

## مقایسه تاثیر امواج فراصوت و آرد سویا بر ویژگی های نان قالبی

آزاده شاهسون تبریزی<sup>۱</sup>، زهرا شیخ الاسلامی<sup>۲\*</sup>، اسماعیل عطای صالحی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، قوچان، ایران.

۲- عضو هیات علمی بخش فنی مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان، گروه مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی، قوچان، ایران.

تاریخ دریافت: (۹۰/۵/۱۰) تاریخ پذیرش: (۹۱/۷/۳)

### چکیده

با توجه به مضرات افزودنی های شیمیایی از جمله بنزوئیل پر اکسید که به عنوان رنگبر در صنایع آرد استفاده می شود، امروزه به دنبال یافتن جایگزین های ایمن برای آنها هستند. تاثیر امواج فراصوت در تشدید فرآیندهای اکسیداسیون از طریق اعمال هوادهی به اثبات رسیده است و استفاده از این امواج می تواند جایگزین مناسبی برای رنگبرهای شیمیایی باشد. در این پژوهش در مرحله اول اثر امواج فراصوت در شدت های (۲۰، ۵۰ و ۷۰ درصد) در زمان های (۱، ۳ و ۵ دقیقه) و در مرحله بعد اثر آرد سویای فعال آنزیمی در سه سطح (۴، ۸ و ۱۲ درصد) بر میزان تخلخل، رنگ پوسته و مغز و ویژگی های حسی نان قالبی بررسی شد. مقایسه بین بهترین تیمار صوت دهی و تیمار حاوی آرد سویا انجام شد. نتایج نشان داد افزایش شدت و زمان اعمال صوت تاثیر مثبت بر ویژگی های نان به جز طعم و بو داشت. با اعمال امواج فراصوت رنگ نان سفیدتر، خواص ظاهری و بافت بهتر و بیاتی نان به تاخیر افتاد. امواج فراصوت با شدت ۷۰ درصد در زمان ۵ دقیقه بهترین اثر را در کیفیت نان داشت. تیمار حاوی ۴ درصد آرد سویای فعال بهترین تیمار از نظر تخلخل، بافت و خواص حسی به خصوص بو و طعم بود. بهترین نمونه از نظر رنگ، تخلخل، بافت و ماندگاری و در نهایت پذیرش کلی در مقایسه بین دوروش صوت دهی و استفاده از آرد سویا نمونه صوت دهی شده بود.

کلید واژگان: نان قالبی، امواج فراصوت، آرد سویا، پردازش تصویر، ارزیابی حسی.

\* مسئول مکاتبات: shivasheikholeslami@yahoo.com

## ۱- مقدمه

نان در اشکال مختلف آن یکی از اصلی ترین مواد غذایی است که توسط انسان مصرف می شود. پس از پخت، تازگی نان به سرعت از بین می رود و نان بیات قابلیت فروش نخواهد داشت. ضایعات نان به علت بیاتی از لحاظ اقتصادی اهمیت بسیار زیادی دارد. امروزه صنعتی شدن، تولید در مقیاس وسیع و افزایش تقاضای مشتری برای تولید محصولی با کیفیت و ماندگاری بالا، نیاز به افزودنی های غذایی طبیعی را ایجاد کرده است [۱ و ۲]. یکی از مشکلات عمده نان افزودنی های آن به خصوص افزودنی های شیمیایی است از جمله بنزوئیل پر اکسید که به عنوان رنگبر استفاده می شود و آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، آن را به عنوان سرطان زا طبقه بندی کرده است [۳]. از طرفی استفاده از امواج فراصوت به عنوان کاتالیزور و کمک به اکسیداسیون در محصولات مختلف به ویژه مواد غذایی بسیار موثر است [۴، ۵ و ۶]. یکی از اثرات شیمیایی امواج فراصوت با فرکانس پائین، تسریع واکنشهای اکسیداسیون است [۷].

مارچسینی و همکاران (۲۰۱۲) اثرات شدت و مدت زمان های مختلف اولتراسوند در ترکیب، اکسیداسیون، پنیر سازی و خواص و صفات حسی شیر خام استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند اولتراسوند با قدرت بالا باعث بهبود صفات انعقاد شیر خام و کاهش تعداد سلول های سوماتیک و خروج طعم های نامطلوب از شیر خام می شود. همچنین این محققین مشاهده کردند کاهش شدت و مدت زمان اولتراسوند سبب کاهش اثر مخرب روی گلبول های چربی و کاهش اکسیداسیون می شود [۸].

پیلای و همکاران (۲۰۰۳) نیز معتقدند که امواج فراصوت و امواج ماکروویو به عنوان کاتالیزور بسیار مناسب می باشند [۹]. کیدک و اینسه سال ۲۰۰۷ بیان داشتند که امواج فراصوت باعث پیشرفت واکنش اکسیداسیون می شود [۱۰]. لموین و همکاران (۲۰۰۰) اثر امواج فراصوت را روی کربوهیدرات بررسی کردند و اعلام کردند این امواج سبب اکسیداسیون اولیه قندها مانند ساکارز می شود [۱۱].

در صورت استفاده از امواج فراصوت رنگ نان حاصل از آرد گندم سن زده تیمار شده سفیدتر و خواص ظاهری و بافت نان حاصل بهتر می شود. شیخ الاسلامی و همکاران در ۱۳۸۹ تأثیر

امواج فراصوت بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان حاصل از گندم سن زده را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که امواج فراصوت با شدت ۷۰ درصد در زمان ۵ دقیقه بهترین اثر را در حفظ خصوصیات رئولوژیکی خمیر دارد. اعمال صوت جذب آب آرد، ثبات خمیر، کشش پذیری و مقاومت به کشش خمیر را بهبود بخشید. رنگ نان حاصل از آرد گندم سن زده تیمار شده با امواج فراصوت سفیدتر و خواص ظاهری و بافت نان حاصل بهتر بود. حجم مخصوص نان تهیه شده از این آرد نیز در مقایسه با شاهد به طرز معنی داری افزایش یافت [۱۲]. سانچز (۲۰۱۱) تأثیر امواج فراصوت را به منظور بهبود کیفیت و ارزش تغذیه ای محصولات نانوائی بررسی و اثرات مثبت این امواج را در کیفیت نان حاصل مشاهده کردند [۱۳].

