

علمی پژوهشی

## بررسی اثر کیفیت قطعات مرغ توسط انواع نشاسته طی فرآیند سرخ کردن عمیق

سپیده یوسف زاده ثانی<sup>۱</sup>، سید علی مرتضوی<sup>۱</sup>، زهرا شیخ الاسلامی<sup>۲\*</sup>، مهدی کریمی<sup>۲</sup>،  
امیر حسین الهامی راد<sup>۱</sup>

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۰)

### چکیده

این مطالعه با هدف تولید ناگت مرغ پوشش داده شده با نشاسته های مختلف ذرت (معمولی، اصلاح شده توسط فراصوت، مقاوم به حرارت و پری ژلاتینه) در قالب طرح آماری فاکتوریل کاملاً تصادفی برای تعیین بهترین فرمولاسیون محصول سوخاری انجام گرفت. برای اعمال سونیکاسیون از دستگاه فراصوت بافرکانس ۷۰ کیلو هرتز در زمان ۵ دقیقه و برای سرخ کردن از سرخ کن مجهز به کنترل کننده دما (۱۵۰، ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد) و زمان (۱، ۳ و ۵ دقیقه) استفاده شد. بافت، مولفه های رنگی پوسته و ویژگی های حسی نمونه ها ارزیابی شد. مقایسه میانگین های به دست آمده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد افزودن خمیرابه های پیش تیمار شده با سونیکاسیون، و دما اثر قابل توجهی در کاهش سفتی بافت ناگت داشت. با افزایش زمان و دمای سرخ کردن میزان جذب روغن نمونه ها به طور معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) کاهش یافت. نمونه های پوشیده شده با نشاسته طبیعی ذرت در مقایسه با شاهد امتیاز بیشتری را در ارزیابی حسی دریافت کردند. ارزیابی رنگ در نمونه های پیش تیمار شده با فرآیند سونیکاسیون نشان دهنده کاهش معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) در مولفه های  $a^*$  و  $b^*$  در طی زمان سرخ کردن ۳ دقیقه بود، در حالی که مولفه  $L^*$  به طور معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) نسبت به تیمار شاهد در دمای سرخ کردن ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت.

کلید واژگان: امواج فراصوت، جذب روغن، خصوصیات حسی، ناگت مرغ، نشاسته

\* مسئول مکاتبات: yosefzadeh\_sani@yahoo.com

## ۱- مقدمه

توسعه زندگی ماشینی و شهری منجر به تغییرات زیادی در الگوهای غذایی و شیوه زندگی مردم شده است که در این بین مصرف فرآورده های سوخاری و خمیری خصوصا ماهی و مرغ و فرآورده های دریایی و ماکیان در چند سال گذشته بسیار رایج شده است [۱]. مرغ و گوشت سفید یکی از محبوبترین محصولات در تعداد زیادی از کشورهاست که دلیل عمده محبوبیت آن طعم بی نظیر و بافت منحصر به فرد آن است. از نظر تغذیه ای گوشت سفید منبع غنی از پروتئین و مواد معدنی و اسیدهای چرب غیر اشباع خصوصا اسیدهای چرب دارای باند ۳ گانه و ویتامین هاست. با این حال انواع پروسه شده آن بسیار فساد پذیر و حاوی مقادیر بالای نمک است [۲ و ۳]. بنابر این یافتن روشهایی در جهت کاهش ریسک ناشی از عوامل فوق و اعمال آنها در جهت افزایش ماندگاری، ارزش تغذیه ای و مقبولیت نهایی مصرف کننده بسیار مفید و موثر خواهد بود [۴]. برای رفع این مشکل استفاده از انواع آرد های سوخاری حاوی فیبر غذایی در جهت بالا بردن ارزش غذایی ضروری به نظر می رسد [۵].

نشاسته به عنوان ماده اولیه در صنایع غذایی کاربردهای فراوانی دارد و به دلیل نقشی که در بهبود ویژگی های فیزیکی، بالا بردن ثبات سیستم های کلوئیدی و اثر غلظت دهندگی دارد در صنایع مختلف از آن استفاده می شود. گاهی با تغییر در ساختار نشاسته می توان ویژگی های نشاسته و خواص عملکردی آن را در جهت اهداف تکنولوژیکی بهبود بخشید و به خصوصیات ویژه ای در محصول مورد نظر دست یافت [۶]. با ایجاد برخی تغییرات فیزیکی و شیمیایی نشاسته های پریژل و مدیفیه حاصل میشود که باعث ایجاد خواصی متفاوت و منحصر به فرد در محصول می شوند. بخشی از نشاسته توسط آنزیم های موجود در دستگاه گوارش هضم نمی شود که به این بخش، نشاسته مقاوم گفته می شود که در گروه فیبرهای رژیمی تقسیم بندی می شوند. نشاسته مقاوم تنها به صورت یک پرکننده عمل می کند و نمی تواند ژلاتینه شود و توسط آنزیم های آمیلولیتیک هم تجزیه نمی شود و این باعث می شود که مخمرها نتوانند از آن استفاده کنند و باعث آهسته شدن تخمیر شوند. در نوع نشاسته های ژلاتینه افزایش ویسکوزیته سریع تر ایجاد خواهد شد بدین

معنی که همچون اسفنج عمل نموده آب را سریعاً جذب می نماید [۷].

سرخ کردن، یکی از عملیات واحد است که به منظور تغییر کیفیت غذا به کار می رود. یکی دیگر از مزایای سرخ کردن، اثر حفاظتی آن است که به واسطه انهدام حرارتی میکروباها و آنزیمها و کاهش فعالیت آب در سطح غذا (و در صورتی که غذا به شکل ورقه های نازک باشد، در تمام حجم غذا) حاصل می شود [۸].

اولتراسوند شامل امواج صوتی و ارتعاشات مکانیکی است که در سرتاسر جامد و مایع و گاز بافرکانسی بیشتر از محدوده شنوایی انسان انتشار می یابد. این محدوده می تواند از فردی به فرد دیگر متفاوت باشد و بیشتر از ۲۰ کیلو هرتز است. در صنایع غذایی کاربرد های با شدت پایین به عنوان یک تکنیک آنالیتیکی استفاده می شود [۹ و ۱۰]. در حال حاضر، استفاده از امواج فراصوت در فرآوری مواد غذایی مانند غیرفعال کردن میکروب ها، غیرفعال کردن آنزیم ها، آب گیری و خشک کردن مواد غذایی، فیلتراسیون، انجماد و انجمادزدایی، تبلور و استخراج رنگ دانه ها و یا ذرات غذایی، امولسیون کردن و همگن سازی در جهان در حال گسترش است.

با استفاده از روش هایی مثل پیش تیمار اولتراسوند، مایکروویو، آبگیری اسمزی، آنزیم ببری، پوشش های خوراکی و خشک کردن با هوا، می توان میزان جذب روغن را در محصول کاهش داده و خصوصیات کمی و کیفی را در محصول سرخ شده نهایی بهبود بخشید [۱۱]. امواج اولتراسوند با ایجاد لرزش و انقباض و انبساط های پیایی در داخل ماده غذایی، یک سری کانال های ریز میکروسکوپی در داخل ماده غذایی تشکیل داده و باعث تسهیل خروج رطوبت از این کانال ها می گردند. شناخت پدیده های پیچیده مثل انتقال جرم که حین فرآیند سرخ کردن عمیق مواد غذایی اتفاق می افتد، به منظور طراحی و مدل سازی بهینه این فرآیند با هدف کاهش جذب روغن محصول سرخ شده ضروری می باشد. در حالت کلی، سرخ کردن عمیق شامل سه نوع انتقال جرم متفاوت شامل مهاجرت آب از بخش داخلی ماده غذایی به سطح آن، تراوش ترکیبات جامد به داخل روغن و جذب روغن به داخل ماده غذایی و جایگزینی آن با رطوبت می باشد [۱۲].

