

## بررسی اثر صمغ‌های زانتان، آلژینات و کربوکسی متیل سلولز و شرایط انجمادزدایی بر کیفیت فینگر ماهی

انیسه جمشیدی<sup>۱</sup>، بهاره شعبان‌پور<sup>۲</sup>، کاوه رحمانی‌فرح<sup>۳\*</sup>، سید یوسف پیغمبری<sup>۴</sup>، هانیه رستم‌زاد<sup>۵</sup>، مریم آذری‌به<sup>۵</sup>، لحاک برزگر<sup>۶</sup>

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۲- دانشیار دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۳- دانشجوی دکتری، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان  
\* نویسنده مسئول (k.rahmanifarah@gmail.com)
- ۴- استادیار دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور
- ۶- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### چکیده

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۶  
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۳/۲۰

### واژه‌های کلیدی

انجماد زدایی  
سرخ کردن  
صمغ  
فینگر ماهی  
کیور نقره‌ای

هدف از این طرح بررسی اثر صمغ‌های زانتان، آلژینات و کربوکسی متیل سلولز و شرایط انجمادزدایی بر ویژگی‌های کیفی فینگر ماهی بود. برای این منظور صمغ‌ها در سطح ۱ درصد به روکش فینگر ماهی افزوده گردید و به علاوه روش‌های انجمادزدایی در هوا و مایکروویو با روش رایج سرخ کردن عمیق مقایسه شدند. نتایج اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های ظرفیت نگهداری آب و میزان خاکستر نمونه‌ها نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). نوع صمغ افزوده شده و نوع روش انجمادزدایی تأثیر معنی‌داری بر چسبندگی روکش داشتند ( $P < 0.05$ ). تأثیر نوع صمغ، روش انجمادزدایی و اثر متقابل آنها بر میزان رطوبت فینگرهای ماهی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). میزان چربی کل فینگرهای ماهی فقط تحت تأثیر نوع صمغ افزوده شده به آردزنی اولیه بود ( $P < 0.05$ ). بیشترین بازده محصول در تیمار شاهد سرخ شده و کمترین میزان این شاخص در تیمار آلژینات تیمار هوا مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ). نوع صمغ و روش انجمادزدایی بر رنگ فینگرهای ماهی از نظر شاخص‌های روشنایی\* $L$ ، قرمزی\* $a$  و زردی\* $b$  تأثیر معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). بیشترین امتیازات حسی را تیمارهای شاهد داشتند. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد بهترین روش انجمادزدایی، روش رایج سرخ کردن فینگر ماهی منجمد بوده و افزودن صمغ‌ها به صورت ترکیبی با آرد گندم در آردزنی اولیه، تأثیر منفی بر کیفیت نهایی محصول دارد.

بافت ترد، ظاهر و رنگ مطلوب، بهبود کیفیت خوراکی و خوش خوراکی از جمله بارزترین مزایای این غذاها است (Suderman, 1983; Sanz et al., 2004). عدم

### مقدمه

امروزه غذاهای لعاب دهی و سوخاری شده از جمله رایج‌ترین خوراکی‌های دنیا به شمار می‌روند.

با حرارت، یک لایه‌ی مقاوم به نفوذ را تشکیل می‌دهند که جذب روغن را کاهش می‌دهد (Sanz et al., 2004). آلژینات سدیم از جمله پلی ساکاریدهای با اتصال آب قوی می‌باشد که به عنوان عامل تشکیل ژل در فرآورده‌های گوشتی گاو و خوک نتایج مختلفی نشان داده است (Means & Schmidt, 1986; Trout et al., 1990; Xiong et al., 1999). زانتان نیز از جمله هیدروکلوئیدهای با قابلیت چسبندگی بالا شناخته شده است (Varela & Fiszman, 2011).

فینگر ماهی محصول نسبتاً جدیدی در کشور می‌باشد که با توجه به دارا بودن طعم و مزه‌ی مطلوب و سهولت در آماده‌سازی، می‌تواند تقاضای زیادی در بازار مصرف داشته باشد و به علاوه سرانه‌ی مصرف ماهی را بیافزاید. با این حال تولید و مصرف آن به طور مناسب و مورد انتظار در کشور گسترش نیافته است که از جمله موانع و مشکلات آن می‌توان به میزان بالای روغن، شکستگی و آسیب‌های فیزیکی آنها، جدید بودن محصول در بازار و عدم شناخت کافی مصرف‌کنندگان با آن اشاره نمود. از آنجا که هیدروکلوئیدهای آلژینات، زانتان و کربوکسی‌متیل سلولز دارای پتانسیل بالایی جهت کاهش جذب روغن در فینگرهای ماهی می‌باشند، در این تحقیق به منظور بررسی اثر آنها بر کیفیت نهایی فینگر و به علاوه جهت مقایسه کارآمدی آنها در محصول، به آردزنی اولیه فینگرهای ماهی افزوده شدند و پس از انجماد، در هوا، میکروویو و سرخ کردن عمیق انجمادزدایی شدند تا بتوان موثرترین هیدروکلوئید و روش انجمادزدایی را برای کاهش جذب روغن و بهبود دیگر شاخص‌های کیفی فینگر ماهی را یافت.

## مواد و روش

### مواد مورد استفاده در روکش

برای آردزنی اولیه در روکش، از آرد گندم با مقدار ۱ درصد صمغ‌های متفاوت استفاده شد که نسبت آن برای هر تیمار در جدول ۱ آورده شده است (به منظور بررسی کارآمدی صمغ‌ها، همه با میزان یکسان استفاده شدند).