تان و همکاران (۲۰۱۱) از امواج فراصوت برای عملیات مخلوط کردن در کیک اسفنجی در زمان ۳، ۶ و ۹ دقیقه استفاده کردند، آنها به این نتیجه رسیدند که استفاده از این امواج در زمان ۶ دقیقه باعث بهبود ویژگی های بافت، تخلخل، ماندگاری، سفتی کیک اسفنجی و بهبود خواص رئولوژیکی خمیر می گردد. آنها معتقدند که شدت اولتراسوند و مدت زمان در مخلوط کردن خمیر کیک اثرات قابل توجهی در خواص خمیر و کیک حاصل دارد و اعلام کردند که مدت زمان صوت دهی موثر تر از شدت صوت در ایجاد این تغییرات می باشد [۱۴].

شیرزایی و همکاران در سال ۱۳۹۲ تأثیر امواج اولتراسوند بر خواص آسیابانی گندم و عملکرد آرد تولیدی را بررسی کردند در این تحقیق همزمان با استفاده از آب از امواج اولتراسوند در مشروط سازی گندم استفاده شد. در این تحقیق از نفوذ پذیری امواج به منظور عاملی برای تسریع مشروط کردن، استفاده گردید. نتایج نشان داد که افزایش شدت و زمان اعمال صوت تأثیر مثبت روی همه ویژگی های نان به جز طعم و بو داشت. با افزایش شدت و زمان اعمال صوت تا شدت صوت ۷۰٪ نمونه ها بالاترین امتیاز را به لحاظ مجموع امتیاز حسی کسب نمودند با افزایش اعمال صوت بیاتی کاهش یافت. در نهایت با مقایسه اثر متقابل شدت و زمان اعمال صوت بر ویژگی های آسیابانی و عملکرد آرد تولیدی بیان داشتند که تیمار با شدت ۷۰ درصد و ۳ دقیقه اعمال صوت در بهبود کیفیت و تسریع در مشروط کردن مؤثرتر بود [۱۵].

خمیر مایه رضوی (مشهد، ایران) و بهبود دهنده با نام تجاری K500 از شرکت پویش (مشهد، ایران) و سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات (نمک و روغن مایع آفتابگردان با نام تجاری شادگل) تهیه شد.

## ۲-۲- روش‌ها

### - ارزیابی خصوصیات آرد گندم و آرد سویا

ویژگی های شیمیایی آرد گندم و آرد سویای فعال مطابق با روشهای AACC, 2000 شامل رطوبت (۱۶-۴۴)، درصد خاکستر (۰۸-۰۱)، گلوتن (خشک و مرطوب) (۱۱-۳۸)، پروتئین مورد نظر در آرد سویای فعال (۱۰-۴۶) و درصد چربی آرد سویای فعال (۱۰-۳۰) انجام شد [۱۸]. فعالیت آبی آرد گندم و آرد سویای فعال با استفاده از دستگاه اندازه گیری فعالیت آبی (مدل Novasina msl-aw Axair Ltd) ساخت کشور سوئیس در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری گردید (جدول ۳و).

### - روش اعمال امواج فرا صوت

برای اعمال امواج فرا صوت از دستگاه تولید کننده امواج فرا صوت (UP200 H) ساخت شرکت هسلر آلمان استفاده شد. این دستگاه نوسانات مکانیکی طولی با فرکانس ۲۴۰۰۰ سیکل در ثانیه (۲۴ KHZ) تولید می کند. سونوتروود آن از جنس آلایز تیتانیوم بود. بزرگی نوسان بطور مداوم قابل تنظیم بود. علاوه بر این، امکان ایجاد پالس در دستگاه قابلیت تنظیم قطع و وصل شدن اعمال صوت را میسر می کرد. با کوچکتر شدن نوک سونوتروود قدرت صوتی ساطع شده کمتر، اما بزرگی و دانسیته انرژی بیشتر می شود. بنابراین قابلیت کائیتاسیون افزایش می یابد. سونوتروود مورد استفاده در این تحقیق مدل S<sub>3</sub> انتخاب شد که حداکثر عمق قابل نفوذ آن ۹۰ میلی متر قطر آن ۳ میلی متر و حداکثر بزرگی که ایجاد می کند ۲۱۰ μm و حداکثر دانسیته قدرت صوتی برابر ۴۶۰ W/cm<sup>2</sup> بود.

برای بررسی تأثیر امواج فراصوت زمان اعمال امواج فرا صوت (۱، ۳ و ۵ دقیقه) و عامل شدت صوت اعمال شده شامل (۲۰، ۵۰

عادل و همکاران، ۱۳۸۵ تأثیر آرد سویا بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان بربری را بررسی کردند. نتایج نشان داد که نان های حاوی درصد بالاتر سویا دیرتر بیات شدند، در آزمون حسی نان های حاصل از اختلاط ۳ درصد آرد سویا با آرد گندم با ۸۲ درصد استخراج بیشترین امتیاز پذیرش کلی را به دست آورد. آنها در تحقیقات خود به این نتایج رسیدند که با افزایش درصدهای آرد سویا درصد تخلخل کاهش می یابد و همچنین با افزودن آرد سویا به آرد با ۸۸ درصد استخراج، سفتی بافت در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش یافت و افزایش آرد سویا بافت نان را تحت تأثیر قرار داد و اثر منفی روی این پارامتر داشت و از طرفی رنگ مغز و پوسته در نان حاصل بهبود یافت [۱۶].

راستوجی و سینگ، ۱۹۸۹ اثر گونه های مختلف سویا دارای چربی بر روی ویژگی های کیفی نان بررسی نموده و اعلام کردند که رنگ نان در اثر افزودن سویا بهبود یافت اما طعم نان های غنی شده با ۱۲ درصد آرد سویا تحت تأثیر طعم لوبیایی آرد سویا قرار گرفت و از نظر حسی، نان قابل قبول نبود [۱۷].

هدف این پژوهش بهبود خواص کیفی و حسی نان بویژه رنگ و رسیدن به یک محصول با قابلیت پذیرش بالا از طریق اعمال امواج فراصوت و افزودن آرد سویای فعال و جایگزینی استفاده از افزودنی های شیمیایی با این روشها است. تا در نهایت نان با خواص حسی، ظاهر عمومی و رنگ بهتر ارائه و از ضایعات جلوگیری شود.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

آرد ستاره (درجه استخراج ۸۲ درصد) از کارخانه آرد پارسان (مشهد، ایران) تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. آرد سویا فعال از شرکت پروتئین توس سویا تهیه و در یخچال نگهداری شد. مخمر مورد استفاده ساکارومایسس سرویسیا<sup>۱</sup> بود که به شکل پودر مخمر خشک فعال بصورت بسته بندی وکیوم از شرکت

2. Hielscher  
3. Sonotrode

1. *S.cerevisiae*

ایتالیا با درجه حرارت ۲۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه عملیات پخت صورت پذیرفت.