آلتوناکار و همکاران (۲۰۰۴) عملگرایی خمیر های متشکله از

بهبود پیدا کرد. تفاوت معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) در خصوصیات عملکردی مشاهده شد [۱۶].

خصوصیات عملکردی نشاسته های برنج و سیب زمینی و گندم تیمار شده با فراصوت را مارکز و همکاران (۲۰۱۴) مورد ارزیابی قرار دادند. طبق یافته های آنان دپلمیریزاسیون نشاسته در سونیکاسیون آب سریعتر از اتانول بود. تیمار صوت خصوصا در آب منجر به بهبود خصوصیات عملکردی نشاسته و کاهش ویسکوزیته خمیر نشاسته گشت [۱۷].

با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت فرمولاسیون خمیرابه در بهبود کیفیت ناگت سوخاری و کاهش اثرات منفی سرخ کردن و افزایش کیفیت محصول به همراه ارزش تغذیه ای آن، هدف از این مقاله بررسی افزودن نشاسته های ذرت تواما" با امواج فراصوت با فرکانس ۷۰ کیلوهرتز بر محتوای بافت، خصوصیات حسی و کیفی ناگت مرغ بود.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد مورد استفاده

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش شامل فیله مرغ (فروشگاه های محلی شهر مشهد)، انواع نشاسته ذرت (اصلاح شده توسط فراصوت، معمولی، مقاوم به حرارت و پری ژلاتینه) با PH ۶/۵ از شرکت راکت (Roquette) فرانسه، آرد گندم (شرکت آرد مشتری-ایران)، حلال هگزان (اسکارلاست scarlost اسپانیا)، آرد سوخاری (شرکت پارس بریانک مشهد)، مواد طعم دهنده و روغن ذرت (تولید شرکت سولار- ترکیه)، نمک یددار (تولید شرکت کریستال-ایران)، آب (تهیه شده از آب لوله کشی شهر-ایران)، پیاز، سیر، بکنینگ پودر (فروشگاه های محلی شهر مشهد) بودند. تیمار های به کار گرفته در تحقیق شامل موارد زیر بودند که هرکدام از تیمارهای فوق الذکر در دما و زمان های ۳ گانه فوق الذکر سرخ شدند:

- ناگت های پوشیده شده با خمیرابه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم=نمونه شاهد (علامت اختصاصی تیمار، control)  
- ناگت های پوشیده شده با خمیرابه حاوی ۹۰ درصد آرد گندم و ۸ درصد نشاسته ذرت معمولی که در فرمولاسیون جایگزین شد (علامت اختصاصی تیمار، native)

نشاسته های مختلف را برای تهیه ناگت های مرغ سوخاری مورد بررسی قرار دادند. آن ها نمونه های مرغ را در خمیرابه های مختلف به مدت ۱۲ و ۹ و ۶ و ۳ دقیقه را در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد سرخ نمودند و مشاهده نمودند که تردی و محتوای روغن بطور معنی داری افزایش می یابد درحالیکه رطوبت با افزایش زمان سرخ کردن کاهش میابد. آن ها مشاهده کردند که زمانی که از نشاسته ذرت استفاده میشود روغن و تخلخل افزایش می یابد و زمانی که از نشاسته تاپیوکا استفاده می شود محتوای روغن کمتر ولی محتوای رطوبت و حجم افزایش می یابد [۱۳].

جویاسوریا و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر اولترا سوند را بر روی خصوصیات فیزیکی شیمیایی و میکروبی گوشت بررسی کردند که مشاهده کردند بکار بردن اولترا سوند روش موثری برای تغییر خصوصیات گوشت و محصولات گوشتی است. نتایج نشان دهنده این است که بعد از بکار گیری ۶۰ ثانیه تیمار اولترا سوند نیروی برشی کاهش می یابد و تردی گوشت بدون آنکه تاثیری بر پخت و افت کل و رنگ آن داشته باشد بهبود میابد. تیمار اولتراسوند اثر قابل توجهی بر روی pH گوشت نداشت به علاوه نمونه هایی که تیمار شده اند ظرفیت نگهداری آب بالایی خواهند داشت [۱۴].

فیژمن و همکاران (۲۰۰۴) عملگرایی خمیر های متشکله از سطوح مختلف نشاسته های مختلف تعدیل شده (تاپیوکا و مومی) را برای تهیه کراکر برنج مورد بررسی قرار دادند. آن ها مشاهده نمودند که تنش و کرنش نرمال بطور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) بهبود می یابد. آن ها گزارش کردند استفاده از نشاسته پری ژلاتینه منجر به افزایش تخلخل و تردی و کاهش دانسیته توده می شود.

در همین راستا محققانی مدلسازی کاهش آب و جذب روغن در طی سرخ کردن سیب زمینی در شرایط اتمسفری و خلا را انجام دادند. جذب روغن در طی سرخ کردن با افزایش زمان فرآیند افزایش یافت و به میزان معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) تحت تاثیر نوع پیش تیمار محصول بود. جذب روغن در نمونه هایی که بلانچ و خشک شدند، کاهش یافت [۱۵].

دارایی و همکاران (۲۰۱۴) اثر پیش تیمار کمکی فراصوت و نشاسته ذرت را بر خصوصیات عملکردی خمیرابه مورد بررسی قرار دادند. مطابق با یافته های آنان ویسکوزیته و اندیس جریان

شد [۱۹].

**۲-۲-۳- بررسی روش اصلاح نشاسته**

برای بررسی تاثیر امواج فراصوت بر نشاسته زمان اعمال امواج فراصوت ۵ دقیقه در نظر گرفته شد و فاکتور درصد بزرگی صوت اعمال شده شامل ۷۰ درصد بزرگی در زمان ۵ دقیقه برای تمام تیمارها ثابت بود. برای هر آزمایش ۲۴ گرم نشاسته بطور دقیق وزن شده و در یک بشر ۵۰۰ سی سی آب ریخته شد و صوت دهی شد. لازم به ذکر است که سیکل دستگاه روی ۱ تنظیم شده، یعنی ایجاد پالس در حین صوت دهی به صورت یک سره و بدون قطع و وصل شدن بود. نوک سنونوترود در حدود نصف ارتفاع مخلوط موجود در بشر در درون آن فرو شد. لازم به ذکر است حین صوت دهی به دلیل جلوگیری از تشکیل امواج ایستا مرتباً "مخلوط در درون بشر تکان داده شدند. نمونه های عمل آوری شده به مدت ۲۴ ساعت در گرم خانه (آون) با دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک و سپس به کمک هاون چینی آسیاب و از الک با اندازه مش ۳۵ عبور داده شدند. نمونه ها پس از بسته بندی در پی اتیلن در دمای محیط تا انجام آزمون ها نگه داری شدند [۲۰ و ۲۱].

**۲-۲-۴- آماده سازی خمیرابه**

اجزای تشکیل دهنده خمیرابه شامل آرد گندم (۹۱/۵ درصد وزنی /وزنی) بکینگ پودر (۳/۱ درصد وزنی /وزنی) و نمک (۵/۴ درصد وزنی /وزنی) بود. علاوه بر این به منظور بررسی تاثیر نشاسته های ذرت بر پارامترهای کیفی پوسته سرخ شده میزان ۸٪ جایگزین آرد گندم شد [۲۲]. آماده سازی خمیرابه با مخلوط کردن مواد خشک با آب با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به نسبت ۱:۱/۲ (وزنی /وزنی) با استفاده از همزن (مولینکس) به مدت ۲ دقیقه به منظور اطمینان از اختلاط کامل ترکیبات صورت گرفت. نمونه های مرغ قالب زده شده هریک به طور جداگانه به مدت ۳۰ ثانیه در خمیرابه فراصوت شده غوطه ور شده (مرحله ی خمیرابه دار کردن) سپس به منظور حذف خمیرابه اضافی به مدت ۳۰ ثانیه به صورت عمودی نگه داشته شدند (مرحله ی چکاندن) سپس سطح نمونه ها با استفاده از آرد سوخاری پوشانیده شد. در مرحله بعد نمونه ها در روغن با دماهای ۱۵۰، ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد سرخ شدند.