چسبندگی مناسب روکش روی سطح ماده‌ی غذایی باعث کاهش شدید کیفیت محصول می‌گردد و برای ممانعت از این مشکل، پیش از مرحله‌ی لعاب‌دهی آردزنی اولیه صورت می‌گیرد. آردزنی اولیه شامل استفاده از ماده‌ای نرم و خشک بوده که قبل از هر روکش دیگری روی سطح مرطوب ماده‌ی غذایی به کار می‌رود و به خصوص در مواد غذایی که به صورت منجمد نگهداری می‌شوند، با کاهش رطوبت سطح محصول، به چسبندگی روکش کمک می‌نماید (Salvador et al., 2008). از جمله رایج‌ترین موادی که در آردزنی اولیه استفاده می‌شوند آرد گندم می‌باشد (Xiong et al., 1999). ویژگی مطلوب روکش به سهولت با روش سرخ کردن عمیق که رایج‌ترین روش است، به دست می‌آید. Albert و همکاران (۲۰۰۹) هیدروکلوئیدهایی را در سطوح ۱ درصد به بخش آردزنی اولیه ناگت افزودند و اثرات مثبت آن را بر برخی جنبه‌های کیفی محصول نهایی گزارش نمودند (Albert et al., 2009). سایر روش‌های پخت همچون پخت در میکروویو نیز با توجه به افزایش سرعت فرآوری و سهولت، برای پخت این فرآورده‌ها استفاده می‌شوند اما کیفیت نهایی آنها آفت می‌نماید. زمانی که غذا با یک سطح ترد در میکروویو حرارت ببیند، بافت‌های مرطوب درونی حرارت بیشتری نسبت به بخش‌های خارجی دریافت کرده و در نتیجه‌ی افزایش فشار بخار آب، تردی محصول کاهش می‌یابد (Datta, 2001; Schiffman, 2005; Albert et al., 2009).

یکی از راهکارهای ممانعت از خروج آب افزایش مقاومت لایه‌های روکش می‌باشد. نتایج پژوهش‌های پیشین اثرات مثبت مشتقات سلولزی بر کاهش جذب چربی را نشان می‌دهد (Albert et al., 2009). توانایی تشکیل ژل هیدروکلوئیدها همراه با ویژگی آبرگریزی طبیعی آنها، آنها را قادر می‌سازد تا مانع جذب روغن در محصولات سوخاری شده شوند و در این رابطه متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بیشترین کاربرد را دارا می‌باشند (Sanz et al., 2004; Chen et al., 2008). در زمان تماس مشتقات سلولزی همچون متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز

جدول ۱- ترکیب آرد زنی اولیه در تیمارهای مختلف فینگرهای ماهی کپور نقره‌ای

ترکیبات (درصد)	تیمار شاهد	تیمار آلژینات	تیمار زانتان	تیمار کربوکسی متیل سلولز
آرد گندم	۱۰۰	۹۹	۹۹	۹۹
صمغ	۰	۱ درصد آلژینات	۱ درصد زانتان	۱ درصد کربوکسی متیل سلولز

چکیدن لعاب اضافی پس از مدت یک دقیقه، توسط آردسوخاری صنعتی دانه متوسط پوشانده شدند. پس از کامل شدن روکش، فینگرها با استفاده از روغن گیاهی آفتابگردان (مخصوص سرخ کردن، غنچه-ایران) به مدت ۳۰ ثانیه در سرخ‌کن تحت دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد (روش استاندارد) به صورت مقدماتی به روش سرخ‌کردن عمیق سرخ شدند تا محصول شکل خود را حفظ نماید و پس از خنک شدن در دمای محیط، تکرارهای هر تیمار جداگانه درون بسته‌های زیپ‌کیپ بسته‌بندی شده و در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید. پس از سرخ کردن تکرار هر تیمار، روغن تعویض گردید و ظرف درونی سرخ‌کن برای سرخ کردن تکرار بعدی کاملاً خشک شد.

پس از گذشت سه روز به منظور انجام آنالیزها، فینگرهای ماهی تولیدی از فریزر خارج شده و به سه گروه تقسیم شدند، سه روش انجمادزایی در هوا، در میکروویو و بدون انجمادزایی (سرخ کردن مستقیم) در مورد هر گروه اعمال شد. به منظور انجمادزایی در هوا نمونه‌ها در دمای اتاق نگهداری شدند و در روش میکروویو، فیش فینگرها در مدت زمان مشخص شده تحت شرایط انجمادزایی دستگاه قرار گرفتند. پس از انجمادزایی، فینگرهای ماهی در سرخ‌کن به مدت ۲/۵ دقیقه تحت دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به روش سرخ کردن عمیق سرخ شدند و مورد آنالیز قرار گرفتند. روش انجمادزایی و مدت زمان سرخ کردن نهایی در هر گروه، در جدول ۲ آورده شده است.

فرمول لعاب طبق فرمولاسیون Chen و همکاران (۲۰۰۸) تهیه گردید که شامل ۵۵ درصد آرد گندم، ۳۰ درصد آرد نشاسته اکسید شده، ۱۰ درصد آرد گلوتن، ۲ درصد بیکینگ پودر و ۳ درصد نمک می‌باشد (کلیه‌ی مواد استفاده شده در لعاب از شرکت گلها-ایران تهیه شدند) (Chen et al., 2008). برای قسمت نهایی روکش از آرد سوخاری نارنجی رنگ و با اندازه‌ی ذرات متوسط (کارخانه سولار-ایران) استفاده شد.

#### آماده‌سازی ماهی و تولید فینگر ماهی

حدود ۱۰۰ عدد ماهی کپور نقره‌ای پرورشی با وزن تقریبی  $174 \pm 2/200$  گرم به صورت تازه از بازار ماهی شهر گرگان، خریداری شده و با یخ در دمای  $4 \pm 0$  درجه‌ی سانتی‌گراد به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شد. پس از شستشو با آب، ماهی‌ها به ترتیب تحت مراحل جداکردن سر و دم، تخلیه‌ی امعاء و احشا، پوست‌گیری و فیله‌کردن همه مراحل با روش دستی، قرار گرفتند. فیله‌های حاصل پس از شستشو، به کمک دستگاه چرخ گوشت (Boesh, MFW 1550 Germany) با قطر منافذ سه میلی‌متری چرخ شده و مینس ماهی (گوشت چرخ شده‌ی ماهی) تولید شد. به منظور تولید فینگرهای ماهی، ۹۰ درصد مینس ماهی با ترکیبات افزودنی و طعم دهنده مخلوط شد. مخلوط حاصل، در قالب‌های گرد با قطر پنج سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۱ سانتی‌متر قالب‌گیری شد و سپس آردزنی اولیه شده، در لعاب غوطه‌ور گردیده و پس از

جدول ۲- روش انجمادزایی و مدت زمان سرخ کردن نهایی در فینگرهای ماهی کپور نقره‌ای

روش	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
انجمادزایی	در هوا	در میکروویو	بدون انجمادزایی
مدت زمان سرخ کردن نهایی	۲/۵ دقیقه	۲/۵ دقیقه	۳ دقیقه*

\* مدت زمان سرخ کردن نهایی در گروه ۳، به دلیل سرخ کردن مستقیم و بدون انجمادزایی فینگرهای ماهی منجمد، زمان ۳۰ ثانیه بیشتر از گروه‌های دیگر در نظر گرفته شد.