#### - روش تهیه خمیر و پخت نان حاوی آرد سویا

برای تهیه خمیر دستور زیر استفاده شد:

۱۰۰۰ گرم آرد گندم، ۱۰ گرم مخمر خشک، ۱۰ گرم روغن، ۱۲ گرم نمک، ۴ گرم بهبود دهنده و ۵۶۰ گرم آب و آرد سویا فعال در سطوح مشخص (صفر، ۴، ۸، ۱۲) درصد. برای تهیه خمیر همانند روش قبل از روش تهیه خمیر اسفنجی استفاده شد. به این صورت که در مرحله اول تمام آرد سویا با ۲۰ درصد آرد گندم و ۹۰ درصد آب مورد نظر را با هم مخلوط کرده و در مرحله بعد بقیه مواد اولیه را اضافه می کنیم. در ادامه برای پخت نان مطابق روش پخت نان صوت دهی شده ادامه کار صورت پذیرفت.

#### ۲-۴- خصوصیات اندازه گیری شده برای تیمارها

##### - ارزیابی رنگ پوسته و مغز

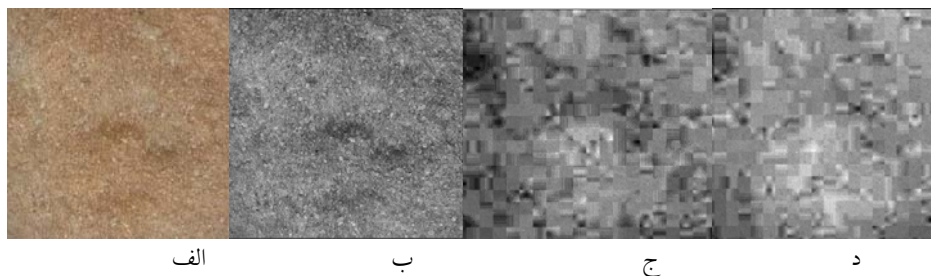
آنالیز رنگ پوسته در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت مطابق با روش سان (۲۰۰۸) از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  صورت پذیرفت [۱۹]. بدین منظور ابتدا برشی از قسمت وسط نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری از مغز و پوسته نان انجام شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص های فوق محاسبه شد.

و ۷۰) درصد انتخاب شد. لازم به ذکر است که سیکل دستگاه روی یک تنظیم شده یعنی ایجاد پالس در حین صوت دهی به صورت یکسره بدون قطع و وصل شدن بود. نوک سونوترود در حدود نصف ارتفاع مخلوط موجود در بشر در درون آن فرو برده شد.

#### - روش تهیه خمیر و پخت نان صوت دهی شده

برای تهیه خمیر دستور زیر استفاده شد:

۱۰۰۰ گرم آرد گندم، ۱۰ گرم مخمر خشک، ۱۰ گرم روغن، ۱۲ گرم نمک، ۴ گرم بهبود دهنده و ۵۶۰ گرم آب. برای تهیه خمیر از روش Sponge dough (خمیر اسفنجی) استفاده شد [۱]. به این صورت که در مرحله اول ۳۰ درصد آرد گندم و ۹۰ درصد آب مورد نظر با هم مخلوط شده و تحت تاثیر تیمارهای مورد نظر صوت قرار گرفت و در مرحله بعد بقیه مواد اولیه اضافه گردید. در ادامه برای پخت نان قالبی نحوه کار به این ترتیب بود که مواد در همزن به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط شد، سپس خمیر به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به منظور تخمیر اولیه قرار گرفت و در مرحله بعد خمیر به قطعات ۸۰ گرمی تقسیم و داخل قالب چرب شده مخصوص به مدت ۱۰ دقیقه به خمیر استراحت داده شد (مرحله تخمیر میانی)، سپس قالب ها به مدت ۶۰ دقیقه در انکوباتور با درجه حرارت ۴۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد به منظور مرحله تخمیر نهایی قرار گرفت. در نهایت در فر گردان آزمایشگاهی دقیق ساخت کشور

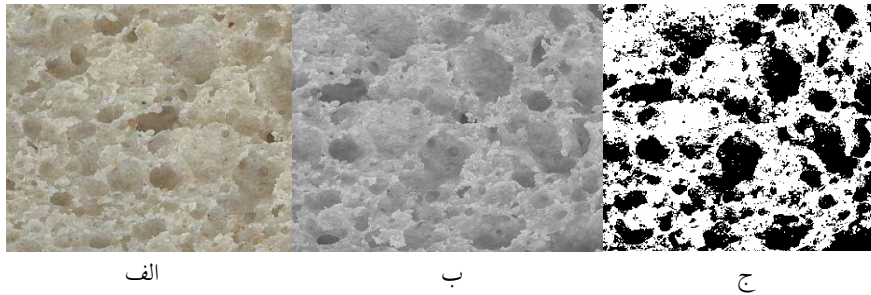


شکل ۱ نمونه تصویرهای تبدیل شده الف: نمونه تصویر پوسته نان، ب: مولفه  $L^*$ ، ج: مولفه  $a^*$ ، د: مولفه  $b^*$

وسط نان تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری از مغز نان انجام شد و تصویر تهیه شده جهت آنالیز در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت.

#### - ارزیابی میزان تخلخل مغز نان

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش با توجه به روش هارالیک و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد [۲۰]. بدین منظور برشی از قسمت



شکل ۲ نمونه تصویر تبدیل شده مغز نان: الف: نمونه تصویر مغز نان، ب: نمونه تصویر خاکستری، ج: نمونه تصویر دودویی.

$Q =$  امتیاز کلی (عدد کیفیت نان)؛  $P =$  ضریب رتبه صفات؛  
 $G =$  ضریب ارزیابی صفات.

### ۲-۵- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

برای بررسی نتایج و تجزیه و تحلیل داده های حاصل از تیمارهای صوت دهی شده بر اساس طرح فاکتوریل دو عامله و برای تیمارهای حاوی آرد سویا و نمونه شاهد از طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار spss برای آنالیز واریانس و مقایسه میانگین استفاده گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد، و توسط نرم افزار Excell 2007 منحنی ها برای میانگین داده ها براساس مدل ترسیم گردید. در نهایت تیمارهای بهینه برای مرحله مقایسه بین اثر صوت و اثر آرد سویا بر نان حاصل توسط آزمون t-tast به کمک نرم افزار spss انتخاب و آنالیز صورت گرفت تا بهترین تیمار معرفی گردد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- خصوصیات آرد گندم

نتایج حاصل از اندازه گیری رطوبت، خاکستر، فعالیت آبی، گلوتن مرطوب و گلوتن خشک آرد مصرفی در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱ خصوصیات آرد گندم مورد استفاده در آزمایش\*

نوع آرد	رطوبت %	خاکستر %	aw %	گلوتن مرطوب %	گلوتن خشک %
آرد گندم (با درصد استخراج ۸۲ درصد)	۱۰/۲۴۵	۰/۶۱۶	۰/۳۹۲	۳۲/۷۶	۱۱/۸۸

\* اعداد میانگین سه تکرار هستند.