-ناگت های پوشیده شده با خمیرابه حاوی ۹۰ درصد آرد گندم و ۸ درصد نشاسته ذرت اصلاح شده که با فراصوت در فرمولاسیون جایگزین شد (علامت اختصاصی تیمار، us)

-ناگت های پوشیده شده با خمیرابه حاوی ۹۰ درصد آرد گندم و ۸ درصد نشاسته ذرت پری ژلاتینه که در فرمولاسیون جایگزین شد (علامت اختصاصی تیمار، pre)

-ناگت های پوشیده شده با خمیرابه حاوی ۹۰ درصد آرد گندم و ۸ درصد نشاسته ذرت مقاوم به حرارت که در فرمولاسیون جایگزین شد (علامت اختصاصی تیمار، h-r)

**۲-۲-۲- روش ها****۲-۲-۱- اندازه گیری ترکیب نمونه نشاسته های مصرفی**

برای ارزیابی میزان رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر و فیبر نمونه های نشاسته از روش های استاندارد AACC (۲۰۰۰) به ترتیب با شماره ۱۶-۴۴، ۱۲-۴۶، ۱۰-۳۰، ۰۱-۰۸ و ۱۰-۳۲ استفاده گردید [۱۸].

**۲-۲-۲- آماده سازی نمونه و سرخ کردن**

ابتدا نمونه فیله مرغ در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد به مدت دو روز فریز شد. قبل از استفاده نمونه ها جهت یخ زدایی در یخچال با دمای ۶ درجه نگهداری شد و در نهایت نمونه به قطعات یکسان با ضخامت ۱/۵ سانتی متر و ۴/۵ سانتی متر بریده شد. ماتریکس مواد غذایی مخلوطی از گوشت مرغ چرخ شده (۸۶٪ /وزنی وزنی)، پیاز رنده شده (۱۰٪ /وزنی وزنی)، سیر رنده شده (۳٪ /وزنی وزنی) و نمک (۱٪ /وزنی وزنی) می باشد. این مواد پس از اختلاط کامل در ظرفی با ابعاد ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی متر تا رسیدن به یک مخلوط همگن و یکنواخت در کیسه فریزر ریخته شده و تا رسیدن به ضخامت مورد نظر نازک شدند. به منظور سهولت در عمل برش زدن پلاستیک های حاوی ناگت به مدت ۱۵ دقیقه در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سپس برش زنی با استفاده از یک قالب دستی به شکل مکعب با ابعاد ۴/۵×۱/۵ سانتی متر انجام شد. در مرحله سرخ کردن روغن مورد استفاده برای اطمینان از یکنواختی دما یک ساعت قبل از سرخ کردن در دمای مورد نظر حرارت داده شد. روغن مورد استفاده در هر آزمون تعویض و به منظور جلوگیری از نوسانات دمایی ضمن فرآیند سرخ کردن تنها ۲ نمونه در هر مرحله سرخ

## ۲-۲-۵- ارزیابی محتوی روغن نمونه

میزان روغن نمونه‌های سرخ‌شده با استفاده از دستگاه سوکسله و از طریق استخراج به وسیله حلال هگزان اندازه‌گیری شد و بر حسب گرم روغن بر گرم ماده خشک بدون روغن گزارش شد [۲۳].

## ۲-۲-۶- آزمون ارزیابی بافت محصول

ارزیابی بافت ناگت در فاصله زمانی ۳ ساعت پس از پخت و با استفاده از دستگاه بافت سنج QTS مدل Farnell, Hertfordshire ساخت کشور انگلیس انجام گرفت. جهت این آزمایش پروب مخصوص با انتهای مخروطی (۱,۶ سانتی متر عرض در ۱,۵ سانتی متر ارتفاع) طراحی و ساخته شد و نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب با سرعت ۵۰ میلی متر در دقیقه از مرکز محصول نهایی و از پوسته به داخل ناگت محاسبه گردید. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب ۹ نیوتن و ۲۱ میلی متر بود. نمونه‌های گوشت مرغ تهیه شده در جهت عمود بر تیغه بروی دستگاه جهت اندازه‌گیری بیشینه نیرو جهت برش انتقال داده شد [۲۴].

## ۲-۲-۷- ارزیابی رنگ پوسته

نمونه‌های خارج شده از سرخ کن پس از حذف مقدار روغن اضافی سرد شدند. آنالیز رنگ پوسته در فاصله زمانی دو ساعت پس از پخت مطابق با یافته‌های sun و همکاران (۲۰۰۸) از طریق تعیین سه شاخص \* L, \* a و \* b صورت پذیرفت [۲۵]. بدین منظور ابتدا نمونه ناگت با ابعاد ۳ در ۴ سانتی متر تهیه گردید و بوسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری از سطح ناگت انجام شد. سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد.

## ۲-۲-۸- آزمون خصوصیات حسی ناگت

نمونه‌های تهیه شده ناگت توسط ۵ داور آموزش دیده از داوران علوم و صنایع غذایی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفتند و طعم و مزه و آرومای آن‌ها بر اساس مجموع امتیازات پارامترهای بو و مزه، رنگ پوسته، ظاهر ناگت و تردی بافت در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از سرخ شدن گزارش گردید. از روش مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱= بسیار بد، ۲= بد، ۳= متوسط، ۴= خوب و ۵= بسیار خوب) استفاده شد. هر داور قطعه‌ای از نمونه (از هر تیمار یک قطعه) که توسط کد تفکیک شده بودند را بصورت تصادفی و انفرادی تست کرده و بین هر مرحله تشخیص آب تازه نوشیده می‌شد [۲۶].

## ۲-۳- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

برای بررسی نتایج و تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا از نرم افزار MSTATc برای آنالیز واریانس و مقایسه میانگین استفاده گردید. مقایسه میانگین تفاوت‌های بین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. و توسط نرم افزار Excell 2007 منحنی‌ها برای میانگین داده‌ها ترسیم گردید. در نهایت تیمار بهینه برای مرحله بررسی اثر صوت بر خمیرابه ناگت انتخاب شد. از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) در قالب طرح فاکتوریل کاملاً " تصادفی به منظور بررسی اثر فرمولاسیون خمیرابه و جایگزینی انواع مختلف نشاسته ذرت، دما و زمان سرخ کردن بر ویژگی‌های کیفی ناگت‌های مرغ سوخاری شده استفاده شد. آزمایش‌ها با سه بار تکرار انجام پذیرفت.

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱- ترکیب نمونه‌های نشاسته

ترکیب نمونه‌های نشاسته در جدول ۱ نشان داده شده است.