## چسبندگی روکش

نمونه‌های پخته شده توسط اسکالپل از وسط دو نیم شد و توسط دوربین دیجیتالی (Canon, PowerShot, SX210) در نور طبیعی آزمایشگاه و در یک مکان یکسان عکس‌برداری صورت گرفت (Albert et al., 2009). درصد لعابی که به سطح تکه ماهی به صورت چسبیده باقی ماند<sup>۱</sup> (CRA) از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

رابطه (۱)

$$\text{چسبندگی} = \frac{\text{تعداد پیکسل متناظر با محیط لعاب چسبیده شده}}{\text{تعداد پیکسل متناظر با محیط کل فیشر ماهی}} \times 100$$

## محاسبه‌ی مقادیر رطوبت، چربی و خاکستر فیشرهای ماهی

مقادیر رطوبت، چربی و خاکستر به روش AOAC (2002) محاسبه گردید. برای محاسبه‌ی رطوبت حدود ۱۰ گرم از نمونه‌ی خرد شده‌ی فیشر ماهی، در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از آن خارج و به داخل دسیکاتور انتقال یافت، نمونه پس از سرد شدن مجدداً توزین گردیده و عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن محسوسی در نمونه دیده نشد (رابطه ۲). نمونه‌هایی که قبلاً رطوبت آن‌ها سنجیده شد، در کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ پیچیده شده و درون بالن مخصوص دستگاه سوکسله به منظور اندازه‌گیری مقدار چربی گذاشته و به وسیله‌ی پترولیوم اتر پر شد و استخراج با دستگاه Soxtec مدل SE 416 ساخت شرکت گرهارد آلمان صورت پذیرفت (رابطه ۳). برای محاسبه‌ی مقدار خاکستر نمونه‌ی وزن شده درون بوته چینی گذاشته شده به کوره‌ی الکتریکی با دمای ۵۵۰-۶۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد انتقال یافت و پس از ۸ ساعت مقدار خاکستر محاسبه شد (رابطه ۴).

رابطه (۲)

$$\text{میزان رطوبت} = \frac{(\text{وزن ثانویه نمونه} - \text{وزن اولیه نمونه})}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times 100$$

رابطه (۳)

$$\text{میزان چربی موجود در نمونه (گرم)} = \frac{\text{میزان چربی موجود در نمونه (گرم)}}{\text{وزن نمونه (گرم)}} \times 100$$

رابطه (۴)

$$\text{میزان خاکستر} = \frac{(\text{وزن ثانویه بوته} - \text{وزن اولیه بوته})}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

## بازده محصول

فیشر ماهی هر تیمار قبل و بعد از سرخ کردن نهایی توزین شد. مقدار بازده‌ی محصول طبق فرمول زیر بصورت درصد محاسبه گردید (Das et al., 2011).

رابطه (۵)

$$\text{بازده محصول} = \frac{\text{وزن فیشر ماهی سرخ شده}}{\text{وزن فیشر ماهی خام}} \times 100$$

## رنگ سنجی

رنگ نمونه‌ی فیشرهای ماهی سرخ شده‌ی مقدماتی و پس از سرخ کردن توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) مورد آنالیز قرار گرفتند. متغیر  $L^*$  برای بیان شاخص روشنایی گوشت از ۰ (بعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بعد سفیدی)، شاخص  $a^*$  برای بیان بعد قرمز-سبزی ( $+a^*$  نشان‌دهنده‌ی قرمزتر و  $-a^*$  نشان‌دهنده‌ی سبزتر) و شاخص  $b^*$  برای بیان بعد زرد-آبی ( $+b^*$  نشان‌دهنده‌ی زردتر و  $-b^*$  نشان‌دهنده‌ی آبی‌تر) می‌باشد.

## آنالیز حسی

به منظور ارزیابی فیشرهای ماهی تولیدی از روش Das و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد (Das et al., 2008). فیشرها ابتدا سرخ شدند و توسط ۱۵ نفر از دانشجویان آشنا شده با نحوه‌ی ارزیابی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابان به شاخص‌های رنگ، بو، مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی بر اساس جداول، از ۱ تا ۹ امتیاز دادند (بی‌نهایت بد: ۱، عالی: ۹).

## آنالیز آماری

نتایج حاصل با استفاده از آنالیز یک‌طرفه (one-way ANOVA) و دو طرفه‌ی واریانس با کمک نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای

به هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز می‌باشد به میزان ۱ درصد به آردزنی اولیه افزوده شده بود و می‌توان احتمال داد که کربوکسی متیل سلولوز در حضور آرد گندم و رقابت با گندم برای جذب آب، فعالیت بهتری برای ایجاد یک لایه‌ی چسبناک در مقایسه با سایر صمغ‌ها دارد. اما در کل محصولات فاقد صمغ چسبندگی بهتری نسبت به تیمارهای دارای صمغ داشتند که این بیانگر رقابت صمغ‌ها با آرد گندم بر جذب آب و عدم تشکیل شبکه‌ی ژلی یکنواخت در زیر پوشش می‌باشد.

### میزان رطوبت

میزان رطوبت فرآورده‌های گوشتی لعاب دهی و سوخاری شده پس از سرخ کردن، متأثر از ظرفیت نگهداری آب پروتئین می‌باشد (Dogan et al., 2005). به علاوه میزان رطوبت و چربی در مواد غذایی نسبت معکوس دارند، در نتیجه در صورت ظرفیت نگهداری بالای آب، ماده‌ی غذایی طی سرخ شدن چربی کمتری جذب می‌کند. در این تحقیق ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار نگرفت اما با توجه به شکل ۲ مقادیر رطوبت در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نشان دادند ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان رطوبت در نمونه‌های شاهد سرخ شده و کمترین میزان رطوبت در نمونه‌های تیمار آلژینات انجمادزدایی شده در مایکروویو مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ). نوع صمغ، روش انجمادزدایی و اثر متقابل آنها بر میزان رطوبت تیمارهای ماهی تأثیر گذاشت ( $P < 0.05$ ). بر اساس آنالیز دوطرفه واریانس، بیشترین میزان رطوبت به ترتیب به قرار: تیمار شاهد زانتان و کربوکسی‌متیل سلولوز < آلژینات و اثر روش انجمادزدایی به ترتیب شامل سرخ کردن < هوا < مایکروویو بود ( $P < 0.05$ ). میزان رطوبت محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده پس از سرخ شدن کاهش یافت. طی فرایند سرخ کردن، افزایش دمای داخلی غذا باعث تبخیر رطوبت و تشکیل منافذی در پوسته‌ی فینگر ماهی می‌شود و با نفوذ روغن به درون این منافذ،