#### - آزمون ویژگی های حسی نان

جهت آزمایشات ارزیابی حسی از روش امتیازدهی هدونیک ۵ نقطه ای استفاده شد، که خصوصیتی از قبیل رنگ پوسته، ظاهر پوسته، بافت (خمیری بودن و یا نرمی غیر عادی، سفت بودن نان، تردی و شکنندگی)، عطر، طعم، ظاهر عمومی و در نهایت پذیرش کلی که براساس مجموع امتیاز پارامترهای رنگ مغز، رنگ پوسته و ظاهر پوسته و ظاهر عمومی در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت نان را شامل می شود. همچنین جهت آزمایش بیاتی از ارزیابی حسی مطابق روش ۳۸-۱۱ AACC استفاده شد [۱۸]. ضریب ارزیابی صفات نیز از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. جهت انتخاب داوران از آزمون مثلثی مطابق روش گاسولا و سینگ (۱۹۸۴) استفاده شد [۲۱]. خصوصیات بررسی شده در ارزیابی حسی به یک اندازه موثر نیستند. بنابراین پس از بررسی منابع به هر یک از ویژگیها، ضریب رتبه ای داده شد. ضریب رتبه برای ظاهر عمومی ۴، ظاهر پوسته ۳، رنگ پوسته ۴، رنگ مغز ۴، بافت ۴، طعم ۳، بو ۳ و پذیرش کلی ۴ اختصاص داده شد. با داشتن این معلومات، امتیاز کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

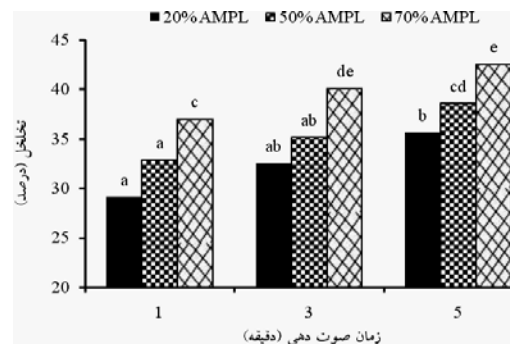
(فرمول ۱)

$$Q = \frac{\sum (P \times G)}{\sum P}$$

## ۳-۲- تاثیر صوت بر ویژگی های نان

## - ارزیابی میزان تخلخل

شکل ۳ تاثیر متقابل شدت و زمان اعمال صوت بروی میزان تخلخل را نشان می دهد. اعمال امواج فراصوت به دلیل هوادهی بهتر خمیر باعث افزایش تعداد حبابهای هوا در خمیر شده و افزایش تخلخل را موجب می شود [۲۲ و ۱۴]. یافته های شیخ الاسلامی و همکاران (۱۳۸۹) نیز نشان داد که استفاده از امواج فراصوت میزان هوادهی را افزایش می دهد در نتیجه باعث تخلخل بیشتر در نان می گردد [۱۲].



شکل ۳ تاثیر متقابل زمان و شدت صوت بر درصد تخلخل نان (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)

## - ارزیابی شاخص های رنگی

-  $L^*$  پوسته

شکل ۴ اثر متقابل زمان و شدت صوت بر شاخص  $L^*$  پوسته نان نشان می دهد. همانگونه که مشاهده می شود با افزایش زمان و شدت صوت دهی، میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته نان نمونه ها 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 با شدت صوت ۷۰ درصد و کمترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد بود. افزایش شاخص  $L^*$  پوسته نان در اثر افزایش زمان صوت را می توان در ارتباط با قابلیت اکسیداسیون و رنگ بری صوت دانست. شیرزایی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در تحقیق خود روی تاثیر امواج اولتراسوند بر خواص آسیابانی گندم و عملکرد آرد تولیدی

شاخص های رنگی نان بربری تولیدی را بررسی کردند و بیان داشتند که استفاده از این امواج باعث بهبود رنگ محصول نهایی می شود [۱۵].

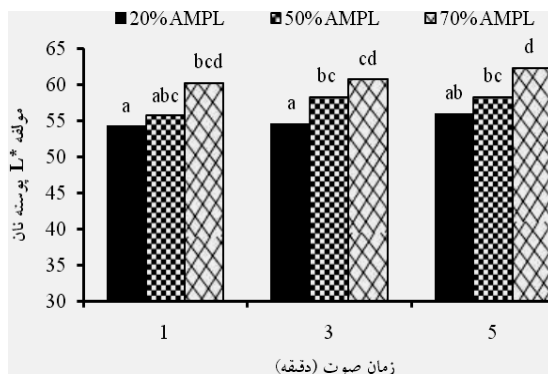
پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح نان، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه  $L^*$  دارند [۲۳].

-  $L^*$  مغز

مطابق شکل ۵ با افزایش زمان و شدت صوت دهی، میزان مؤلفه  $L^*$  مغز نان نمونه ها نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش یافت ( $P \leq 0/05$ ). با بررسی نتایج مشخص شد که بیشترین میزان مؤلفه  $L^*$  مغز نان مربوط به نمونه با ۵ دقیقه اعمال صوت و ۷۰ درصد شدت صوت دهی و کمترین میزان آن مربوط به نمونه شاهد بود. افزایش شاخص  $L^*$  مغز نان در اثر افزایش زمان و شدت صوت را می توان در ارتباط با قابلیت هوادهی و اکسیداسیون صوت دانست [۱۳].

-  $a^*$  و  $b^*$  پوسته و مغز نان

جدول ۲ تاثیر امواج فراصوت را بر شاخص  $a^*$  و  $b^*$  پوسته و مغز نان نشان می دهد. با افزایش زمان و شدت صوت دهی مؤلفه  $a^*$  پوسته و مغز نان کاهش می یابد، البته اختلاف معنی داری در تیمارها با ۳ و ۵ دقیقه صوت دهی در  $a^*$  پوسته و مغز نان مشاهده نشد. همچنین افزایش زمان و شدت صوت مؤلفه  $b^*$  پوسته و مغز نان را افزایش معنی دار نبود.

