# تولید ناگت ماهی کم‌چرب با استفاده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان

سجاد ایزدی[1*]، بهاره شعبانپور[2]، سید مهدی اجاق[3]، مجتبی پوریا[4]

١- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٢- استاد گروه فرآوری محصولات شیلاتی ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٣- استادیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٤- کارشناس ارشد شیلات، اداره کل شیلات استان کرمانشاه

**(تاریخ دریافت: ٩٣/٤/٢٨ تاریخ پذیرش: ٩٣/٩/٨)**

## چکیده

در سال‌های گذشته استفاده از هیدروکلوئید ها در فرآورده‌های سرخ‌کردنی یکی از روش‌های مؤثر جهت کاهش جذب روغن در طی فرآیند سرخ کردن می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف اصلی بررسی تأثیر افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان در مقادیر مختلف ٠/٥، ١، ١/٥ و ٢ درصد به لعاب بر کاهش جذب روغن در ناگت ماهی انجام گرفت. در این پژوهش تمامی ناگت‌های ماهی در دمای ١٨٠ درجه سلسیوس به مدت ٤ دقیقه در روغن آفتابگردان سرخ شدند. نتایج نشان داد تیمار شاهد (لعاب بدون هیدروکلوئید) دارای میزان چربی بیشتری نسبت به سایر تیمارها بود ($p<٠/٠٥$). کمترین میزان چربی در تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد مشاهده شد ($p<٠/٠٥$). به‌طور کلی، افزایش مقدار هیدروکلوئید ها در لعاب موجب افزایش میزان پوشش دهی و میزان رطوبت و کاهش میزان چربی گردید. افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان در مقادیر بالا باعث افزایش میزان روشنایی (L) روکش خارجی ناگت ها نسبت به نمونه‌های تیمار شاهد گردید ($p<٠/٠٥$). میزان سختی بافت ناگت‌ها با افزودن هیدروکلوئید ها به لعاب کاهش یافت ($p<٠/٠٥$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١ درصد بیشترین پذیرش کلی را داشت درحالی‌که تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد کمترین امتیاز را کسب کرد. بنابراین، افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان در مقادیر زیر ٢ درصد به فرمولاسیون لعاب جهت تولید ناگت ماهی کم‌چرب پیشنهاد می‌گردد.

**کلید واژگان:** سرخ کردن، کیتوزان، ناگت ماهی، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، هیدروکلوئید

*مسئول مکاتبات: s.izadi.seafood@gmail.com

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

## ۱- مقدمه

در سال‌های اخیر مصرف فرآورده‌های سرخ‌شده مانند ناگت ماهی به‌دلیل بافت ترد و رنگ و طعم جذاب افزایش یافته است. ناگت ماهی دارای یک بخش درونی آبدار و یک روکش خارجی ترد و طلایی‌رنگ است که محبوبیت زیادی در بین مصرف‌کنندگان سراسر دنیا دارد [۱]. ولی غذاهای سرخ‌شده در طی فرآیند سرخ کردن مقدار زیادی روغن جذب می‌کنند که در برخی موارد تا حدود یک‌سوم وزن ماده غذایی افزایش می‌یابد [۲]. مصرف بیش از حد مواد غذایی سرخ‌شده تأثیر زیادی در شیوع چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی دارد. ازاین‌رو تلاش پژوهشگران و تولیدکنندگان صنایع غذایی بر اینست که غذاهای سرخ شده را به گونه‌ای تولید کنند که ضمن حفظ ویژگی‌های حسی و کیفی، میزان چربی آن کمتر باشد [۳ و ٤]. پوشش دهی با استفاده از هیدروکلوئید ها و فیلم‌های خوراکی، خیساندن در محلول‌های اسمزی، خشک‌کردن مقدماتی، استفاده از مایکروویو، استفاده از ویبراتور و سانتریفیوژ پس از اتمام فرآیند سرخ کردن و روش سرخ کردن تحت خلاء ازجمله روش‌های متعدد مورد استفاده جهت کاهش میزان روغن غذاهای سرخ‌شده می‌باشند [۵- ۱۰]. هیدروکلوئیدها به خاطر دارا بودن خاصیت تشکیل فیلم و همچنین ظرفیت نگهداری آب می‌توانند مانع جذب بیش‌ازحد روغن توسط ماده غذایی در حال سرخ شدن شوند [۵ و ۱۱]. به‌منظور رسیدن به این هدف از هیدروکلوئیدها به مقدار خیلی کم (۰/۵ تا ۲ درصد) در فرمولاسیون لعاب استفاده می‌گردد [۱۲]. هیدروکسی پروپیل متیل سلولز یکی از مشتقات سلولزی است که دارای خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت-دهی می‌باشد. بنابراین توانایی جلوگیری از نفوذ روغن به درون ماده غذایی را دارد [۱۳]. کیتوزان پس از سلولز فراوان‌ترین پلی ساکارید موجود در طبیعت است. کیتوزان تجاری اغلب از استیل‌زدایی کیتین موجود در پوسته سخت‌پوستان استخراج می‌شود [١٤]. امروزه کیتوزان به‌دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردش کاربرد فراوانی در بخش‌های مختلف صنایع غذایی دارد. اما تاکنون تأثیر کیتوزان بر میزان کاهش جذب روغن فرآورده‌های سرخ‌شده بررسی نشده است. هدف از این پژوهش، یافتن مناسب‌ترین درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان با توجه به اثر آن‌ها در مقادیر مختلف (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) بر میزان چربی و رطوبت، رنگ، بافت و خواص حسی ناگت ماهی سرخ‌شده می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) به‌صورت تازه از بازار ماهی‌فروشان شهر گرگان خریداری شد و به آزمایشگاه فرآوری آبزیان گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. سایر مواد مورد نیاز شامل آرد گندم، آرد ذرت، بیکینگ‌پودر، نمک و فلفل قرمز از فروشگاه‌های محلی تهیه شد. پودر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان از شرکت سیگما خریداری شد.