دانکن<sup>۱</sup> در سطح احتمال  $\alpha = 0.05$  انجام گرفت. ارزیابی حسی فینگرها نیز با آزمون توکی صورت پذیرفت. برای این منظور به صفت‌های حسی کیفی بر اساس نظر ارزیاب‌ها امتیازهایی داده شد که امتیازها به نرم افزار منتقل و پس از آنالیز آماری نتایج با هم مقایسه شدند. به علاوه نمودارهای مربوط به تیمارهای آزمایشی در نرم‌افزار Excel رسم شدند.

### نتایج و بحث

#### چسبندگی روکش

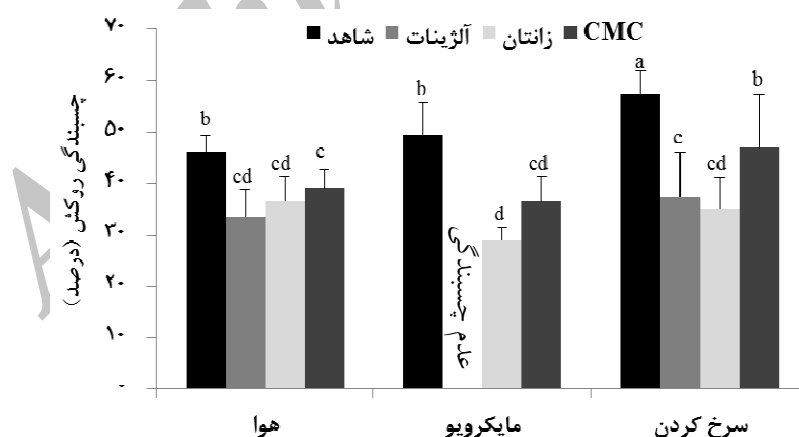
لایه‌های آردزنی اولیه و لعاب موجود در روکش فینگر ماهی در اثر حرارت ناشی از فرایند حرارت‌دهی و سرخ کردن، ژلاتینه شده و موجب افزایش چسبندگی پوشش آرد سوخاری به لایه‌های درونی می‌گردند. در این تحقیق میان تیمارهای مختلف فینگرهای ماهی، با صمغ‌های متفاوت در آردزنی اولیه و روش‌های مختلف انجمادزدایی تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) (شکل ۱). نتایج آنالیز دو طرفه واریانس نشان داد که نوع صمغ و نوع روش انجمادزدایی تأثیر معنی‌داری بر چسبندگی روکش دارند ( $P < 0.05$ )، اما اثر متقابل این دو بر چسبندگی روکش معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). آنالیز چند دامنه‌ای دانکن نیز نشان داد که بیشترین مقدار چسبندگی را تیمار شاهد سرخ شده نشان داد و پس از آن، تیمارهای شاهد انجمادزدایی شده در مایکروویو و هوا و همچنین تیمار کربوکسی متیل سلولوز سرخ شده، دارای چسبندگی روکش بیشتری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بودند ( $P < 0.05$ ). آلبرت و همکاران در سال ۲۰۰۹ چسبندگی روکش ناگت ماهی هیک را بررسی کردند و گزارش نمودند که آردزنی اولیه با هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز خالص، در روش پخت سرخ کردن عمیق، چسبندگی روکش را به شدت کاهش داد (Albert et al., 2009). ایشان وجود آب زیاد در دسترس هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز و تشکیل ماده لزج و غیر چسبنده را عامل چسبندگی ضعیف آن بر شمردند. در این پژوهش پودر کربوکسی متیل سلولوز که ترکیبی مشابه

1- Duncan's test

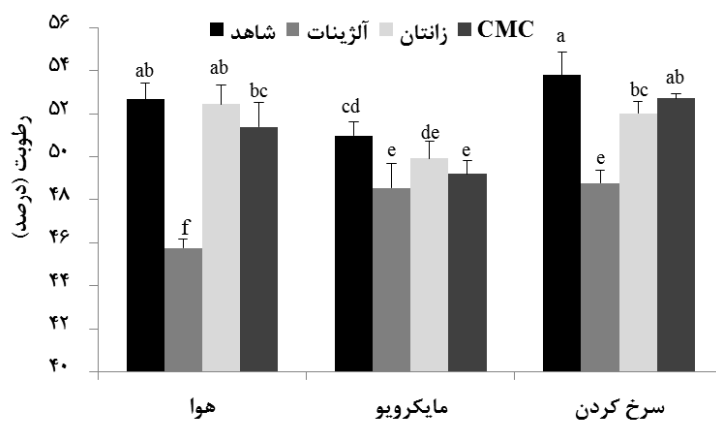
انتظار صمغ‌های اضافه شده به آردزنی اولیه، باعث کاهش رطوبت محصول شدند. در مقایسه با لعاب و آرد سوخاری، لایه‌ی آردزنی اولیه نقش کمی در ساخت روکش ایفا می‌کند و در نتیجه تحت دما و حرارت‌دهی، ژل تشکیل شده توسط صمغ‌هایی که در آردزنی اولیه افزوده شده بودند، در منطقه‌ای دور از سطح روکش شکل گرفت و از آن‌جا که قسمت اعظم جذب روغن در روکش رخ می‌دهد، در نتیجه در کاهش جذب روغن یا افزایش حفظ رطوبت نقش مؤثری نداشتند. دلیل دیگر استفاده از صمغ‌های جاذب آب در آردزنی اولیه فینگر ماهی می‌باشد. به طوریکه این صمغ‌ها رطوبت گوشت را جذب کرده و در لایه‌ی مرزی بین گوشت و روغن قرار داده است و بنابراین هنگام حرارت‌دهی رطوبت سریع‌تر تبخیر می‌گردد. همچنین یک فرضیه‌ی دیگر برای ناکارآمدی صمغ‌ها در آردزنی اولیه را می‌توان ترکیب نسبی آنها با آرد گندم برشمرد که می‌تواند در ناحیه‌ی سطحی برای جذب آب با هم رقابت نموده و در نتیجه به دلیل کم بودن رطوبت گوشت، لایه آردزنی اولیه نتواند قابلیت مسدود کنندگی مناسبی داشته باشد.