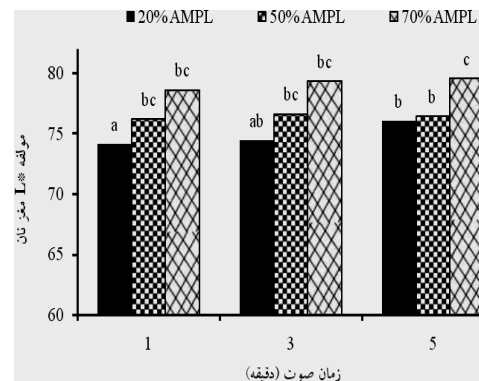


شکل ۴ تاثیر متقابل زمان و شدت فراصوت بر  $L^*$  پوسته نان (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)

قابل قبول تر شد. این مسئله را می توان اینگونه تفسیر کرد که اعمال صوت در محیط آبی باعث ایجاد اکسیداسیون رنگدانه های موجود در آرد می شود. نتایج بدست آمده از رنگ سنجی پوسته نان به روش پردازش تصویر نیز این نتایج را تایید می کند. شیخ الاسلامی (۱۳۸۸) در نتایج خود اعلام کرد که با افزایش شدت و زمان صوت رنگ پوسته و مغز نان حاصل بهتر و قابل قبول تر می شود [۲۴].

جدول ۲ تاثیر متقابل زمان و شدت صوت را روی ظاهر پوسته نشان می دهد. طبق این جدول با افزایش زمان اعمال صوت ظاهر پوسته بهبود یافت. افزایش زمان و شدت اعمال صوت تاثیر معنی داری بر طعم نان نداشت. نتایج سانچز (۲۰۱۱) نیز بهبود خواص ارگانولپتیک محصولات نانویی در اثر استفاده از امواج فراصوت را تایید می کند [۱۳]. طبق تحقیقات شیخ الاسلامی (۱۳۸۸) اعمال صوت تغییر معنی داری در آروما و عطر نان حاصل ایجاد نکرده است. ایشان اظهار داشتند که اعمال صوت ۷۰ درصد برای تولید یک آرومای مناسب کفایت می کند و طولانی تر کردن زمان تاثیری ندارد [۲۴]. نتایج شیرزایی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با نتایج این تحقیق مطابقت دارد [۱۵].

شکل ۷ تاثیر متقابل زمان و شدت صوت را بر بیاتی نشان می دهد. به طور کلی افزایش زمان و شدت صوت بیاتی را به تاخیر انداخت. تیمار با ۵ دقیقه اعمال صوت و شدت ۷۰ درصد زمان بیاتی را بیشتر به تاخیر انداخت که با تیمار ۳ دقیقه صوت و شدت ۷۰ درصد اختلاف معنی داری نداشت. با توجه به شکل ۷ بیاتی نان حاصل در اثر اعمال صوت در زمانهای مختلف نگهداری تفاوت معنی داری داشت به طوری که افزایش زمان صوت بیاتی نان را در صفر و ۴۸ ساعت پس از پخت به تاخیر انداخت. اعمال امواج فراصوت به دلیل افزایش میزان اکسیداسیون و هوادهی در خمیر و مخلوط کردن می تواند باعث بهبود خواص نان شده و سبب کاهش سفتی نان شود. شیخ الاسلامی (۱۳۸۸) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که افزایش شدت صوت تا ۷۰ درصد و زمان صوت تا ۵ دقیقه باعث تاخیر در بیاتی نان می گردد [۲۴]. نتایج تان و همکاران (۲۰۱۱) نیز که اثر اولتراسوند در ویژگی های کیک اسفنجی بررسی کردند و اعلام کردند که سفتی کیک حاصل در اثر استفاده از صوت کمتر بود که در نتیجه باعث افزایش ماندگاری کیک شد [۱۴].



شکل ۵ اثر متقابل زمان و شدت فراصوت بر  $L^*$  مغز نان (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)

### - ویژگی های حسی نان قالبی

مطابق جدول ۲ که تاثیر متقابل زمان و شدت فراصوت را بر ظاهر عمومی نشان می دهد با افزایش زمان و شدت اعمال صوت ظاهر عمومی بهبود یافت. سانچز (۲۰۱۱) تاثیر امواج فراصوت را به منظور بهبود کیفیت محصولات نانویی بررسی و نتایج خود را اینگونه اعلام کرد که امواج فراصوت باعث بهبود خواص ارگانولپتیک و همچنین بهبود ظاهر نان می شود [۱۳]. شیرزایی و همکاران در سال ۱۳۹۲ اعلام داشتند که افزایش شدت و زمان اعمال صوت تاثیر مثبت روی همه ویژگی های نان به جز طعم و بو داشت. با افزایش شدت و زمان اعمال صوت تا شدت صوت ۷۰٪ نمونه ها بالاترین امتیاز را به لحاظ مجموع امتیاز حسی کسب نمودند با افزایش شدت و زمان اعمال صوت بیاتی کاهش یافت [۱۵].

شکل ۶ تاثیر متقابل زمان و شدت فراصوت را بر روی بافت نشان می دهد که طبق این نمودار افزایش زمان و شدت اعمال صوت تاثیر مثبت بر بافت نان دارد. شیخ الاسلامی (۱۳۸۸) در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که با افزایش شدت و زمان صوت بافت نان بهتر می شود [۲۴]. تان و همکاران در سال ۲۰۱۱ از امواج فراصوت برای عملیات مخلوط کردن در کیک اسفنجی در زمان ۳ ، ۶ و ۹ دقیقه استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که استفاده از این امواج در زمان ۶ دقیقه باعث بهبود ویژگی های بافتی بهتر در کیک اسفنجی می گردد [۱۴].