Table 1 The chemical composition of corn starches\*

Types of starches chemical composition	Wheat %	Sonication starch	Pregelatinized starch	Heat resistant starch
Moisture (%)	12.6±0.06	10.63±0.03	7.7±0.05	12.2±0.05
Protein (%)	11.3±0.05	6.3 ±0.06	0.8±0.03	4.4±0.02
Ash (%)	0.73±0.03	0.5±0.05	0.3±0.02	0.5±0.04

The numbers are reported as three repetitions and standard deviations, dry basis\*

## ۳-۲- نتایج آزمون ارزیابی جذب روغن

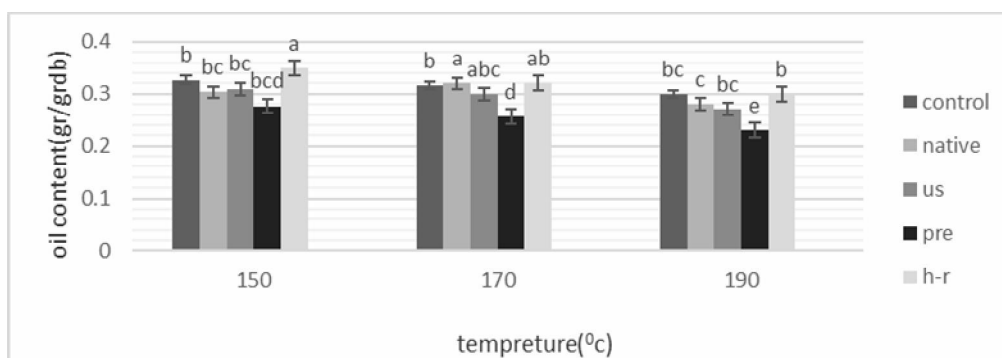
جدول آنوا (ANOVA) نشان دهنده این مطلب است که فرمولاسیون خمیر اثر معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) در کیفیت ناگت مرغ ایفا می نماید. همانطور که در شکل ۱ و ۲ مشاهده میشود ناگت های پوشیده شده با خمیرابه حاوی نشاسته ذرت مقاوم به حرارت مقدار بیشتری جذب روغن را در مقایسه با تیمار های دیگر نشان دادند. شواهد نشان دادند که این امر به دلیل کم بودن قوام آن بود که باعث می شد مانع خوب و موثری برای جذب روغن نباشد. دلیل دیگر آن پایین بودن مقدار پیک آپ آن در مقایسه با تیمار های دیگر بود. که با نتایج (دوگان و همکاران ۲۰۰۷) و (امیریوسفی و همکاران ۲۰۱۰) مطابقت داشت.

در رابطه با اثر فرمولاسیون خمیرابه بر میزان جذب روغن پوسته سرخ شده نیز مشاهده گردید که در ابتدا بیشترین مقدار روغن در طی فرآیند سرخ کردن عمیق در نمونه شاهد مشاهده شد در حالی که پس از جایگزینی آرد گندم با نشاسته ذرت مشاهده شد کمترین جذب روغن در پوسته های نشاسته تحت تیمار فراصوت بدست آمد. بطور کلی مواد غذایی که افت رطوبت بالایی داشته باشند میزان جذب روغن بالاتری خواهند داشت. علاوه بر این مقادیر بالاتر پروتئین و قابلیت تشکیل فیلم و اتصالات عرضی منجر به بهبود تشکیل منافذ عریض با فشار مویبگی کم می شود که این امر باعث ورود مقادیر کم روغن به منافذ میشود. به گزارش اکدنیز<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) ظرفیت اتصال با آب بالا در کنترل جذب روغن موثر می باشد. به طور کلی، هر چه در فرآیند سرخ کردن رطوبت کمتری از ماده غذایی خارج شود، جذب روغن نیز کمتر خواهد بود [۲۶].

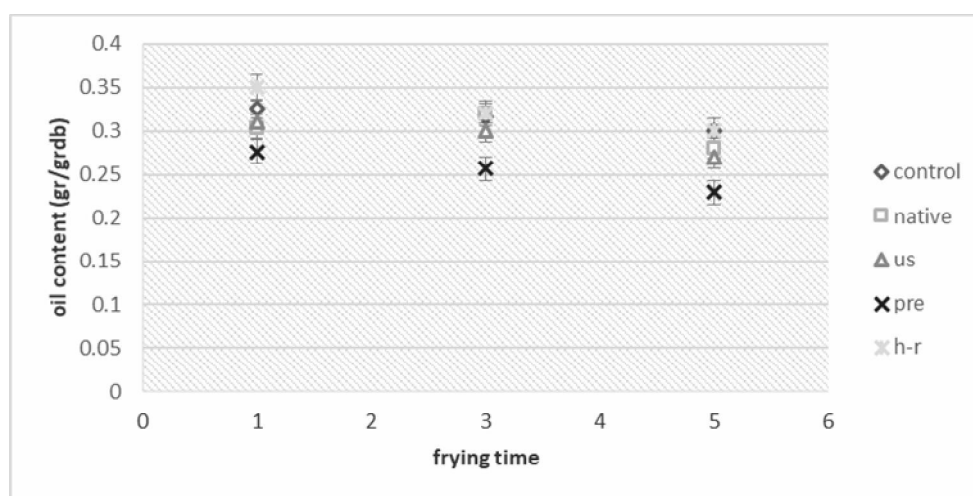
مویانو و همکاران (۲۰۰) بیان کردند که دردهماهای پایین سرخ

کردن نسبت به دماهای بالاتر، برای رسیدن به یک محتوای رطوبتی تقریباً یکسان، زمان بیشتری مورد نیاز است. بنابراین، با افزایش زمان سرخ کردن، جذب روغن می تواند افزایش پیدا کند. نتایج دوگان و همکاران و دهقان نصیری و همکاران هم نشان داد که افزودن نشاسته ذرت به فرمولاسیون خمیرابه ناگت مرغ جذب روغن را در طول سرخ کردن کاهش داد [۲۷]. طبق نتایج به دست آمده از محققان افزایش دما منجر به کاهش جذب روغن می شود و دلیل آن را به این صورت بیان کرده اند که افزایش دما باعث خروج سریع رطوبت از ماده غذایی شده و مدت زمان لازم برای سرخ کردن را کم می کند همچنین، با تشکیل سریع پوسته سخت در ماده غذایی، یک مانع در برابر ورود روغن به ماده غذایی ایجاد شده و میزان جذب روغن را کاهش می دهد. اما برخی دیگر از محققین، عقیده دارند که افزایش دما میزان جذب روغن را افزایش می دهد.

افزودن سونیکاسیون به خمیرابه، به طور معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) باعث کاهش مقدار جذب روغن در طی سرخ کردن شد. اساس محتوای بالای پروتئینی و ظرفیت جذب آب بالای آن و همچنین قوام و ویسکوزیته بالای آن می تواند باعث کنترل از دست دادن رطوبت و جذب روغن در طی سرخ کردن شود که این نتایج با نتایج دوگان و همکاران (۲۰۰۵) و دهقان نصیری و همکاران (۲۰۱۲) مرتبط است [۲۷]. پورسل و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که عملکرد نشاسته ذرت، موجب کاهش چربی غذا می شود. برطبق شکل ۲ نیز افزایش زمان سرخ کردن به طور معنی داری باعث کاهش جذب روغن شد ( $P \leq 0/05$ ). به گزارش اکدنیز و همکاران (۲۰۰۶) ظرفیت اتصال با آب بالا و اثر ساختار ویسکوز صمغ ها و اعمال فراصوت در کنترل جذب روغن موثر می باشد [۲۸].



**Fig 1** Effects of starch types on oil content of chicken nuggets fried for 3 minutes, Different letters show the statistical significant differences ( $p < 0.05$ )



**Fig 2** Effects of batter formulation on oil content of chicken nuggets fried at 190°C, Different letters show the statistical significant differences ( $p < 0.05$ )

فرمولاسیون خمیرابه ضریب قوام خمیرابه افزایش می یابد این امر موجب می شود ضخامت پوسته تشکیل شده بیشتر از سایر خمیرابه ها باشد و در نتیجه از نرمی بافت ممانعت می نماید. این نتایج با نتایج گزارش شده از ون کورتون و همکاران و پولیزر و همکاران، (۲۰۱۵) مطابقت دارد [۲۴ و ۳۰].