مقدار روغن محصول افزایش و مقدار رطوبت کاهش می‌یابد (Chen, 2009). علت این تغییر، دمای بالای روغن و تبخیر رطوبت غذاست. هر چه آردزنی اولیه و لعاب بتوانند سد بهتری در مقابل خروج رطوبت ایجاد کنند، چربی کمتری پس از سرخ شدن جذب محصول می‌شود.

در روش مایکروویو رطوبت با فشار بیشتری از درون هسته‌ی گوشت خارج شده و در نتیجه باعث تخریب لایه آردزنی اولیه و لعاب شده و رطوبت بیشتری از دست رفت در حالی که قرار گرفتن فینگرهای ماهی در روغن داغ در تیمار سرخ کردن، باعث انعقاد لایه‌های آردزنی اولیه و لعاب شد و در نتیجه رطوبت کمتری از محصول طی سرخ شدن خارج شد. در مطالعات قبلی گزارش شده بود که افزودن موادی همچون هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، نشاسته و سویا به لعاب ناگت سبب کاهش از دست رفتن رطوبت و جذب چربی می‌گردد (Chen et al., 2009; Dehghan Nasiri et al., 2011). تحقیق Chen و همکاران (۲۰۰۸) کاهش رطوبت و جذب روغن به طور عمده در پوسته رخ می‌دهد (Chen et al., 2008). در مطالعه‌ی حاضر برخلاف



شکل ۱- چسبندگی روکش فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تاثیر روش‌های انجمادزایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق اعداد میانگین ۶ تکرار با انحراف معیار می‌باشند. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.



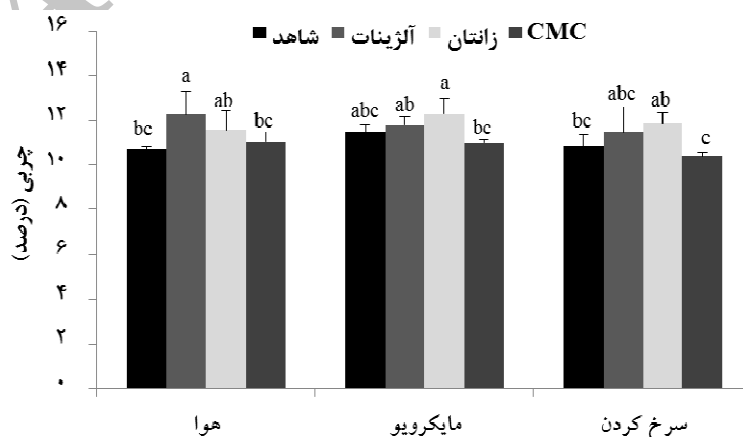
شکل ۲- مقادیر رطوبت فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

میزان چربی  
حرارت فیلم خوبی تشکیل نداده و تیمارهای آزمایشی پس از سرخ شدن چربی بیشتری جذب نمودند.

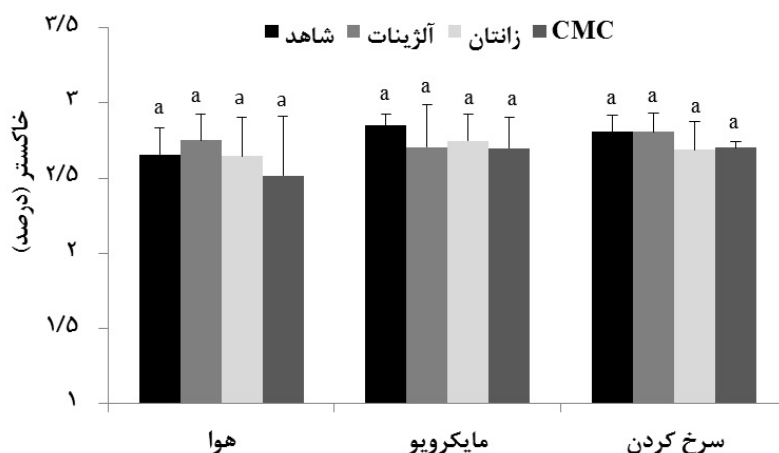
#### میزان خاکستر

روش انجمادزدایی و نوع صمغ افزوده شده به آردزنی اولیه، بر میزان خاکستر تیمارهای فینجر ماهی تأثیر معنی‌داری نداشت ( $P > 0.05$ ) (شکل ۴). افزودن صمغ و هیدروکلوئیدها به مواد غذایی میزان محصول را می‌افزایند (Demirci et al., 2011). از آنجا که در پژوهش حاضر مقدار اندکی صمغ (۱ درصد) فقط به آردزنی اولیه فینگرهای ماهی افزوده گردید و آردزنی اولیه بخش ناچیزی از روکش و میزان کل محصول را تشکیل می‌دهد، میزان خاکستر بین تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان ندادند.

میانگین چربی کل فینگرهای ماهی در شکل ۳ نمایش داده شده است. روش انجماد زدایی بر میزان چربی تأثیر نداشت ( $P > 0.05$ ) و فقط نوع صمغ بر میزان چربی تأثیر گذاشت ( $P < 0.05$ ). تیمار شاهد و کربوکسی متیل سلولز چربی کمتری در مقایسه با تیمار آلژینات و زانتان دارا بودند ( $P < 0.05$ ). در مجموع تغییرات میزان چربی در فینگرهای ماهی را می‌توان تحت تأثیر تغییرات رطوبت تلقی نمود. قابلیت تشکیل فیلم مشتقات سلولزی همچون هیدروکسی پروپیل متیل سلولز قبلاً گزارش شده بود. آبدایی پلیمرهای این ترکیبات در دمای بالا موجب تشکیل ژل شده و سدی برابر جذب روغن به وجود می‌آورند (Meyers & Conklin, 1990; Chen et al., 2008). آلژینات و زانتان اضافه شده به آردزنی اولیه، در اثر