جدول ۲ افزایش رنگ پوسته را در اثر افزایش زمان صوت نشان می دهد. مطابق این جدول با افزایش زمان صوت رنگ پوسته

جدول ۲ تاثیر متقابل زمان و شدت صوت بر ویژگی های حسی نان قالبی

زمان صوت (دقیقه)	شدت صوت (درصد)	پوسته نان	مغز نان	ظاهر عمومی	رنگ مغز	ظاهر پوسته	طعم	رنگ پوسته	بو
		a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*
۱	۲۰	۲۱/۴۵۸ <sup>b</sup>	۵/۷۸۴ <sup>a</sup>	۹/۱۰۱ <sup>b</sup>	-۱/۳۲۵ <sup>a</sup>	۲/۰۰۰ <sup>a</sup>	۲/۰۰۰ <sup>b</sup>	۳/۰۰۰ <sup>a</sup>	۱/۸۹۰ <sup>a</sup>
۱	۵۰	۲۰/۵۱۷ <sup>a</sup>	۷/۱۶۷ <sup>b</sup>	۸/۹۸۳ <sup>b</sup>	-۱/۱۹۰ <sup>a</sup>	۲/۶۷۰ <sup>a</sup>	۳/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۳/۲۲۰ <sup>a</sup>	۲/۰۶۰ <sup>a</sup>
۱	۷۰	۲۰/۲۴۴ <sup>a</sup>	۷/۳۹۵ <sup>b</sup>	۸/۴۴۰ <sup>a</sup>	-۱/۱۷۹ <sup>a</sup>	۳/۶۷۰ <sup>ab</sup>	۳/۲۹ <sup>ab</sup>	۳/۶۷۰ <sup>ab</sup>	۲/۰۶۵ <sup>a</sup>
۳	۲۰	۲۰/۱۸۹ <sup>a</sup>	۷/۴۵۰ <sup>b</sup>	۸/۳۱۷ <sup>a</sup>	-۱/۱۶۸ <sup>a</sup>	۲/۳۳۰ <sup>ab</sup>	۲/۷۷ <sup>ab</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۲/۰۰۰ <sup>a</sup>
۳	۵۰	۲۱/۴۵۸ <sup>b</sup>	۵/۷۸۴ <sup>a</sup>	۹/۱۰۱ <sup>b</sup>	-۱/۳۲۵ <sup>a</sup>	۳/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۳/۱۰ <sup>ab</sup>	۴/۰۳۳ <sup>ab</sup>	۲/۰۵۸ <sup>ab</sup>
۳	۷۰	۲۰/۰۱۲ <sup>a</sup>	۷/۰۰۲ <sup>b</sup>	۷/۹۹۶ <sup>b</sup>	-۱/۲۰۲ <sup>a</sup>	۳/۸۷۰ <sup>b</sup>	۳/۴۵ <sup>ab</sup>	۴/۶۷۰ <sup>b</sup>	۲/۰۰۰ <sup>a</sup>
۵	۲۰	۱۹/۹۵۴ <sup>a</sup>	۷/۴۶۹ <sup>b</sup>	۷/۶۹۰ <sup>a</sup>	-۱/۱۸۹ <sup>a</sup>	۲/۶۷۰ <sup>bc</sup>	۲/۷۹ <sup>b</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۲/۰۰۰ <sup>ab</sup>
۵	۵۰	۱۹/۶۹۸ <sup>a</sup>	۷/۹۵۶ <sup>b</sup>	۷/۵۶۹ <sup>a</sup>	-۱/۱۱۱ <sup>a</sup>	۳/۰۰۰ <sup>bc</sup>	۳/۰۰ <sup>b</sup>	۴/۶۷۰ <sup>b</sup>	۲/۰۳۰ <sup>a</sup>
۵	۷۰	۲۱/۴۵۸ <sup>b</sup>	۵/۷۸۴ <sup>a</sup>	۹/۱۰۱ <sup>b</sup>	-۱/۳۲۵ <sup>a</sup>	۵/۰۰۰ <sup>c</sup>	۳/۶۲ <sup>b</sup>	۵/۰۰۰ <sup>c</sup>	۲/۱۱۰ <sup>ab</sup>

(حروف متفاوت در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.)

### ۳-۳- خصوصیات آرد سویای فعال

نتایج حاصل از اندازه گیری رطوبت، فعالیت آبی، پروتئین و چربی آرد سویای مصرفی در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳ خصوصیات آرد سویای فعال مورد استفاده در آزمایش\*

نوع آرد	رطوبت %	خاکستر %	پروتئین %	چربی %
آرد سویای فعال	۸	۴	۳۹	۱۹

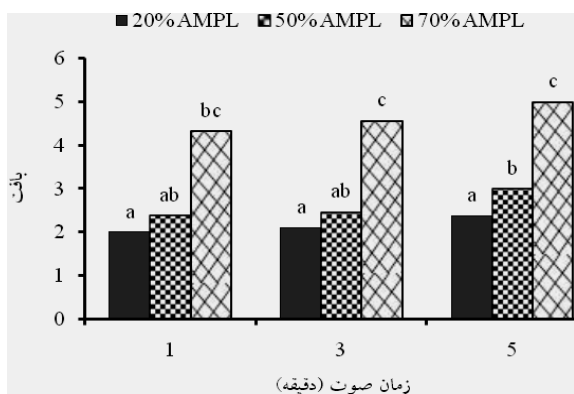
\* اعداد میانگین سه تکرار هستند.

### ۳-۴- تاثیر آرد سویای فعال بر ویژگی های نان

#### - ارزیابی شاخص های رنگی و تخلخل

جدول ۴ تاثیر درصدهای مختلف آرد سویا بر تخلخل، رنگ پوسته و مغز نان نشان می دهد. طبق این جدول با افزایش درصد آرد سویا رنگ نان حاصل سفیدتر شد. آرد سویای فعال دارای مقدار قابل توجهی آنزیم لیپوکسیژناز است که در رنگبری نقش مهمی دارد و دارای اثر سفیدکنندگی می باشد [۳ و ۲۵]. چون آنزیم لیپوکسیژناز سویا دارای رنگدانه کاروتنوئید می باشد با کمک این آنزیم، ترکیبات واسطه واکنش های اکسیداسیون که در حین مخلوط کردن خمیر شکل گرفته اند، مقدار زیادی از اکسیژن موجود در هوا را به خمیر وارد نموده و باعث بی رنگ شدن رنگدانه های زرد موجود در آرد گندم خواهد شد. به این ترتیب آرد رنگبری شده و بافت مغز و پوسته نان روشن خواهد شد. در

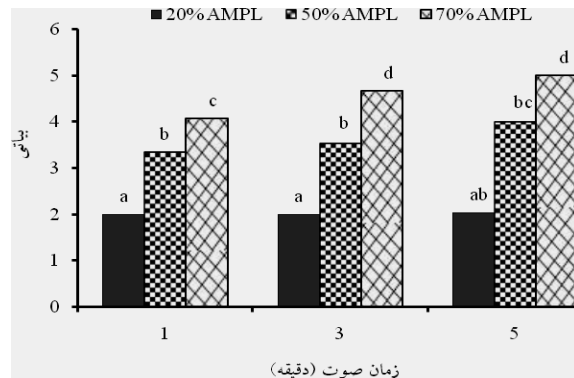
این حالت هرچه مقدار اکسیژن در دسترس بیشتر باشد، اثر رنگبری نیز شدیدتر اتفاق می افتد. علت این امر، اکسیداسیون گروه های سولفیدریل و ایجاد پیوند های دی سولفید میان رشته های مختلف پروتئینی است که سبب تغییر شکل سلول یا فضای در بر گیرنده گاز خواهد شد [۲۶]. عاقل و همکاران (۱۳۸۵) اعلام کردند مخلوط کردن آرد گندم با آرد سویا یا سایر منابع فیبری، منجر به روشن شدن رنگ محصول و افزایش پذیرش آن می شود که این عمل به واسطه حضور آنزیم لیپوکسیژناز در آرد سویا می باشد [۱۶]. همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می شود با افزایش درصد آرد سویای فعال میزان تخلخل نمونه ها نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری کاهش یافت ( $P \leq 0.05$ ).



