رنگ فرآورده پس از فرآیند سرخ شدن می‌باشد (Baixauli *et al*., 2002). در این مطالعه نیز به دلیل واکنش میلارد و تشکیل ترکیبات قهوه‌ای و همچنین به دلیل سوختگی ناشی از کاهش رطوبت همبرگر فاکتور *b کاهش یافته است. از طرفی رنگ ظاهری همبرگرها به میزان کم به مواد داخلی و سطوح میانی روکش بستگی دارد و بیشتر متاثر از رنگ و دانه‌بندی آرد سوخاری مورد استفاده است (Ojagh *et al*., 2015).

همچنین مشاهده گردید که در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد تنها تیمار G2W10 تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان شاخص *b با سایر تیمارها داشتند. در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش غلظت صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر شاخص*b نمونه‌ها افزایش یافت به گونه‌ای که این افزایش تنها در تیمار G2W10 معنی‌دار گزارش شد و سایر تیمارها از لحاظ میزان شاخص *b تفاوت معنی‌داری

نسبت به یکدیگر نداشتند. یافته‌های این پژوهش با نتایج Mahdavianmehr و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوشت بوقلمون پوشش داده شده با غلظت‌های مختلف صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر پس از سرخ کردن به مدت ۵، ۷ و ۹ دقیقه در دمای ۱۴۰ و ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد افزایش دمای سرخ کردن از ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش میزان افت وزن، چربی، سفتی، شاخص رنگ a* (قرمزی) و کاهش میزان رطوبت و شاخص‌های رنگ L* (روشنایی) و b* (زردی) در نمونه گردید. همچنین زمان سرخ کردن نیز در تغییر خواص فیزیکوشیمایی نمونه سرخ شده اثرگذار بود به طوری که بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش زمان سرخ کردن از ۵ دقیقه به ۹ دقیقه میزان افت وزن، چربی و سفتی نمونه افزایش یافت و میزان رطوبت، شاخص‌های رنگ L* و b* کاهش پیدا نمود. زمان سرخ کردن بر شاخص a* تاثیرمعنی‌داری نداشت. در این تحقیق با افزایش غلظت صمغ فارسی در خمیرآبه پوشش، کاهش میزان افت وزن و افزایش میزان رطوبت و سفتی بافت در نمونه مشاهده شد. همچنین افزایش غلظت صمغ فارسی تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی و شاخص‌های رنگ (L*، a* و b*) نمونه نداشت. افزایش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز سبب کاهش افت وزن و چربی در نمونه و افزایش شاخص رنگ a* و b* شد ولی بر میزان رطوبت، سفتی بافت و شاخص رنگ L* تاثیر معنی‌داری نداشت.

چنین پاسخ مطلوبی، ناشی از اثر پوشش‌دهی با صمغ فارسی و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوشت بوقلمون سرخ شده بود که باعث کاهش محتوای بالای روغن جذب شده در حین سرخ کردن شد. لذا پوشش دهی محصولات سرخ شده با صمغ فارسی و پروتئین آب پنیر، می‌تواند به عنوان راهکاری جهت کاهش چربی محصولات سرخ شده و حفظ سلامتی بیشتر برای مصرف کننده به کار برده شود. توصیه می‌گردد کـه درباره استفاده از سایر پوشش‌های با پایه پلی‌ساکاریدی (صمغ‌های عربی، زانتان، ...) و سایر پوشش‌های با پایه پروتئینی (کازئین، پروتئین سویا،...) به منظور پایین آوردن درصد جذب روغن در نمونه‌های بوقلمون سرخ شده و بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن تحقیقات بیشتری انجام گیرد.

منابع

Albert, A., Perez-Munuera, I., Quiles, A., Salvador, A., Fiszman, S. M. & Hernando, I. (2009). Adhesion in fried battered nuggets: performance of different hydrocolloids as predust using three cooking procedures. Food Hydrocolloids, 23, 1443-1448.

Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S. M. & Calvo, C. (2002). Effect of the addition of corn flour and colorants on the colour of fried, battered squid rings. European Food Research and Technology, 215, 457-461.