شکل ۳- مقادیر چربی فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

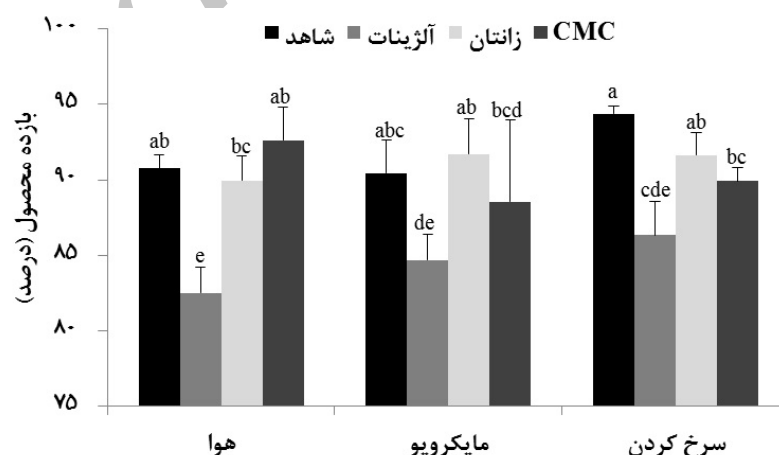


شکل ۴- مقادیر خاکستر فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولوز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

شد و به دنبال آن، این تیمار بالاترین مقدار بازده محصول را نیز به نمایش گذاشت (شکل ۵). ظرفیت نگهداری آب بین تیمارها، فاقد اختلاف معنی‌دار بود و بازده محصول اغلب متأثر از تغییرات میزان چسبندگی روکش، رطوبت و چربی طی سرخ شدن بود. نوع صمغ بر بازده محصول تأثیر معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ) اما روش انجمادزدایی اثری بر بازده محصول نداشت ( $P > 0.05$ ). بیشترین و کمترین بازده محصول را به ترتیب تیمار شاهد سرخ شده و تیمار آلژینات انجمادزدایی شده در هوا دارا بود.

#### بازده محصول

بازده محصول یکی از شاخص‌های مهم در محصولات لعاب دهی و سوخاری شده می‌باشد که با کمیت نهایی آن‌ها، ارتباط مستقیم دارد. این شاخص غالباً با ظرفیت نگهداری آب مرتبط می‌باشد (Das et al., 2008). مقدار چسبندگی با مقدار بازده محصول ارتباط مستقیمی دارند و با افزایش مقدار چسبندگی، مقدار بازده محصول نیز افزایش می‌یابد (Varela & Fizman, 2011). در پژوهش حاضر بالاترین مقدار چسبندگی روکش در تیمار شاهد سرخ شده مشاهده



شکل ۵- بازده محصول فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولوز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.



رنگ

در ارتباط باشد که سبب کمتر شدن واکنش میلارد طی سرخ شدن و روشنایی بیشتر می‌شود (Datta, 2001). نمونه‌های آزمایشی متأثر از تیمارها اختلافات معنی‌داری را نشان دادند اما روند مشخصی بسته به تیمارهای اعمال شده مشاهده نگردید. طی سرخ شدن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده واکنش‌های شیمیایی بسیاری از قبیل غیر طبیعی شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه شدن نشاسته و واکنش قهوه‌ای شدن لعاب و پوشش آرد سوخاری رخ می‌دهد که تمامی این‌ها منجر به تغییرات پیچیده در رنگ می‌گردد (Das et al., 2011).

رنگ محصول از مهمترین عوامل بازار پسندی فینگر ماهی می‌باشد. فینگرهای ماهی سرخ شده‌ی مقدماتی و سرخ شده‌ی نهایی در این پژوهش مورد رنگ‌سنجی قرار گرفتند. نتایج رنگ‌سنجی فینگرهای ماهی در جداول ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. فینگرهای ماهی پس از سرخ شدن نهایی تیره‌تر شدند و قرمزی آنها افزایش یافت. در مرحله‌ی سرخ شدن مقدماتی تیمار شاهد و زانتان روشنایی بیشتری را نسبت به تیمارهای آلژینات و کربوکسی متیل سلولز دارا بودند. روشنایی بیشتر محصولات می‌تواند با ظرفیت نگهداری آب بالاتر و در نتیجه رطوبت بیشتر

جدول ۳- مقادیر روشنایی فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق

روشنایی تیمار	سرخ شده مقدماتی			پس از سرخ کردن		
	هوا	مایکروویو	سرخ شده	هوا	مایکروویو	سرخ شده
شاهد	۶۵/۶±۳/۱ <sup>A a</sup>	۶۰/۱±۱/۶ <sup>A b</sup>	nd	۴۸/۱±۲/۳ <sup>B d</sup>	۴۸/۱±۰/۸ <sup>BC d</sup>	۵۵/۷±۱/۶ <sup>A c</sup>
آلژینات	۵۲/۷±۰/۴ <sup>C a</sup>	۵۲/۱±۱/۰ <sup>B a</sup>	nd	۵۱/۴±۱/۲ <sup>A a</sup>	۵۲/۲±۱/۷ <sup>A a</sup>	۴۳/۴±۱/۹ <sup>C b</sup>
زانتان	۶۶/۴±۱/۰ <sup>A a</sup>	۶۲/۵±۲/۰ <sup>A b</sup>	nd	۵۳/۷±۰/۴ <sup>A c</sup>	۴۹/۶±۲/۴ <sup>AB d</sup>	۵۰/۵±۰/۶ <sup>B d</sup>
CMC	۵۸/۵±۳/۱ <sup>B a</sup>	۵۴/۶±۰/۸ <sup>B b</sup>	nd	۴۵/۴±۱/۵ <sup>B c</sup>	۴۵/۶±۰/۲ <sup>C c</sup>	۵۳/۸±۰/۶ <sup>A b</sup>

اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند.

حروف بزرگ متفاوت (A-C) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین صمغ‌های مختلف در هر روش انجمادزدایی می‌باشد. حروف کوچک متفاوت (a-d) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین روش‌های انجمادزدایی در هر صمغ می‌باشد. nd: اندازه‌گیری نشدند.