ظرفیت بالای اتصال به آب و حفظ آب (اثر مویبگی) در نشاسته اصلاح شده باصوت سبب کاهش سرعت حرکت آب از مغز به سمت پوسته و تاخیر در رتروگراداسیون نشاسته می شود که این امر برای طولانی مدت شدن نرمی مغز و بهبود تازگی لازم است. ویتراک و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که سفتی مغز تمام ناگت های حاوی آرد ذرت و فاقد آنها پس از سرخ شدن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد بطور معنی داری بیشتر شد. در دوره های زمانی یکسان، سفتی کیک تحت تاثیر نوع دمای سرخ شدن و مقدار در صد آرداضافه شده قرار داشت. روند افزایش سفتی در توافقی با نتایج این تحقیق بود [۳۸].

### ۳-۳- ارزیابی نتایج میزان سفتی بافت

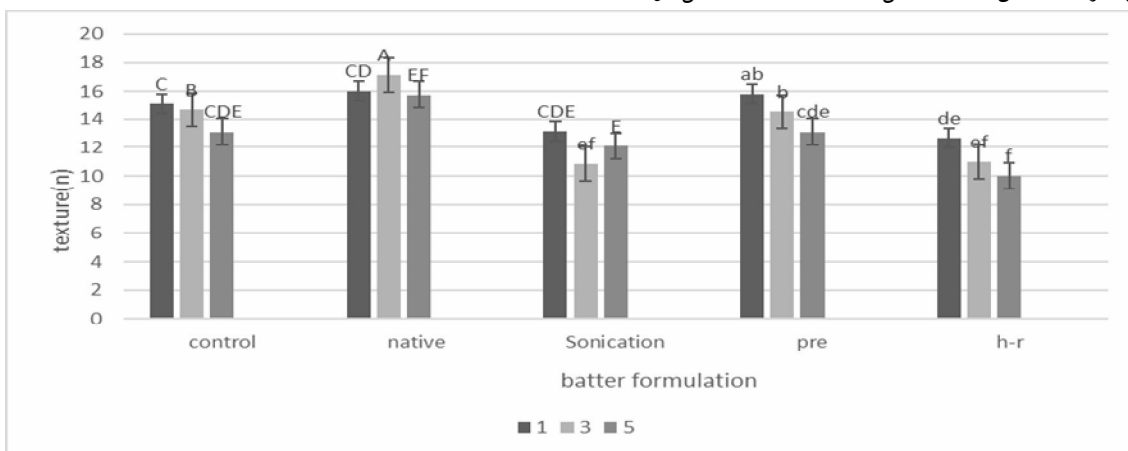
تاثیر تیمار های مختلف بر میزان سفتی بافت سطح ناگت مرغ در شکل ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که فرمولاسیون خمیرابه و نوع نشاسته مصرفی بر بافت ناگت سرخ شده اثر معنی دار داشت ( $P \leq 0.05$ ). همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می شود با افزایش دما میزان سفتی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری کاهش یافت ( $P \leq 0.05$ ) کمترین مقدار سفتی در تیمار حاوی نشاسته همراه فراصوت و بیشترین میزان در تیمار نشاسته طبیعی ذرت حاصل گشت. اعمال امواج فراصوت به دلیل هوادهی بهتر خمیرابه باعث افزایش تعداد حباب های هوادرخمیر شده و افزایش تخلخل را موجب میشود. یافته های شیخ الاسلامی و همکاران (۱۳۸۹) و دهقان نصیری و همکاران (۱۳۹۰) گواهی بر این امر است [۲۹ و ۳۰]. با افزایش دمای سرخ کردن و افزودن نشاسته طبیعی به

جامد در تمام نمونه ها باشد [۲۴]. این موضوع میتواند توجیهی برای شباهت بین حالت ارتجاعی و همچنین تردی تیمارهای مختلف در این تحقیق باشد.

در تحقیق استادانیک و همکاران (۲۰۱۱) نیز به عدم تفاوت معنی دار پیوستگی و حالت ارتجاعی ناگت های گوشت که توسط فیبر رژیمی ۱۰٪ جایگزین آرد گندم شده بود اشاره شد [۳۱].

مشاهدات مشابهی نیز در مورد نرمی بافت ناگت توسط یوسف زاده و همکاران (۱۳۹۲) با جایگزینی آرد ذرت و سویا به جای آرد گندم و اعمال تکنیک فراصوت ثبت شد [۳۲].

می توان سفتی بافت ناگت پوشش دار شده با نشاسته طبیعی سرخ شده در زمان ۵ دقیقه همراه با افزایش دمای سرخ کردن را به دلیل بالا بودن میزان پیک آپ نیز توجیه کرد. همانطور که ذکر شد، برای رسیدن به تخلخل بالا و بنابراین نرمی و تردی مناسب، مقدار ویسکوزیته خمیر باید در حد بهینه باشد. شباهت سفتی تیمار نشاسته اصلاح شده با صوت و تیمار مقاوم به حرارت سرخ شده در دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد می تواند به علت فوق باشد. بطور کلی حالت ارتجاعی و تردی بافت نشان دهنده ایجاد پیوندهای داخلی در شبکه پروتئینی سه بعدی میباشد و عدم تغییر در این ویژگیها ممکن است به دلیل حفظ مقدار یکسان کل مواد



**Fig 3** Effects of batter formulation on texture (hardness) of chicken nuggets fried at 190°C, Different letters show the statistical significant differences ( $p < 0.05$ )

### ۳-۴- ارزیابی شاخص های رنگی

#### ۳-۴-۱- مؤلفه روشنایی پوسته (L\*)

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که اثر فرمولاسیون مختلف خمیرابه بر پارامترهای رنگی پوسته سرخ شده به روش سیستم مدل معنی دار بودند ( $P \leq 0.05$ ).

همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می شود با افزایش زمان صوت دهی میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش یافت ( $P \leq 0.05$ ). همچنین با بررسی نتایج مشخص شد که بیشترین میزان مؤلفه  $L^*$  مربوط به نمونه با ۵ دقیقه اعمال صوت و کمترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد بود. افزایش شاخص  $L^*$  پوسته ناگت در اثر اعمال صوت را می توان در ارتباط با قابلیت سفید کنندگی صوت دانست. همچنین در مورد مؤلفه های رنگی به نظر می رسد یکی از دلایل بالاتر بودن میزان مؤلفه  $L^*$  و  $b^*$  نمونه های اصلاح شده با صوت نسبت به

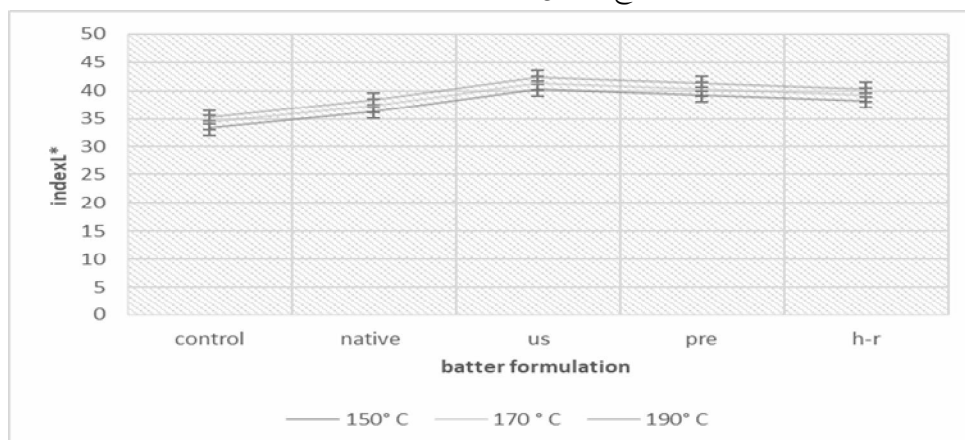
سایر نمونه ها، ظرفیت بالای نگهداری آب باشد زیرا با حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرآیند پخت سبب کاهش تغییرات سطح پوسته می شوند.