### آماده‌سازی لعاب

لعاب از مخلوطی شامل ۸۰ درصد آرد گندم، ۱۳ درصد آرد ذرت، ۳/٤ درصد نمک، ۳/۱ درصد بیکینگ‌پودر، ۰/٦ درصد فلفل قرمز و مقادیر مختلفی (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان تشکیل شد. لعاب فاقد هیدروکلوئید به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. ترکیبات خشک به نسبت ۱ به ۱/۲ آب مقطر به مدت ۲ دقیقه با هم‌زن دستی مخلوط شدند.

### آماده‌سازی ناگت ماهی

قطعات اولیه ناگت (۲۵ گرمی) با استفاده از گوشت چرخ شده ماهی و یک قالب گرد تهیه شدند. مرحله آرد زنی اولیه این قطعات با استفاده از آرد گندم انجام شد. سپس قطعات آرد زنی شده به مدت ۱ دقیقه در لعاب غوطه‌ور شدند. قطعات لعاب دهی شده به مدت ۱ دقیقه جهت چکیدن لعاب اضافی روی یک سینی مشبک قرار داده شدند و سپس به‌منظور سرخ کردن مقدماتی، ناگت‌ها در روغن آفتابگردان (کارخانه بهار، ایران) با دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ ثانیه سرخ شدند. ناگت‌های نیمه سرخ‌شده در دمای اتاق خنک شدند و پس از بسته‌بندی در نایلون‌های زیپ کیپ، درون فریزر ۲۰- درجه سلسیوس منجمد و نگهداری شدند. سرانجام پس از گذشت ۱ هفته، ناگت‌های ماهی منجمد بدون فرآیند انجماد زدایی درون سرخ‌کن (سرخ‌کن خانگی، مولینکس، فرانسه) حاوی ۲ لیتر روغن آفتابگردان با دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ٤ دقیقه سرخ شدند.



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

### میزان پوشش‌دهی

میزان پوشش‌دهی از طریق فرمول زیر به‌صورت درصد محاسبه گردید [١٥]:

رابطه (١)

$$\text{میزان پوشش دهی (درصد)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

در رابطه بالا، A وزن قطعه ناگت لعاب دهی شده (برحسب گرم) و B وزن اولیه قطعه ناگت بدون لعاب (برحسب گرم) می‌باشد.

### میزان رطوبت و چربی

میزان رطوبت ناگت‌های سرخ‌شده با در نظر گرفتن اختلاف وزن نمونه مشخص قبل و بعد از خشک‌کردن در آون با دمای ١٠٥ درجه سلسیوس به مدت ٢٤ ساعت محاسبه گردید. میزان چربی نمونه‌ها (بر اساس وزن خشک) به کمک دستگاه سوکسله و با استفاده از حلال پترولیوم اتر به مدت ٦ ساعت طبق روش AOAC (٢٠٠٥) اندازه‌گیری شد [١٦].