شکل ۶ اثر متقابل زمان و شدت فراصوت بر بافت نان (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)



افزودن آرد سویا تا ۴ درصد اثر معنی داری روی این پارامتر ندارد ولی بیشتر از این مقدار اثر منفی روی حجم نان می گذارد. عاقل و همکاران (۱۳۸۵) نیز در تحقیق خود روی خصوصیات کیفی نان بربری به این نتیجه رسیدند که با افزایش درصدهای آرد سویا درصد تخلخل کاهش می یابد [۱۶]. پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) بیان نمودند که تغییرات سطح نان، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه  $L^*$  دارند [۲۳]. پومرانز و همکاران (۱۹۷۷) به این نتیجه رسیدند که پوسته نان حجیم غنی شده با سویا در مقایسه با نمونه شاهد فاقد فیبر روشن تر می باشد [۲۷].



شکل ۷ اثر متقابل زمان و شدت فراصوت بر بیاتی نان (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)

جدول ۴ تاثیر آرد سویای فعال بر شاخص های رنگی و تخلخل نان قالبی

آرد سویای فعال (درصد)	تخلخل	$L^*$	پوسته نان $a^*$	$b^*$	$L^*$	مغز نان $a^*$	$b^*$
۰	۳۸/۵۶۹ <sup>c</sup>	۵۴/۱۹۱ <sup>a</sup>	۲۱/۳۷۵ <sup>c</sup>	۵/۹۶۷ <sup>a</sup>	۶۴/۰۵۳ <sup>a</sup>	۹/۹۳۵ <sup>c</sup>	-۱/۶۱۷ <sup>a</sup>
۴	۳۸/۷۷۵ <sup>c</sup>	۵۵/۹۵۱ <sup>b</sup>	۲۱/۰۱۷ <sup>bc</sup>	۶/۱۷۵ <sup>a</sup>	۶۵/۶۷۸ <sup>b</sup>	۸/۶۵۷ <sup>b</sup>	-۱/۲۰۰ <sup>b</sup>
۸	۳۷/۲۶۳ <sup>b</sup>	۵۸/۱۰۸ <sup>c</sup>	۲۰/۳۰۵ <sup>ab</sup>	۷/۵۹۹ <sup>b</sup>	۳۳۳/۶۹ <sup>c</sup>	۸/۳۵۰ <sup>ab</sup>	-۱/۰۴۶ <sup>bc</sup>
۱۲	۳۶ <sup>a</sup>	۶۱/۲۰۸ <sup>d</sup>	۱۹/۶۹۰ <sup>a</sup>	۸/۰۵۹ <sup>b</sup>	۷۲/۷۰۰ <sup>d</sup>	۷/۹۰۰ <sup>a</sup>	-۰/۹۹۹ <sup>c</sup>

(حروف متفاوت در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.)

#### ارزیابی شاخص های حسی

مطابق جدول ۵ تفاوت معنی داری بین نمونه شاهد و نمونه حاوی ۴ درصد آرد سویا بر ویژگی های حسی مانند بافت، طعم، بو، ظاهر عمومی، ظاهر پوسته و بیاتی بعد از ۴۸ ساعت مشاهده نشد ولی افزایش آرد سویا بیش از ۴ درصد تاثیر منفی روی این پارامترها داشت. از نظر رنگ مغز و پوسته و بیاتی بعد از ۲۴ ساعت افزایش درصد آرد سویا اثر مثبت روی این پارامترها داشت. به طور کلی از نظر داروان نمونه حاوی ۴ درصد آرد سویا بیشترین امتیاز را در پذیرش کلی دریافت کرد. راستوجی و سینگ (۱۹۸۹) اعلام کردند که طعم نان های غنی شده با ۱۲ درصد آرد سویا تحت تاثیر طعم لوبیایی قرار می گیرد [۱۷]. آمس و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که بطور متوسط، هر ۱ درصد افزایش آرد سویا، رطوبت نان را بین ۰/۳ تا ۰/۵ درصد

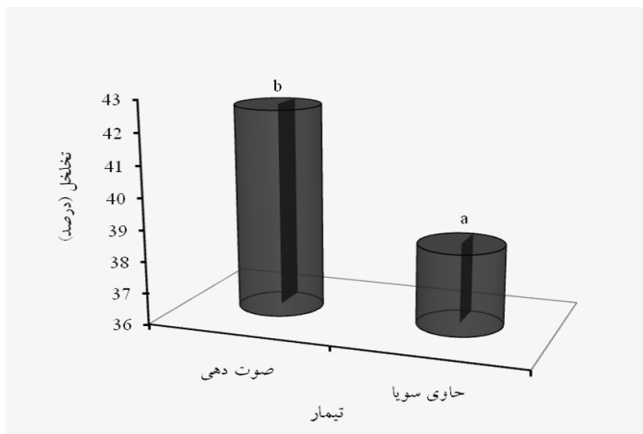
افزایش می دهد و رطوبت خمیر به کاهش سرعت بیاتی بعد از پخت نان نیز کمک می کند [۲۸]. ویتادینی و وودووتر (۲۰۰۳) اثر فیبر محلول و نامحلول سویا را بر نان سویا بررسی کردند و گزارش کردند که افزودن محصولات حاوی سویا کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین را کاهش می دهد که بیانگر نقش سویا در به تعویق انداختن بیاتی نان است [۲۹].

عاقل و همکاران (۱۳۸۵) به این نتیجه رسید که با افزایش آرد سویا ظاهر عمومی و پذیرش کلی نان امتیاز کمتری دریافت کرد [۱۶]. مشایخ و همکاران در سال ۱۳۸۶ نشان دادند که با افزودن ۳، ۷ و ۱۲ درصد آرد سویای بدون چربی، شکل ظاهری نان ها در مقایسه با نان شاهد، کاهش معنی داری داشت. همچنین گزارش کردند که امتیاز عطر و بوی نان با افزایش میزان آرد سویای بدون چربی به میزان زیادی کاهش یافت [۳۰].