روشن ترین رنگ در تمامی زمان ها مربوط به فرمولاسیون نشاسته ذرت اصلاح شده با فراصوت و تیره ترین رنگ ها در تیمارهای نشاسته معمولی و شاهد بود. می توان این امر را ناشی از مقدار بالای پروتئین در فرمولاسیون در نتیجه حضور بیشتر گروه های آمینو اسید و واکنش بیشتر با گروه های کربو هیدراتی دانست که باعث می شود واکنش میلارد با شدت بیشتری رخ دهد [۳۱]. همچنین نمودار نشان می دهد که با افزودن نشاسته پری ژلاتینه به فرمولاسیون فاکتور روشنی بیشتر کاهش پیدا می کند. این نتایج با نتایج به دست آمده از دهقان نصیری و همکاران (۱۳۹۱) و سابانیز و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد [۳۳ و ۱].



بدست آوردند [۲۶ و ۲۷].

محققانی نظیر آکدنیز و همکاران (۲۰۰۶)، چن و همکاران (۲۰۰۹) و دهقان نصیری و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی

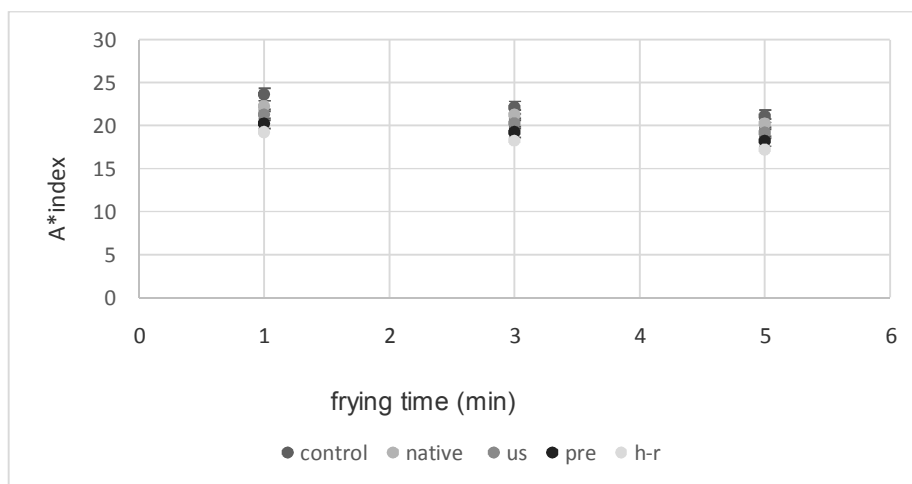


**Fig 4** The effects of temperature and batter formulations on color values ( $L^*$ ) of chicken nuggets at 170 to 190° for 3 minutes. Different letters show the statistical significant differences ( $p < 0.05$ )

۳-۲-۴- مولفه قرمزی ( $a^*$ )

ژلاتینه کمترین میزان مشاهده شد. پورسل و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کردند که با افزایش جایگزینی نشاسته ذرت به جای گندم، رنگ مغز کیک زرد تر شد که مشابه روند نتایج حاصل از این تحقیق بود [۲۸]. در تحقیق لالم و همکاران (۲۰۱۳) مشخص شد که رنگ پوسته ناگت گوشت تا ۱۰٪ جایگزینی آرد گندم با نشاسته مقاوم به حرارت تغییری نکرد، اما با افزایش جایگزینی رنگ پوسته از قهوه ای به قهوه ای تیره تغییر یافت. این نتایج با نتایج این تحقیق هم راستا بود [۸].

این فاکتور میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های سبز و قرمز را نشان میدهد. دامنه آن از -۱۲۰ (سبز خالص) تا +۱۲۰ (قرمز خالص) متغیر است. تاثیر مستقل اعمال صوت و نوع نشاسته مصرفی بر این شاخص اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد. مطابق شکل ۵ با تغییر در فرمولاسیون نشاسته و اعمال فراصوت این پارامتر رنگی کاهش یافت. بطوریکه نمونه تیمار شاهد بیشترین میزان این پارامتر را داشتند و در نمونه نشاسته ذرت اصلاح شده توسط فراصوت و خمیرابه حاوی نشاسته پری



**Fig 5** The effects of time and batter formulations on color values of chicken nuggets at 190° C. Different letters show the statistical significant differences ( $p < 0.05$ )

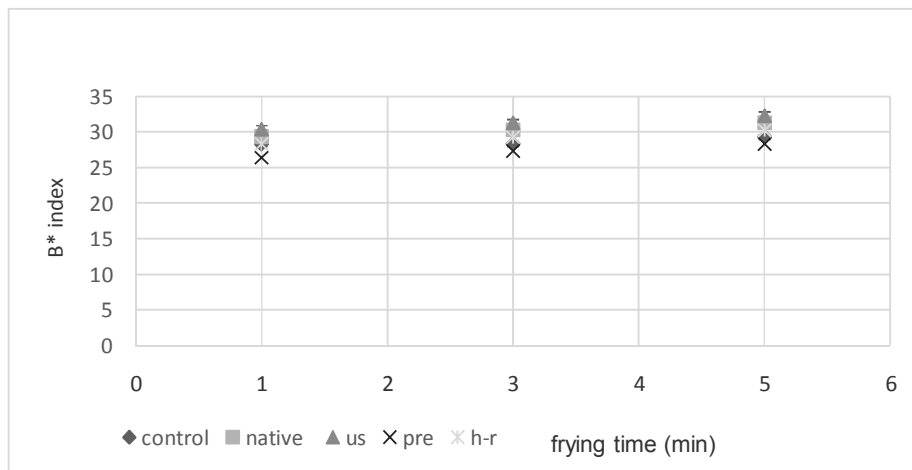


**Fig 6** Comparison of the uniformity of the component a\* (a) the control sample (b) The samples containing different starches (from the right: natural, modified with prigelanize and heat resistant, respectively) Fried at 170 ° C for 5 minutes.

ذرت توسط فراصوت مشاهده گشت. همان طور که در نمودار ۷ مشاهده می شود با افزایش زمان سرخ کردن این پارامتر رنگی افزایش می یابد. دلیل این امر می تواند ناشی از انجام واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی میلارد باشد که باعث افزایش رنگ زرد در نمونه های سرخ شده می شود. طی استفاده از تکنیک فراصوت این تغییرات تشدید گشت. این نتایج با نتایج چوو همکاران (۲۰۱۳) و انصاری فر و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد [۲۴و]. شکل ۸ مقایسه یکنواختی فاکتور رنگی \*b را در تیمارهای مورد آزمایش نشان میدهد.

### ۳-۴-۳- مولفه زردی (b\*)

همانطور که در شکل ۷ مشاهده می شود با افزودن نشاسته ذرت و اعمال فراصوت به فرمولاسیون فاکتور زردی پوسته سرخ شده افزایش پیدا کرد. می توان این امر را ناشی از مقدار بالای پروتئین در فرمولاسیون در نتیجه حضور بیشتر گروه های آمینو اسید و واکنش بیشتر با گروه های کربو هیدراتی دانست که باعث می شود واکنش میلارد با شدت بیشتری رخ دهد. آکدنیز و همکاران (۲۰۰۶) نیز ارتباط پروتئین بالا و افزایش شدت رنگ را بیان کردند [۲۶]. طبق شکل ۷ کمترین مقدار این پارامتر مربوط به نمونه شاهد و بیشترین مقدار در نمونه حاوی نشاسته اصلاح شده



**Fig 7** The effects of time and batter formulations on color values of chicken nuggets at 190 ° C . Different letters show the statistical significant differences (p<0.05)



**Fig 8** Comparison of the uniformity of the component b \* (a) The control sample (b) The samples containing different starches (from the right: natural, modified with prigelanize and heat resistant, respectively) Fried at 170 °C for 5 minutes.