**رنگ سنجی:**

رنگ ناگت‌های سرخ‌شده توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) سنجیده شد. نتایج رنگ سنجی بر اساس مؤلفه‌های L، $a^*$ و $b^*$ ارائه گردید. شاخص L بیانگر میزان روشنایی (صفر (تاریک) تا ١٠٠ (روشن))، شاخص $a^*$ بیانگر بعد قرمزی-سبزی ($+a^*$ نشان‌دهنده قرمزتر و $-a^*$ نشان‌دهنده سبزتر) و شاخص $b^*$ بیانگر بعد زرد-آبی ($+b^*$ نشان‌دهنده زردتر و $-b^*$ نشان‌دهنده آبی‌تر) می‌باشد.

### بافت سنجی

بافت ناگت‌های سرخ‌شده با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (LFRA 4500, Brookfield, USA) و روش Sahin و همکاران اندازه‌گیری شد [١١].

### ارزیابی حسی

شاخص‌های حسی شامل ظاهر، طعم، احساس روغن در دهان، بافت و پذیرش کلی توسط ١٨ ارزیاب نیمه آموزش‌دیده از دانشجویان کارشناسی ارشد گروه شیلات بر اساس روش هدونیک ٩ نقطه‌ای ارزیابی شد (بی‌نهایت بد:١ تا بی‌نهایت عالی:٩) [١٧].

### تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده‌های حاصل و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون یک‌طرفه One-Way Anova در سطح احتمال ٥ درصد توسط نرم‌افزار SPSS19 انجام شد. جهت تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین نتایج ارزیابی حسی از آزمون غیر پارامتریک Kruskal-Wallis استفاده شد [١٨].

## ٣- نتایج و بحث

### میزان پوشش دهی

تأثیر هیدروکلوئیدها در غلظت‌های مختلف بر میزان پوشش دهی در جدول شماره ١ ارائه شده است. میزان پوشش دهی در واقع مقدار لعابی است که به قطعات ناگت ماهی می‌چسبد [١٢]. ترکیبات تشکیل‌دهنده لعاب بر میزان پوشش دهی مؤثر است [١٩]. مطالعات بسیاری نشان دادند که افزودن هیدروکلوئید ها به لعاب موجب افزایش میزان پوشش دهی می‌گردد [١١، ١٩، ٢٠ و ٢١]. در مطالعه حاضر، میزان پوشش دهی با افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان به‌صورت معناداری افزایش یافت ($p<٠/٠٥$). نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان پوشش دهی به ترتیب در تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد و در تیمار کیتوزان ٠/٥ درصد می‌باشد. میزان پوشش دهی زیاد در تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد ممکن است به دلیل بالا بودن میزان ویسکوزیته ظاهری باشد. مطالعه Dehghan Nasiri و همکاران (٢٠١٢) و همچنین مطالعه Chen و همکاران (٢٠٠٨) و مطالعه Dogan و همکاران (٢٠٠٥) نشان داد که میزان ویسکوزیته لعاب نقش مهمی در میزان درصد پوشش دهی دارد [٢٢، ١٥ و ٢٣]. به‌طورکلی با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها میزان پوشش بیشتری به ناگت ماهی چسبیده شد، بنابراین میزان درصد پوشش دهی افزایش یافت که با نتایج مطالعات دارایی گرمه خانی و همکاران در سال ٢٠١٢ و Amboon و همکاران در سال ٢٠١٢ مطابقت دارد [٢٤ و ١٧].

### میزان رطوبت و چربی

هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان افزوده‌شده به لعاب موجب کاهش معنی دار میزان چربی ناگت ماهی پس از فرآیند سرخ شدن گردید (جدول ٢).



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

**جدول ۱** تاثیر هیدروکلوئید ها در مقادیر مختلف بر میزان پوشش دهی ناگت ماهی

| تیمار | درصد پوشش دهی |
|---|---|
| شاهد | ۳۸/۵۲±۲/۲۶$^{e}$ |
| کیتوزان ۰/۵ درصد | ۴۰/۸۴±۱/۴۷$^{de}$ |
| کیتوزان ۱ درصد | ۴۳/۷۸±۲/۸۶$^{cd}$ |
| کیتوزان ۱/۵ درصد | ۴۵/۳۹±۲/۹۲$^{bcd}$ |
| کیتوزان ۲ درصد | ۵۰/۴۲±۳/۲۸$^{ab}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۰/۵ درصد | ۴۰/۶۸±۱/۸۳$^{de}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد | ۴۵/۵±۲/۶$^{bcd}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد | ۴۷/۶۴±۳/۵۶$^{bc}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۲ درصد | ۵۳/۱۸±۳/۰۸$^{a}$ |

– داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($p<۰/۰۵$).

– نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

۲ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز افزوده‌شده به لعاب بیشترین تأثیر را بر میزان کاهش جذب روغن داشت که ممکن است به‌دلیل تأثیر توأم خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت دهی و میزان بالای پوشش دهی، موجب ایجاد یک لایه ممانعتی مناسب و نسبتاً ضخیم در برابر نفوذ روغن به درون ناگت‌ها گردد [۱۱ و ۱۹]. مطابق نتایج مطالعات Sakhale و همکاران در سال ۲۰۱۱ و Patil و همکاران در سال ۲۰۰۱ با افزایش مقدار هیدروکلوئید ها، میزان چربی ناگت‌های سرخ‌شده کاهش یافت [۲۵ و ۲۶].

**جدول ۲** تاثیر هیدروکلوئید ها در مقادیر مختلف بر میزان چربی ناگت ماهی پس از فرآیند سرخ کردن

| تیمار | درصد چربی |
|---|---|
| شاهد | ۲۲/۶±۰/۳۸$^{a}$ |
| کیتوزان ۰/۵ درصد | ۲۱/۰±۰/۲۶$^{b}$ |
| کیتوزان ۱ درصد | ۱۹/۶۹±۰/۵۴$^{c}$ |
| کیتوزان ۱/۵ درصد | ۱۶/۹۲±۰/۲۲$^{d}$ |
| کیتوزان ۲ درصد | ۱۶/۰۶±۰/۴۸$^{e}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۰/۵ درصد | ۲۰/۸۶±۰/۴$^{b}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد | ۱۶/۴۲±۰/۳۷$^{de}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد | ۱۵/۰۲±۰/۵۱$^{f}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۲ درصد | ۱۳/۵۲±۰/۲۵$^{g}$ |

– داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($p<۰/۰۵$).

– نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

در حین فرآیند سرخ کردن تغییرات ساختاری ماده غذایی به دلیل دمای بالای روغن باعث کاهش رطوبت می‌شود [۲۷]. کاهش رطوبت فرآورده منجر به افزایش میزان تخلخل در آن می‌گردد [۲ و ۲۷]. در حین سرخ کردن، روغن جایگزین رطوبت از دست رفته شده و حفره‌های ریز و درشت را پر می‌کند [۲، ۲۷ و ۲۸]. بنابراین یک رابطه معکوس بین میزان رطوبت و میزان روغن ماده غذایی وجود دارد [۲، ۲۱، ۲۹]. در تحقیق حاضر، نمونه‌های تیمار شاهد به دلیل افت رطوبت بالا بیشترین میزان روغن را داشتند (جدول ۲ و ۳).

**جدول ۳** تاثیر هیدروکلوئید ها در مقادیر مختلف بر میزان رطوبت ناگت ماهی پس از فرآیند سرخ کردن

| تیمار | درصد رطوبت |
|---|---|
| شاهد | ۴۹/۰۲±۰/۷۶$^{f}$ |
| کیتوزان ۰/۵ درصد | ۵۰/۶۲±۱/۱۲$^{ef}$ |
| کیتوزان ۱ درصد | ۵۳/۲۷±۱/۳۴$^{d}$ |
| کیتوزان ۱/۵ درصد | ۵۶/۴۱±۰/۸۳$^{c}$ |
| کیتوزان ۲ درصد | ۵۸/۵۲±۱/۲۶$^{b}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۰/۵ درصد | ۵۲/۱±۰/۶$^{de}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد | ۵۶/۳۸±۰/۹۷$^{c}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱/۵ درصد | ۵۷/۸±۱/۲۳$^{bc}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۲ درصد | ۶۰/۶۴±۱/۰$^{a}$ |

– داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($p<۰/۰۵$).

– نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

همان‌طور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود افزودن هیدروکلوئید ها به لعاب باعث افزایش میزان رطوبت ناگت‌های سرخ‌شده نسبت به تیمار شاهد شد که با نتایج بسیاری از مطالعات دیگر مطابقت دارد [۱۷، ۲۰، ۳۰، ۳۱ و ۳۲]. افزودن ۲ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به لعاب بیشترین تأثیر را بر افزایش میزان رطوبت ناگت‌های ماهی در طی سرخ شدن نشان داد که ممکن است ناشی از افزایش ظرفیت نگهداری آب و جلوگیری از خروج رطوبت در طی سرخ شدن باشد. با افزایش درصد هیدروکلوئیدها، میزان رطوبت ناگت‌های سرخ شده افزایش یافت. همچنین نتایج مشابهی در سایر مطالعات بر روی سمبوسه و پاپاد گزارش شده است [۲۵ و ۲۶].