Baixauli, R., Sanz, T., Salvador, A. & Fiszman, S. M. (2003). Effect of the addition of dextrin of dried egg on the rheological and texture properties of batters for fried foods. Food Hydrocolloids, 17, 305–310.

Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O. & Baker, R. A. (1995). Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 35, 509-524.

Bourne, M. C. (2002). Food Texture and Viscosity. Food Science and Technology, USA, pp. 1- 416.

Das, R., Pawar, D. P. & Modi, V. K. (2013). Quality characteristics of battered and fried chicken: comparison of pressure frying and conventional frying. Journal of Food Science and Technology, 50, 284-292.

Dehdashtiha, M., Hoseini, E. & Esfahani-Mehr, A. (2016). Investigation the effect of xanthan and guar gums on some physicochemical and sensory characteristics of beef burger. Food Science and Technology, 60, 173-185 [In Persian].

Dogan, S. F., Sahin, S. & Sumnu, G. (2005a). Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. Journal of Food Engineering, 71, 127–132.

Farajzadeh, Z., Rahimi, E., Hojjatoleslami, M. & Molavi, H. (1391). Production of low fat hamburger using hydrocolloid coatings. Food Hygiene, 4, 61-70 [In Persian].

Fiszman, S. M. & Salvador, A. (2003). Recent developments in coatingbatters. Trends in Food Science and Food Technology, 14, 399–407.

Freitas, D. D. G. C., Berbari, S. A. G., Prati, P., Fakhouri, F. M., Queiroz, F. P. C. & Vicente, E. (2009). Reducing fat uptake in cassava product during deep-fat frying. Journal of Food Engineering, 94, 390-394.

Garcia, M. A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, M. & Zaritzky, N. (2002). Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 3, 391– 397.

Holownia, K. I., Erickson, M. C., Chinnan, M. S. & Eitenmiller, R. R. (2000). Tocopherol losses in peanut oil during pressure frying of marinated ckicken strips coated with edible films. Food Research International, 34, 77-80.

Hsia, H. Y., Smith, D. M. & Steffe, J. F. (1992). Rheological properties and adhesion characteristics of flour-based batters for chicken nuggets as affected by three hydrocolloids. Journal of Food Science, 57, 16-24.

Jamshidi, F., Rahimi, S. & Fadaei-Noghani, V. (2018). The effect of edible Aloevera gel-persian gum film on Iranian white cheese properties. Nutrition Sceinces and Technology, 1, 63-74 [In Persian].

Kaya, S. & Kaya, A. (1999). Microwave drying effects on properties of whey protein isolate edible films. Journal of Food Engineering, 43, 91-96.

Khazaei, N., Esmaiili, M. & Emam-Djomeh, Z. (2016). Effect of active edible coatings made by basil seed gum and thymol on oil uptake and oxidation in shrimp during deep-fat frying. Carbohydrate Polymers, 137, 249-254.

Kita, A., Lisin´ska, G. & Gołubowska, G. (2007). The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. Food Chemistry, 102, 1-5.

Krokida, M. K., Oreopoulou, V. & Maroulis, Z. B. (2000). Water loss and oil uptake as a function of frying time. Journal of Food Engineering, 44, 39-46.

Ngadi, M., Li, Y. & Oluka, S. (2007). Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenatation. LWT – Food Science and Technology, 40, 1784-1791.

Mahdavianmehr, H., Koocheki, A. & Mohebbi, M. (2016). Kinetic modeling of mass transfer during deep fat frying of chicken nugget coated with batter containing Godume shahri seed gum/soy protein isolates. Science and Technology Research, 4, 512-525 [In Persian].

Mahdavianmehr, H., Koocheki, A. & Mohebbi, M. (2015). Effect of soy protein isolates concentration and batter temperature on flow properties of batter and quality of deep fried chicken nugget. Food Science and Technology, 5, 608-619 [In Persian].

Mohebbi, M., Ghaitaranpour, A., Oleyaei, A. & Salahi, M. (1396). Investigating the effect of using tragacanth gum in batter on turkey nugget properties and comparison with carboxymethyl cellulose (CMC) gum. Food Science and Technology, 64, 245-254 [In Persian].

Mortazavian, A., Azizi, M. & Sohrabivand, S. (1389). Applications of edible film in food. Food Science and Technology, 1, 111-131 [In Persian].