جدول ۴- مقادیر قرمزی فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق

قرمزی تیمار	سرخ شده مقدماتی			پس از سرخ کردن		
	هوا	مایکروویو	سرخ شده	هوا	مایکروویو	سرخ شده
شاهد	۱۰/۵±۰/۴ <sup>AB b</sup>	۱۰/۵±۰/۴ <sup>A b</sup>	nd	۱۴/۰±۳/۱ <sup>AB a</sup>	۱۴/۲±۱/۲ <sup>A a</sup>	۱۱/۶±۱/۲ <sup>C ab</sup>
آلژینات	۷/۹±۰/۴ <sup>C c</sup>	۸/۷±۰/۵ <sup>B c</sup>	nd	۱۴/۸±۱/۷ <sup>AB b</sup>	۱۴/۳±۲/۴ <sup>A b</sup>	۱۸/۴±۰/۸ <sup>A a</sup>
زانتان	۱۰/۸±۰/۹ <sup>A b</sup>	۱۰/۸±۰/۵ <sup>A b</sup>	nd	۱۱/۶±۱/۲ <sup>B b</sup>	۱۵/۰±۱/۷ <sup>A a</sup>	۱۴/۲±۰/۵ <sup>B a</sup>
CMC	۹/۲±۰/۵ <sup>B c</sup>	۱۰/۳±۰/۵ <sup>A c</sup>	nd	۱۵/۸±۱/۲ <sup>A a</sup>	۱۵/۶±۰/۵ <sup>A a</sup>	۱۱/۹±۰/۹ <sup>C b</sup>

اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند.

حروف بزرگ متفاوت (A-C) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین صمغ‌های مختلف در هر روش انجمادزدایی می‌باشد. حروف کوچک متفاوت (a-d) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین روش‌های انجمادزدایی در هر صمغ می‌باشد. nd: اندازه‌گیری نشدند.

جدول ۵- مقادیر زردی فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق

تیمار	سرخ شده مقدماتی			پس از سرخ کردن		
	هوا	مایکروویو	سرخ شده	هوا	مایکروویو	سرخ شده
شاهد	۲۰/۲±۲/۷ <sup>B c</sup>	۲۴/۹±۱/۶ <sup>AB ab</sup>	nd	۲۳/۲±۲/۱ <sup>AB bc</sup>	۲۲/۶±۰/۴ <sup>A bc</sup>	۲۷/۳±۳/۲ <sup>A a</sup>
آلژینات	۲۱/۸±۲/۹ <sup>AB a</sup>	۲۱/۳±۳/۱ <sup>B a</sup>	nd	۲۳/۲±۲/۱ <sup>AB a</sup>	۲۴/۲±۰/۹ <sup>A a</sup>	۲۰/۵±۲/۶ <sup>B a</sup>
زانتان	۲۵/۷±۲/۳ <sup>A a</sup>	۲۷/۰±۲/۰ <sup>A a</sup>	nd	۲۵/۸±۱/۲ <sup>B a</sup>	۲۳/۹±۲/۴ <sup>A a</sup>	۲۵/۲±۱/۲ <sup>AB a</sup>
CMC	۲۲/۶±۱/۷ <sup>AB b</sup>	۲۶/۲±۱/۵ <sup>A a</sup>	nd	۲۰/۸±۱/۶ <sup>A b</sup>	۲۲/۱±۱/۲ <sup>A b</sup>	۲۳/۱±۲/۸ <sup>AB b</sup>

اعداد میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار می‌باشند.

حروف بزرگ متفاوت (A-C) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین صمغ‌های مختلف در هر روش انجمادزدایی می‌باشد. حروف کوچک متفاوت (a-d) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین روش‌های انجمادزدایی در هر صمغ می‌باشد. nd: اندازه‌گیری نشدند.

صمغ‌های مختلف، آلژینات کیفیت حسی پایین‌تری را نسبت به سایر تیمارها دارا بود. تیمار دارای صمغ آلژینات از نظر بافت ضعیف بوده و همچنین با داشتن روکش برآمده و شکننده ظاهر نامناسبی به نمایش گذاشت.

نتایج ارزیابی حسی در جدول ۶ به نمایش گذاشته شده است. بر اساس امتیازات حسی روش سرخ کردن بهترین روش انجمادزدایی بود ( $P < 0.05$ ). انجمادزدایی به روش‌های مایکروویو و هوا موجب بلند شدن و سستی روکش فینگرهای ماهی گردید که در مجموع از امتیازات آنها کاست. به طور کلی میان

جدول ۶- نتایج ارزیابی حسی فینگرهای ماهی آردزنی اولیه شده با مخلوط آلژینات سدیم، زانتان و کربوکسی متیل سلولز تحت تأثیر روش‌های انجمادزدایی در هوا، مایکروویو و سرخ کردن عمیق

نوع صمغ	روش انجماد زدایی					
	ظاهر	رنگ	بو	بافت	مزه	پذیرش کلی
هوا	۶/۳±۱/۹	۶/۵±۱/۰	۶/۵±۱/۶	۶/۵±۱/۳	۶/۸±۱/۰	۶/۳±۱/۰
آلژینات	۵/۰±۲/۰	۶/۰±۲/۱	۶/۰±۲/۱	۵/۵±۲/۱	۶/۰±۲/۴	۵/۵±۲/۰
سرخ کردن	۶/۳±۱/۰	۶/۳±۰/۵	۶/۳±۰/۵	۶/۳±۰/۵	۶/۳±۰/۵	۶/۸±۰/۵
هوا	۶/۵±۰/۶	۶/۸±۱/۰	۶/۸±۰/۵	۶/۸±۰/۵	۷/۰±۱/۲	۶/۵±۰/۶
مایکروویو	۵/۰±۰/۶	۶/۰±۰/۸	۶/۰±۱/۰	۵/۵±۰/۸	۶/۰±۱/۰	۵/۵±۰/۸
سرخ کردن	۶/۸±۰/۵	۶/۸±۱/۰	۶/۸±۱/۰	۶/۸±۱/۰	۶/۸±۱/۰	۷/۰±۰/۸
هوا	۷/۳±۱/۳	۷/۳±۰/۵	۷/۰±۱/۲	۷/۵±۱/۷	۷/۵±۱/۰	۷/۰±۱/۴
مایکروویو	۷/۰±۰/۸	۶/۸±۰/۵	۷/۰±۱/۴	۷/۰±۱/۴	۶/۵±۱/۳	۶/۵±۰/۶
سرخ کردن	۷/۵±۱/۰	۷/۵±۱/۰	۷/۰±۲/۲	۷/۸±۱/۰	۷/۰±۰/۸	۷/۳±۱/۵
هوا	۷/۵±۱/۳	۷/۳±۱/۷	۷/۳±۱/۷	۶/۸±۱/۳	۸/۰±۰/۸	۷/۳±۱/۰
شاهد	۶/۸±۱/۹	۶/۵±۱/۰	۶/۵±۱/۰	۷/۵±۱/۳	۷/۸±۱/۰	۶/۳±۱/۰
سرخ کردن	۶/۰±۲/۲	۶/۸±۱/۳	۶/۵±۲/۱	۶/۵±۱/۷	۶/۰±۱/۸	۶/۰±۱/۴

اعداد میانگین ۱۵ تکرار با انحراف معیار می‌باشند.