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

## رنگ سنجی

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 [٣٣]. نتایج رنگ سنجی ناگت‌های ماهی سرخ‌شده در جدول شماره ٤ ارائه شده است. میزان رطوبت از عوامل تاثیرگذار بر میزان واکنش میلارد در فرآورده است. در تحقیق حاضر افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان در مقادیر بالا موجب افزایش میزان روشنایی (L) روکش خارجی ناگت‌ها نسبت به نمونه‌های تیمار شاهد گردید که ممکن است به دلیل تاثیر آن‌ها در افزایش میزان رطوبت ناگت‌ها و در نتیجه کاهش واکنش میلارد باشد. طبق گزارش Akdeniz و همکاران در سال ٢٠٠٦، توانایی هیدروکلوئیدها در اتصال با آب از آب‌زدایی جلوگیری کرده و درنتیجه مانع پیشرفت واکنش میلارد می‌گردد [٢١]. هیدروکلوئیدها همچنین بر میزان قرمزی ($a^*$) و زردی ($b^*$) روکش ناگت‌ها تاثیر معنی دار داشتند. بیشترین و کمترین میزان قرمزی به ترتیب در تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١/٥ درصد و کیتوزان ١ درصد مشاهده شد. تیمار کیتوزان ٢ درصد بیشترین میزان زردی را داشت و این میزان با افزایش درصد کیتوزان افزوده‌شده به لعاب افزایش یافت.

**جدول ٤** تاثیر هیدروکلوئید ها در مقادیر مختلف بر رنگ روکش ناگت ماهی پس از فرآیند سرخ کردن

| تیمار | L | $a^*$ | $b^*$ |
|---|---|---|---|
| شاهد | ٥٨/٤٧±٠/٨٣$^{def}$ | ١٠/٣±٠/٢٥$^{c}$ | ٢٨/٨٣±٠/٦٢$^{cd}$ |
| کیتوزان ٠/٥ درصد | ٥٨/٠٢±٠/٤٨$^{ef}$ | ١٠/٠٨±٠/٥٨$^{c}$ | ٢٨/٢٤±٠/٣٦$^{d}$ |
| کیتوزان ١ درصد | ٥٧/٢١±٠/٧٥$^{f}$ | ٨/٦٣±٠/٤٢$^{d}$ | ٢٩/٩٦±٠/٢$^{bc}$ |
| کیتوزان ١/٥ درصد | ٦٠/٣٥±١/٠٧$^{bc}$ | ٨/٩٢±٠/١٥$^{d}$ | ٣١/٤±٠/٨٩$^{a}$ |
| کیتوزان ٢ درصد | ٦٠/٠٩±١/١٨$^{bcd}$ | ١١/٠٥±٠/٣٦$^{ab}$ | ٣٢/١٨±٠/٧٦$^{a}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٠/٥ درصد | ٥٧/٥٢±٠/٥٦$^{f}$ | ٩/٢٥±٠/٢$^{d}$ | ٣٠/١٦±٠/٤٨$^{b}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١ درصد | ٥٩/٣±١/٣٢$^{cde}$ | ١٠/٥٢±٠/٤٥$^{bc}$ | ٢٦/٦٥±٠/٣١$^{e}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١/٥ درصد | ٦١/٠±٠/٩٧$^{b}$ | ١١/٣٧±٠/٢٧$^{a}$ | ٢٩/٠±٠/٥٦$^{cd}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد | ٦٣/١٦±٠/٦$^{a}$ | ٩/٢٣±٠/٣٣$^{d}$ | ٢٩/٠٨±٠/٩٥$^{bcd}$ |

– داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($p<٠/٠٥$).

– نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

## بافت سنجی

تأثیر هیدروکلوئیدهای افزوده‌شده به لعاب بر بافت ناگت‌های ماهی سرخ‌شده در جدول شماره ٥ قابل مشاهده است. مطابق نتایج مطالعات Chen و همکاران در سال ٢٠٠٩ و Sahin و همکاران در سال ٢٠٠٥، نتایج بافت سنجی نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها در مقادیر بیشتر از ٠/٥ درصد به لعاب موجب کاهش معنی دار میزان سختی بافت می‌گردد [٢٠ و ١١]. کمترین میزان سختی در بافت نمونه‌های تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد مشاهده شد که ممکن است به‌دلیل میزان رطوبت بالا و بافت آبدار آن‌ها باشد. Akdeniz و همکاران در سال ٢٠٠٦ گزارش کردند که رطوبت بالا منجر به کاهش میزان سختی در بافت فرآورده سرخ‌شده می‌گردد [٢١]. Altunakar و همکاران ٢٠٠٦ نشان دادند که هیدروکلوئیدها به‌دلیل ظرفیت نگهداری آب موجب نرم شدن بافت ناگت مرغ می‌شوند و همچنین دریافتند که افزایش میزان پوشش دهی موجب نرم شدن بافت ناگت می‌گردد [١٩].