ارزیابی باشد. هر چند که امتیاز آرومای دو تیمار اصلاح شده با صوت و نشاسته مقاوم به حرارت در دمای ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه به علت تفاوت اندک حجم و تردی در سطح ( $P \leq 0.05$ ) معنی دار نبود، با این حال اکثر ویژگیها از نظر ارزیابی های حسی مشابه بود. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می شود بین تیمار های مختلف و نمونه شاهد اختلاف معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) در سطح ۵ درصد وجود دارد. طبق این نمودار با افزایش زمان اعمال صوت مجموع امتیاز پارامتر های حسی امتیاز بیشتری را دریافت کردند. کیم و همکاران (۲۰۱۵) و یاگو و همکاران، (۲۰۱۲) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیده که افزایش صوت پذیرش کلی ناگت حاصل را بهبود می بخشد و پارامتر های حسی بهتر می شود [۳۷ و ۳۵]. از نظر داوران نمونه با ۵ دقیقه سرخ شده ناگت حاوی نشاسته ذرت طبیعی و تیمار حاوی نشاسته مقاوم به حرارت در دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد به ترتیب کمترین و بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده اند. با افزایش دمای سرخ کردن در تیمارهای حاوی نشاسته پری ژلاتینه و مقاوم به حرارت تاثیر معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) در پذیرش کلی داشتند. همچنین تیمارهای شاهد و نشاسته طبیعی و اصلاح شده با فراصوت در دماهای ۱۹۰ و ۱۵۰ درجه سانتیگراد تفاوت معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) را از خود نشان ندادند. جدول ۲ تاثیر تیمار های مختلف بر فاکتورهای ارزیابی حسی را نشان می دهد.

### ۳-۵- نتایج ارزیابی خصوصیات حسی محصول

تاثیر فرمولاسیون مختلف و اعمال فراصوت اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ( $P \leq 0.05$ ) در نمونه شاهد با تیمار اصلاح شده باصوت در دمای ۱۵۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد نشان نداد. طبق جدول ۲ افزایش دمای سرخ کردن و اعمال صوت تاثیری بر طعم ناگت در تیمارهای فراصوت و نشاسته طبیعی ندارد. طبق تحقیقات یوسف زاده و همکاران (۱۳۹۲) با افزایش دمای سرخ کردن تغییر معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) در آروما و عطر ناگت جز در تیمارهای حاوی نشاسته پری ژلاتینه و مقاوم به حرارت حاصل ایجاد نکرده است [۳۲]. همچنین اعمال صوت ۷۰ درصد برای تولید یک آرومای مناسب کفایت می کند و طولانی تر کردن زمان و دما تاثیری ندارد و همانطور که مشاهده می شود در تمام تیمارها به غیر از فراصوت و شاهد در دمای سرخ کردن ۱۵۰ و ۱۹۰ تفاوت معنی دار ( $P \leq 0.05$ ) بوده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که از نظر ارزیابی حسی اثر فرمولاسیون بر کلیه ویژگی های کیفی محصول به جز عطر و طعم معنی دار می باشد ( $P \leq 0.05$ ). در تحقیق انجام شده توسط رسایی و همکاران (۱۳۹۴) با جایگزینی نشاسته اصلاح شده در فرمولاسیون همبرگر کم چرب تمامی تیمارها از امتیاز طعم مشابه با شاهد برخوردار بودند [۳۶]. این نتایج در توافق با نتایج حاصل از این تحقیق نبود. کاهش امتیاز آروما در تیمار می تواند ناشی از خطای گروه

**Table 2** Effect of batter formulation on sensory parameters of chicken nuggets at 190° C, different letters show the statistical significant differences ( $p < 0.05$ ).

samples	texture	Aroma	color	taste	Overall acceptance
control	2.7±0.56 <sup>d</sup>	3.0± 0.02 <sup>d</sup>	3.5± 0.02 <sup>d</sup>	2.7± 0.01 <sup>c</sup>	2.8±0.02 <sup>d</sup>
Native corn starch	3.5± 0.01 <sup>c</sup>	3.8±0.01 <sup>b</sup>	3.5± 0.01 <sup>d</sup>	3.6± 0.01 <sup>b</sup>	3.8± 0.01 <sup>cd</sup>
Us pretreated corn starch	4.5±0.02 <sup>a</sup>	4.0± 0.02 <sup>a</sup>	4± 0.01 <sup>b</sup>	4± 0.02 <sup>a</sup>	4.5± 0.01 <sup>a</sup>
Pregelatinized corn starch	4.0± 0.02 <sup>b</sup>	3.8± 0.01 <sup>c</sup>	4.5± 0.02 <sup>a</sup>	3±0.01 <sup>d</sup>	4± 0.02 <sup>b</sup>
Heat resistant corn starch	3.5± 0.01 <sup>c</sup>	3.7± 0.01 <sup>cd</sup>	3.5± 0.01 <sup>d</sup>	3.8±0.02 <sup>c</sup>	3.5±0.01 <sup>c</sup>

## ۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، جایگزینی بخشی از آرد گندم با درصد مناسبی از نشاسته های مختلف ذرت و اعمال فرا صوت در خمیرابه، سبب بهبود ویژگی های خمیرابه و کاهش جذب روغن می گردد. رنگ پوسته ناگت حاصل با تغییر نوع نشاسته و اعمال فراصوت بهتر شد. بافت و ظاهر عمومی ناگت حاصل از امواج فراصوت بهتر بود بطوریکه کمترین سفتی در تیمار حاوی نشاسته همراه فراصوت و بیشترین سفتی در تیمار حاوی نشاسته ذرت طبیعی مشاهده شد. مولفه  $L^*$  پوسته ناگت نیز به طور معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) با اعمال صوت افزایش یافت. از بین تیمار های مورد آزمایش نمونه های حاوی نشاسته اصلاح شده توسط امواج فراصوت و سرخ شده در دمای ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان ۳ دقیقه به عنوان تیمار بهینه معرفی گشت.