Ojagh, S., Rahimi, F., Izadi, S. & Shabanpour, B. (2016). Effect of hydrocolloids coatings on reducing oil obsorption and quality parameters of fried shrimp. Food Science and Technology, 61, 185-194 [In Persian].

Rahimi, S., Abasi, S., Shahriyari, M. & Azizi, M. (2012). Investigating the properties of Persian gum emulsifier as a new food emulsifier. First International Electronic Conference on New Food Processes, Mashhad, Ferdosi university, 8-9 February. 1-5 [In Persian].

Ranjbar, Z. (2012). Comparison of functional, physicochemical and microstructural characteristics of chicken gizzards with beef and meat products produced from them. Master Thesis in Agricultural Engineering-Science and Food Industry, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology [In Persian].

Salvador, A., Sanz, T. & Fiszman, S. M. (2005). Effect of the additionof different ingredients on the characteristics of a battercoating for fried seafood prepared without a pre frying step. Food Hydrocolloids, 19, 703–708.

Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J. & Luo, Y. (2011). Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (Megalobrama amblycephala). Food Control, 22, 608-615.

Soorgi, M., Mohebbi, M., Mousavi, S. M. & Shahidi, F. (2012). The effect of methylcellulose, temperature and microwave pretreatment on kinetic of mass transfer during deep fat frying of chicken nuggets. Food and Bioprocess Technology, 5, 1521-1530.

Stuchell, Y.M. & Krochta, J.M. (1995). Edible coating on frozen king salmon: effect of whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and lipid oxidation. Journal of Food Science, 60, 28-31.

Tamsen, M., Soltanizadeh, N. & Shekarchizadeh, H. (2018). Evaluation of physicochemical properties of chicken nugget produced with amaranth seed flour. Food Science and Technology, 5, 755-765 [In Persian].

Vahed-Dehkordi, N., Jahanbakhshian, N. & Hojatoleslami, M. (2018). Kinetics of qualitative changes of hamburger during frying. Food Science and Technology, 78, 285-294. [In Persian]

Yousefzadeh-Sani, S., Atayi-Salehi, E. & Sheikholeslami, Z. (2015). The effect of the addition of soy been and corn flours pretreated with ultrasound on qualitative properties of chicken nugget, Food Science and Technology, 49, 177-186 [In Persian].

Food Technology & Nutrition / Fall 2021 / Vol. 18 / No.4

The Effect of Persian Gum, Whey Protein Concentrate, Temperature and Frying Time on Fried Turkey Meat Characteristics

B. Karimian Sichani [a], M. Fazel [b*]

[a] MSc Student of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Received: 3 February 2020 Accepted: 2 August 2020

Abstract

Introduction: Coating with proteins and gums is a way to reduce the amount of oil absorbed in fried foods. The aim of this study was to evaluate the effect of temperature and time of frying and different concentrations of Persian gum and whey protein concentrate on physicochemical properties of fried turkey meat.

Materials and Methods: Physicochemical properties of turkey meat coated with different concentrations of Persian gum (1 and 2%) and whey protein concentrate (5 and 10%) after frying for 5, 7 and 9 minutes at the temperature of 140 and 160 °C were investigated in 3 replicates according to the national standards.

Results: Increasing the frying temperature increased weight loss, fat, firmness, a* index and decreased moisture content and L* and b* indices ($p<0.05$). By increasing the concentration of Persian gum were increased the weight loss and was decreased the moisture content and firmness of the sample ($p<0.05$). Increasing the concentration of Persian gum did not have significant effect on the fat content and color parameters of the sample. Increasing whey protein concentrate decreased weight loss and fat in the sample and increased a* and b* indices ($p<0.05$) but did not have significant effect on moisture content, firmness and L* index.

Conclusion: Coating with Persian gums and whey proteins has a significant effect on the physicochemical properties of the fried products.

Keywords: *Frying, Oil Absorption, Persian Gum, Textural Properties, Turkey Meat, Water Loss, Whey Protein Concentrate*.

علوم غذایی و تغذیه / پاییز ۱۴۰۰ / سال هجدهم / شماره ٤

* Corresponding Author: mfazeln@yahoo.com