**جدول ٥** تاثیر هیدروکلوئید ها در مقادیر مختلف بر بافت ناگت ماهی پس از فرآیند سرخ کردن

| تیمار | میزان سختی (N) |
|---|---|
| شاهد | ٦/٢٤±٠/٣٦$^{a}$ |
| کیتوزان ٠/٥ درصد | ٥/٩٨±٠/٣٥$^{ab}$ |
| کیتوزان ١ درصد | ٥/٤٧±٠/٢٣$^{bcd}$ |
| کیتوزان ١/٥ درصد | ٥/١٥±٠/٥٤$^{cde}$ |
| کیتوزان ٢ درصد | ٤/٧٦±٠/٣$^{de}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٠/٥ درصد | ٥/٧٥±٠/٤٣$^{abc}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١ درصد | ٥/١١±٠/٢٧$^{cde}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١/٥ درصد | ٤/٨±٠/٣٨$^{de}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد | ٤/٤٥±٠/٤٦$^{e}$ |

– داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($p<٠/٠٥$).

– نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

## ارزیابی حسی

پژوهشگران در زمینه کاهش جذب روغن با استفاده از هیدروکلوئیدها توصیه کردند که هیدروکلوئید افزوده‌شده به لعاب نباید اثر نامطلوبی بر خواص حسی ماده غذایی داشته باشند و منجر به نپذیرفتن آن از سوی مصرف‌کننده گردد [۱۲]. نتایج ارزیابی حسی نشان داد تمامی نمونه‌ها دارای امتیازات حسی بالا و مورد پذیرش ارزیاب‌ها قرار گرفتند (جدول ٦). همچنین در تمامی شاخص‌های حسی تفاوت معناداری بین تیمار شاهد با سایر تیمارها مشاهد نشد. ناگت‌های حاوی ۲ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان افزوده‌شده به لعاب از لحاظ شاخص‌های حسی امتیاز کمتری را نسبت به سایر نمونه‌ها کسب کردند که ممکن است به علت میزان پوشش دهی بالا باشد. Varela و Fiszman در سال ۲۰۱۱ و Akdeniz و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش کردند که میزان پوشش دهی بر خواص کیفی مانند ظاهر و ضخامت فرآورده و نیز تردی روکش فرآورده‌های سرخ‌شده مؤثر است [۱۲ و ۲۱]. در نهایت، ارزیابان تیمار ۱ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را به‌عنوان بهترین تیمار انتخاب کردند.