## ۵- منابع

- [7] Gamonpilas, C., Pongjaruvat, W., Methacanon, Seetapan, P. N., Fuongfuchat, A. and Klaikherd, A, 2013. Effects of cross-linked tapioca starches on batter viscosity and oil absorption in deep-fried breaded chicken strips". *J Food Engineering*. 114(2), 262-268.
- [8] Lalam, S., Sandhu, J S., Takhar, PS., Thompson, LD. and Alvarado, C, 2013. Experimental study on transport mechanisms during deep fat frying of chicken nuggets. *LWT-Food Sci Technol.*, 50. (1), 110-9 .
- [9] Ovsianko, S.L, Chernyausk, T. A., Minchenya, V.T, 2005. Effect of ultrasound on activation of serine protease precursors. *Ultrasonics Sonochemistry* .12: 219.223.
- [10] Elmehdia H., Pagea J.H., Scanlonb M.G., 2003. Using sound waves to investigate the cellular structure of bread crumb. *Journal of Cereal Science* 38, 33-42.
- [11] Krokida, M.K., Oreopoulou, V., and Maroulis, Z. B., 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. *Journal of Food Engineering*. 44(1), 39-46.
- [12] Blumenthal, M.M., 1991. A new look at the chemistry and physics of deep fat frying. *Food Technology*. 45, 68-71.
- [13] Altunakar, B., Sahin, S., Sumnu, G., 2004. Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets. *European Food Research and Technology* 218 (4), 318-322.
- [14] Jayasooriya, S. D., Torley, P., Darcy, B. R. and Bhandari, B. R, 2007. Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine semitendinosus and longissimus muscle *Meat Sci.*, 75, 628 - 639.
- [15] Fiszman, S. M, 2008. Quality of battered or breaded products. In S. Sahin, & S. G. Sunnu (Eds.), *Advances in deep fat frying of foods* (pp. 243 -261). Boca Raton: CRC Press 639.
- [16] Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, HO., Maghsudlo, Kashani Nejad, Y., and Jafari, M, 2014. Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings. *J Food Sci Technol.*, 51 (7), 1334-1341.
- [17] Marquez, G.R., DiPierro, P., Esposito, M., Mariniello, L. and Porta, R, 2014. "Application of Tran's glutaminase- cross linked whey protein/ pectin films as water barrier coatings in fried and baked foods", *Food and Bioprocess Technology*, vol.7 NO .2, pp.447-455.
- [18] AACC methods, 2000. Approved methods of
- [1] Dehghan Nasiri, M., Mohebbi, M., Yazdi F. T, and. Khodaparast. M. H, 2012. 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.
- [2] Ngadi, M., Li, Y., & Oluka, S, 2007. Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. *LWT Food Science and Technology*, 40, 1784-179
- [3] Amiryousefi, R., Mohebbi, M., and Khodayan, F, 2010. Kinetics of mass transfer in microwave precooked and deep-fat fried ostrich meat plates. *Food and Bioprocess Technology*, DOI: 10.1007/s11947-010-0373-
- [4] Ansarifar, A., Mohebbi, M., Shahidi, F., 2012. Studying Some Physicochemical Characteristics of Crust Coated with White Egg and Chitosan Using a Deep-Fried Model System. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 3: 685-692
- [5] Chen, S. D., Chen, H., Chao, Y. C. and Lin, R. S, 2009. Effect of batter formula on qualities of deep fat and microwave-fried fish nuggets. *J Food Engineering*, 9 (5), 359-364.
- [6] Adzahan, N. M, 2002. Modification on wheat, sago and tapioca starches by irradiation and its effect on the physical properties of fish cracker (keropok). *Food Techno*. Selangor, University of Putra Malaysia. Master of Science. 222-225.-

- properties of dough and quality of bread wheat has Age, Iranian Journal of Food Science and Technology, Vol. 7, No. 2, pp. 39-49. (In Persian).
- [30] Van Koerten, K. N., Schutyser, M.A.I., Somsen Xu, D., and Boom, R.M. 2015. "A pore inactivation model for describing oil uptake of French fries during pre-frying", *Jurnal Food engineering*, vol 146. pp. 92-98. 106.
- [31] Stadnik, J. and Dolatowski, Z.J. 2011, "Influence of sonication on Warner- Bratzler shear force, color and myoglobin of beef", *Eur Food Res Technol*. Vol. 23, pp., 553-559.
- [32] Yosefzadeh sani, s., salehi, s., & sheikholeslami, z. (2013). The effect of corn and soy flour in batters on chicken nuggets. *Journal of Food Science*, 65, 1194-1197.
- [33] Sabanis, D & Zia, C. T. 2009. Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food and bio press technology*. 2, 68-79. Doi: 10.1007/s11947-007-0037-7
- [34] Choe, J.H., Kim, H Y., Lee, JM., Kim, YJ. And Kim, CJ. 2013. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacer's. *Meat Sci.*, 93(4), 849-54.
- [35] Yagua, C. V and Moreira, R. G. 2012, "Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying", *Journal of Food Engineering*, vol. 104 NO. 2, pp. 272-283.
- [36] Rasayi, S., Hosseini A., and Salehi far, M 2015, "Effect of modified starch on some of the physicochemical and sensory properties of low fat hamburger. *Journal of Veterinary Research*, No.6, pp.89-98.
- [37] Kim, M.K., Oreopoulou V., and Maroulis, Z.B. 2015, "Quality Evaluation of Chicken Nugget Formulated with Various Contents of Chicken Skin and Wheat Fiber Mixture", *Journal of Food Engineering*, vol 44 No.1, pp.39-46.
- [38] Vitrac, O., Dufour, D., Trystram, G., and Raoult-Wack, A.L., 2002. Characterization of heat and mass transfer during deep-fat frying and its effect on cassava chip quality. *Journal of Food Engineering*. 53(2), 161-176.
- the American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul. MN, USA
- [19] 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
- [20] Jamberk AR. and Hersek, Z, 2010. Ultrasound effect on physical properties of corn starch. *Food and Bio Technol*
- [21] Leach, H w, M cCowan, LD and Schoch, T J., 1959. structure of the starch granule, swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chemisrty*, 34, 534-544.
- [22] 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.
- [23] Ziaififar, A. M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., & Trystram, G, 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1410-1423.
- [24] Polizer, Y., Pompeu, D., Hirano, M., Alvarenga, M. Trindade, M., 2015. Development and evaluation of chicken nuggets with partial replacement of meat and fat by pea fiber. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(1), 557-563.
- [25] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation, Academic Press, New York
- [26] Akdeniz, N., Sahin, S., Summu, G., 2006. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering* 75 (4), 522-526.
- [27] Moyano, P.C., and Pedreschi, F., 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments. *LWT - Food Science and Technology*. 39(3), 285-291.
- [28] Purcell, S., Wang YJ. And Seo, HS. , 2014. Application of oxidized starch in bake-only chicken nuggets. *Jurnal of Food science.*, 79 (5), 557-563. Doi: 10.1111/1750-3841.12466. Epub 2014 Apr 22.
- [29] Sheikholeslami, Z, Mortazavi, S. A, Purrazng, H, Nasiri Mohallati, M., 1389. The influence of ultrasonic waves on the rheological

## The effects of the quality of chicken parts by starch during deep frying

Yosefzadeh Sani, S.<sup>1</sup>, Mortazavi, S. A.<sup>1</sup>, Sheikholeslami, Z.<sup>2\*</sup>, Karimi, M.<sup>2</sup>,  
Elhami Rad, A. H.<sup>1</sup>

1. Department of Food Science & Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

2. Agricultural engineering research department. Khorasan Razavi agricultural and natural Resources research education center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO) AREEO, Mashhad, Iran's

(Received: 2018/03/17 Accepted: 2020/08/31)

This study was tested to evaluate the influences of different maize starches (native, modified with sonication, pre-gelatinized, Heat Resistant) replacement in batter coating, based on factorial experiments in a completely randomized design to determine the best formulation of breadcrumbs. Samples were sonicated with 70 kHz for 5 minutes and a fryer equipped with a temperature controller (150, 190 and 170 degrees centigrade) and time (1, 3 and 5 minutes) was used for frying. Quality parameters (texture, crust color values, oil absorption, sensory properties) of chicken nugget were measured during frying. Obtained result indicated that addition of ultrasound pretreatment batters and temperature influenced in texture hardness reduction of nuggets. Oil content of whole nuggets was found to decrease significantly ( $P < 0.05$ ) with frying time and temperature. Chicken nuggets with native maize starch compared to control ones showed better scores for organoleptic properties. Color evaluation in samples containing native and sonication pretreatment showed significant ( $P < 0.05$ ) reduction in  $a^*$  and  $b^*$  values at 3 minute frying, whereas  $L^*$  values were significantly ( $P < 0.05$ ) increased compared to control treatments at 170 and 190° c. Samples hardness was decreased due to frying temperature.

**Keywords:** Ultrasound, Oil absorption, Organoleptic properties, Chicken nuggets, starch.

---

\*Corresponding Author Email Address: yosefzadeh\_sani@yahoo.com