### منابع

- 1- 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 predest using three cooking procedures. *Journal of Food Hydrocolloids*, 23: 1443-1448.
- 2- Albert A., Varela P., Salvador A., & Fiszman S.M. 2009. Improvement of crunchiness of battered fish nuggets. *Journal of European Food Research Technology*. 228: 923-930.
- 3- AOAC. 2002. Official methods of analysis (14 th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

- 4- Chen Ch., Li P., Hu W., Lan M., Chen M., & Chen H. 2008. Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: water barrier effect of HPMC. *Journal of Food Hydrocolloids*, 22: 1334-1344.
- 5- Chen S.D., Chen H.H., Chao Y.C., & Lin R.S. 2009. Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. *Journal of Food Engineering*, 95:359-364.
- 6- Datta A.K. 2001. Fundamentals of heat and moisture transport for microwaveable food product and process development. In: Datta A.K, Anantheswaran RC (eds) *Handbook of microwave technology for food applications*. Marcel Dekker, New York, p 116.
- 7- Das A.K., Anjaneyulu A.S.R., Gadekar Y.P., Singh R.P., & Pragati H. 2008. Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. *Journal of Meat Science*, 80: 607-614.
- 8- Das R., Pawar D.P., & Modi V.K. 2011. Quality characteristics of battered and fried chicken: comparison of pressure frying and conventional frying. *Journal of Food Science Technology*, DOI 10.1007/s13197-011-0350-z.
- 9- Dehghan Nasiri, F., Mohebbi M., Tabatabaee Yazdi F., & Haddad Khodaparast M.H. 2010. Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets. *Journal of Food Bioprocess Technology*, DOI 10.1007/s11947-010-0423-4.
- 10- Demirci Z.O., Yilmaz I., & Demirci A.S. 2011. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. *Journal of Food Science Technology*, DOI 10.1007/s13197-011-0588-5.
- 11- Dogan S.F., Sahin S., & Sumnu G. 2005. 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.
- 12- Means W.J. & Schmidt G.R. 1986. Algin/calcium gel as a raw and cooked binder in structured beef steaks. *Journal of Food Science*, 51: 60-65.
- 13- Meyers M.A., & Conklin J.R. 1990. Method of inhibiting oil adsorption in coated fried foods using hydroxypropyl methyl cellulose. *United States Patent*, 4, 900, 573.
- 14- Salvador A., Sanz T., & Fiszman S.M. 2008. Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. *Journal of Food Hydrocolloids*, 22: 1062-1067.
- 15- Sanz T., Salvador A., & Fiszman S.M. 2004. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, fried seafood. *Journal of Food Hydrocolloids*, 18: 127-131.
- 16- Sanz T., Salvador A., & Fiszman S.M. 2004. Innovative method for preparing a frozen, battered food without a pre-frying step. *Journal of Food Hydrocolloids*, 18: 227-231.
- 17- Schifffman R. 2005. Packaging for microwave foods. In: Schubert H, Regier M (eds) *The microwave processing of foods*. Woodhead Publishing Ltd, Abington, pp 207-208.
- 18- Suderman D. R. 1983. Use of batters and breadings on food products: a review. In Suderman, D.R. and Cunningham, F.E. (Eds), *Batter and Breading Technology*. Westport, Connecticut: Avi Publishing Co.
- 19- Trout G.R., Chen C.M., & Dale S. 1990. Effect of calcium carbonate and sodium alginate on the textural characteristics, color, and color stability of restructured pork chops. *Journal of Food Science*. 55: 38-42.
- 20- Varela P., & Fiszman S.M. 2011. Review: Hydrocolloids in fried food. *Journal of Food Hydrocolloids*, 25: 1801-1812.
- 21- Xiong Y.L., Noel D.C., & Moody W. G. 1999. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *Journal of Food Science*, 64. 550-554.
- 22- Yong X., Xin L., Lili Z., Dan L., Jiachao X., & Changhu X. 2011. Effects of alginate gel on rheological properties of hair-tail (*Trichiurus lepturus*) surimi. *Journal of Oceanic and Coastal Sea Research*. DOI 10.1007/s11802-011-1752-2.

## Effects of xanthan, alginate, CMC and thawing properties on Finger fish quality

A. Jamshidi<sup>1</sup>, B. Shabanpour<sup>2</sup>, K. Rahmanifarah<sup>3\*</sup>, S. Y. Peighambari<sup>4</sup>, H. Rostamzad<sup>3</sup>, M. Azaribeh<sup>5</sup>, L. Barzegar<sup>1</sup>

1- Graduated MSc. student, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan

2- Associate professor, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan

3- PhD student, Young Researchers Club, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran

\*Corresponding author (k.rahmanifarah@gmail.com)

4- Assistant professor, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan

5- MSc. student, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor

6- MSc. student, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of xanthan, alginate, CMC and thawing properties on "Finger Fish" quality. Different gums added to pre-dust, to compare these effects and moreover thawing in air and microwave to compare with deep fat frying. Results depicted no significant differences in WHC and ash content ( $P>0.05$ ). Types of added gums and thawing procedures had significant effects on crust adhesion ( $P<0.05$ ). Effects of gum, thawing method and interactions on moisture were significant ( $P<0.05$ ). Fat content of "Finger Fish" just affected by pre-dust gum type ( $P<0.05$ ). Control fried group showed the highest and alginate-air group showed the lowest product yield ( $P<0.05$ ). Gum type and thawing method had significant effects on  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  value ( $P<0.05$ ). Control group had the highest sensorial scores. Overall results showed common frying is the best in frozen "Finger Fish" thawing method and adding mixture of gums and flour into pre-dust has negative effects on final quality yield.

**Keywords:** Fish finger; Frying; Gum; Silver carp; Thawing