**جدول ٦** تاثیر هیدروکلوئیدها در مقادیر مختلف بر شاخص‌های حسی ناگت‌ماهی پس از فرآیند سرخ کردن

| تیمار | ظاهر | طعم | احساس روغن در دهان | بافت | پذیرش کلی |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ٦/٥٢±١/١٧$^{ab}$ | ٥/٩±١/٣٨$^{a}$ | ٦/١٩±٠/٨٥$^{a}$ | ٦/٦٨±٠/٩٥$^{a}$ | ٦/٤٣±١/٤٧$^{a}$ |
| کیتوزان ٠/٥ درصد | ٦/١٣±٠/٨$^{ab}$ | ٦/٠٨±١/٠$^{a}$ | ٦/٠±١/١٨$^{a}$ | ٦/٣٦±١/٣$^{a}$ | ٥/٨٦±١/١٩$^{a}$ |
| کیتوزان ١ درصد | ٦/٦٤±٠/٨٦$^{ab}$ | ٥/٨٨±١/٤٥$^{a}$ | ٥/٤٧±١/٣$^{a}$ | ٦/٥±١/٦٧$^{a}$ | ٦/٣٩±١/٢٥$^{a}$ |
| کیتوزان ١/٥ درصد | ٥/٥٦±٠/٧٣$^{ab}$ | ٦/١٧±١/٢٤$^{a}$ | ٦/٠١±٠/٩٦$^{a}$ | ٦/٤٢±٠/٨$^{a}$ | ٥/٩٥±١/١٣$^{a}$ |
| کیتوزان ٢ درصد | ٥/١±١/٥٢$^{b}$ | ٥/٠±٠/٩$^{a}$ | ٦/٢٩±١/١$^{a}$ | ٥/٣٨±١/٢٦$^{a}$ | ٥/٢٣±٠/٧$^{a}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٠/٥ درصد | ٦/٧٤±٠/٩٨$^{ab}$ | ٦/٣٨±١/١٩$^{a}$ | ٥/٦٢±٠/٧٨$^{a}$ | ٥/٨٩±٠/٩١$^{a}$ | ٦/٢٢±١/٠$^{a}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١ درصد | ٧/١٨±١/٢١$^{a}$ | ٦/٧٣±١/٣٨$^{a}$ | ٦/٤٣±٠/٨٢$^{a}$ | ٧/٣±١/٠$^{a}$ | ٧/١٤±١/٤$^{a}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ١/٥ درصد | ٥/٧٢±٠/٧٥$^{ab}$ | ٦/١±١/١٢$^{a}$ | ٧/١٥±١/٣٦$^{a}$ | ٦/٠٨±١/١٥$^{a}$ | ٦/٥±٠/٩٨$^{a}$ |
| هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ٢ درصد | ٤/٨٦±٠/٨٧$^{b}$ | ٥/٣٢±١/٠٢$^{a}$ | ٦/٧±١/١٦$^{a}$ | ٥/١٧±١/٤٩$^{a}$ | ٥/٤٢±٠/٩٤$^{a}$ |

- داده‌هایی که در یک ستون با حروف مختلف نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($p<٠/٠٥$).
- نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

## ٤- نتیجه‌گیری کلی

افزودن ۲ درصد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بیشترین تأثیر را بر میزان کاهش چربی ناگت ماهی پس از فرآیند سرخ شدن داشت، ولی از لحاظ شاخص‌های حسی امتیاز کمتری نسبت به سایر تیمارها کسب کرد. کیتوزان نیز موجب کاهش جذب روغن شد ولی تأثیر آن کمتر از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بود. از لحاظ امتیازات حسی تیمار هیدروکسی پروپیل متیل سلولز ۱ درصد به‌عنوان بهترین تیمار انتخاب شد.

## ٥- منابع

[1] Fiszman, S. M., and Salvador, A. (2003). Recent developments in coating batters. Trends in Food Science and Technology. 14: 399–407.

[2] Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science Technology. 14: 364-373.

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

[4] Bajaj, I., and Singhal, R. (2007). Gellan gum for reducing oil uptake in sev, a legume based product during deep-fat frying. Food Chemistry. 104: 1472-1477.

[5] Albert, S., and Mittal, G. S. (2002). Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. Food Research International. 35: 445-458.

[6] Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., and Marinos-Kouris, D. (2001). Effect

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

[18] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., and Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry. 120: 193–198.

[19] Altunakar, B., Sahin, S., and Sumnu, G. (2006). Effects of hydrocolloids on apparent viscosity of batters and quality of chicken nuggets. Chemical Engineering Communications. 193: 675–682.

[20] Chen, S. D., Chen, H. H., Chao, Y. C., and 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.

[21] Akdeniz, N., Sahin, S., and Sumnu, G. (2006). Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. Journal of Food Engineering. 75: 522–526.

[22] Dehghan Nasiri, F., Mohebbi, M., Tabatabaee, Y. F., and Haddad, M. H. K. (2010). Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets. Food and Bioprocess Technology. 5: 1238–1245.

[23] Dogan, S. F., Sahin, S., and 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.

[24] Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Maghsudlo, Y., Kashani Nejad, M., and Jafari, M. (2012). Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings. Journal of Food Science and Technology. 51: 1334-1341.

[25] Sakhale, B. K., Badgujar, J. B., Pawar, V. D., and Sananse, S. L. (2011). Effect of hydrocolloids incorporation in casing of samosa on reduction of oil uptake. Journal of Food Science and Technology. 48: 769–772.

[26] Patil, S. J., Singhal, R. S., and Kulkarni, P. R. (2001). Screening of different hydrocolloids for improving the quality of fried papad. European Journal of Lipid Science and Technology. 103: 722-728.

[27] Dana, D., and Saguy, I. S. (2006). Review: mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. Advances in Colloid and Interface Science. 128-130: 267-272.

[28] Pinthus, E. J., Weinberg, P., and Saguy, I. S. (1993). Criterion for oil uptake during of osmotic dehydration pretreatment on quality of French fries. Journal of Food Engineering. 49: 339–345.

[7] Pedreschi, F., and Moyano, P. (2005). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. LWT – Food Science and Technology. 38: 599–604.

[8] Ngadi, M. O., Wang, Y., Adedeji, A. A., and Raghavan, G. S. V. (2009). Effect of microwave pretreatment on mass transfer during deep-fat frying of chicken nugget. LWT-Food Science and Technology. 42: 438–440.

[9] Sothornvit, R. (2011). Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips. Journal of Food Engineering. 107: 319-325.

[10] Garayo, J., and Moreira, R. (2002). Vacuum frying of potato chips. Journal of Food Engineering. 55: 181-191.

[11] Sahin, S., Sumnu, G., and Altunakar, B. (2005). Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. Journal of the Science of Food and Agriculture. 85: 2375-2379.

[12] Varela, P., and Fiszman, S. M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. A review. Food Hydrocolloid. 25: 1801–1812.

[13] Primo-Martín, C., Sanz, T., Steringa, D. W., Salvador, A., Fiszman, S. M., and Van Vliet, T. (2010). Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks: Oil barrier and crispy properties. Food Hydrocolloid. 24: 702-708.

[14] Alishahi, A., and Aïder, M. (2012). Applications of Chitosan in the Seafood Industry and Aquaculture: A Review. Food and Bioprocess Technology. 5: 817–830.

[15] Chen, H. H., Kang, H. Y., and Chen, S. D. (2008). The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. Journal of Food Engineering. 88: 45–54.

[16] AOAC. (2005). Official methods of analysis, 18th. Association of Official Analytical Chemists, Washington.

[17] Amboon, W., Tulyathan, V., and Tattiyakul, J. (2010). Effect of hydroxypropyl methylcellulose on rheological properties, coating pick-up, and oil content of rice flour-based batters. Food Bioprocess Technology. 5: 601–608.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

deep fat frying. Journal of Food Science. 58: 204-205.

[29] Adedeji, A. A., and Ngadi, M. O. (2011). Porosity determination of deep-fat-fried coatings using pycnometer (Fried batter porosity determination by pycnometer). International Journal of Food Science and Technology. 46: 1266-1275.

[30] Parimala, K. R., and Sudha, M. L. (2012). Effect of hydrocolloids on the rheological, microscopic, mass transfer characteristics during frying and quality characteristics of puri. 27: 191-200.

[31] Kim, J., Choi, I., Shin, W. K., and Kim, Y. (2014). Effects of HPMC (Hydroxypropyl methylcellulose) on oil uptake and texture of gluten-free soy donut. LWT-Food Science and Technology. 58: 1-8.

[32] Salvador, A., Sanz, T., and Fiszman, S. M. (2008). Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. Food Hydrocolloids. 22: 1062-1067.

[33] Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S. M., and 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.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]

# Production of low-fat fish nugget using Hydroxypropyl methylcellulose and Chitosan

**Izadi, S.[1*], Shabanpour, B.[2], Ojagh, S. M.[3], Poria, M.[4],**

1. M. Sc. Student, Dept. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
2. Prof., Dept. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
3. Associate prof., Dept. of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
4. M. Sc. of Fisheries, Fisheries Office of Kermanshah Province, Iran

**(Received: 93/4/28 Accepted: 95/8/18)**

In past years, the use of hydrocolloids is an efficient method to reduction of oil absorption during frying process. The main aim of present study was to evaluate the influence of addition of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) and chitosan at different quantities (0.5, 1.0, 1.5 and 2% w/v) to batter on oil absorption reduction in fish nugget. In this research all fish nuggets were fried at 180 °C for 4 min in sunflower oil. The results indicated that control treatment (batter without hydrocolloid) had higher oil content than other treatments (p<0/05). The lowest oil content was observed in 2% HPMC treatment (p<0/05). In general, by increasing the hydrocolloid percentage, the batter pick-up and moisture content was increased and oil content was decreased. The HPMC and chitosan added batters increased the lightness of external crust of fish nuggets than the control samples (p<0/05). The hardness reduced by addition of hydrocolloids to batter formulation (p<0/05). Sensory evaluation indicated that 1% HPMC treatment had highest overall acceptability, while 2% HPMC treatment obtained the lowest score. Hence, addition of HPMC and chitosan to batter formulation at amount of below 2 ٪ was suggested to production of low-fat fish nugget.

**Keywords:** Frying, Chitosan, Fish nugget, Hydroxypropyl methylcellulose, Hydrocolloid

* Corresponding Author E-Mail address: s.izadi.seafood@gmail.com

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12 ]