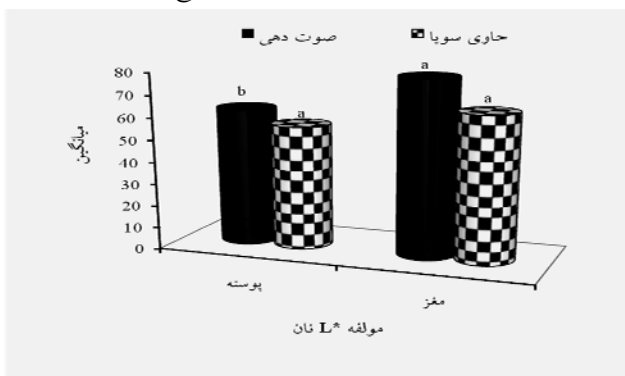
جدول ۵ تاثیر آرد سویای فعال بر ویژگی های حسی نان قالبی

آرد سویای فعال (درصد)	ظاهر عمومی	بافت	رنگ مغز	ظاهر پوسته	طعم	رنگ پوسته	بو	بیاتی ۲۴ ساعت	پذیرش کلی
۰	۴/۱۵۰ <sup>ab</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۳/۶۰۰ <sup>a</sup>	۴/۲۰۰ <sup>b</sup>	۴/۰۵۰ <sup>b</sup>	۳/۶۰۰ <sup>a</sup>	۴/۰۵۰ <sup>b</sup>	۲/۰۰۰ <sup>a</sup>	۳/۸۸۷ <sup>ab</sup>
۴	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۳/۸۵۰ <sup>ab</sup>	۳/۹۵۰ <sup>ab</sup>	۴/۱۰۰ <sup>b</sup>	۴/۲۰۰ <sup>b</sup>	۳/۹۰۰ <sup>ab</sup>	۴/۲۰۰ <sup>b</sup>	۲/۳۵۰ <sup>ab</sup>	۴/۲۰۰ <sup>c</sup>
۸	۴/۰۵۰ <sup>a</sup>	۳/۶۵۰ <sup>a</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۳/۹۰۰ <sup>ab</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۴/۰۰۰ <sup>ab</sup>	۲/۴۵۰ <sup>b</sup>	۴/۰۰۰ <sup>b</sup>
۱۲	۳/۸۰۰ <sup>a</sup>	۳/۶۵۰ <sup>a</sup>	۴/۱۰۰ <sup>b</sup>	۳/۸۰۰ <sup>a</sup>	۳/۴۵۰ <sup>a</sup>	۴/۲۰۰ <sup>b</sup>	۳/۴۵۰ <sup>a</sup>	۲/۵۰۰ <sup>b</sup>	۳/۷۶۰ <sup>a</sup>

(حروف متفاوت در هر ستون نشانه وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.)



شکل ۸ مقایسه تخلخل نان حاوی آرد سویا و نان صوت دهی شده (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)



شکل ۹ مقایسه L\* پوسته و مغز نان حاوی آرد سویا و نان صوت دهی شده (حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)

### ۳-۵- معرفی بهترین تیمار

نتایج نشان داد با افزایش درصد آرد سویا رنگ نان حاصل بهبود می یابد ولی افزودن بیش از ۴ درصد آرد سویا اثر منفی بر تخلخل، بافت، طعم و دیگر ویژگی های حسی دارد. به این ترتیب نمونه حاوی ۴ درصد آرد سویای فعال را به عنوان تیمار بهینه نان حاوی آرد سویا معرفی گردید.

از طرفی در خصوص نان صوت دهی شده نیز نتایج نشان داد که تیمار با ۷۰ درصد شدت صوت در زمان ۵ دقیقه به دلیل اثر مثبت بر عوامل مورد ارزیابی به عنوان بهترین تیمار معرفی شد.

### ۳-۶- مقایسه بهترین تیمارها

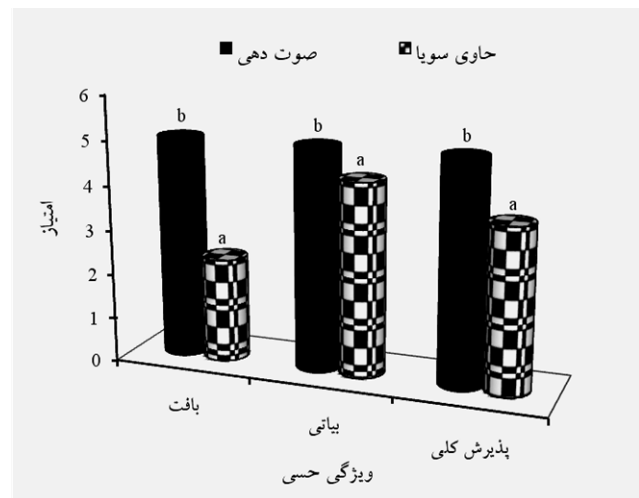
مقایسه بین تیمار بهینه از نظر صوت ( تیمار با ۷۰ درصد شدت صوت در زمان ۵ دقیقه ) و تیمار بهینه حاوی آرد سویا ( تیمار حاوی ۴ درصد آرد سویای فعال ) توسط آزمون  $t$ -test نرم افزار spss صورت گرفت تا بتوان بهترین تیمار را معرفی نمود.

شکل ۸ و ۹ مقایسه این دو تیمار را به ترتیب روی پارامترهای تخلخل، مولفه L\* پوسته و مغز نان نشان می دهد. طبق این نمودارها از نظر این سه عامل تیمار صوت دهی شده نتایج بهتری نشان داد و تفاوت معنی داری با تیمار حاوی آرد سویا داشت. رنگ نان حاصل از تیمار صوت دهی شده نسبت به تیمار حاوی آرد سویا بهتر، روشن تر و قابل قبول تر بود.

از نظر بافت، بیاتی و پذیرش کلی که سه عامل مهم در ارزیابی حسی تلقی می شود طبق شکل ۱۰ تیمار صوت دهی شده به مراتب بهتر و قابل قبول تر از نمونه نان حاوی آرد سویا بود.

## ۵- منابع

- [1] Cauvin, S.P., & Yong, L.S. 2007. Technology of bread making. 2nd ed. Springer. New York.
- [2] Shahedi, M. 1381. Bread lesions and factors affecting its survival. First report of wheat production and consumption waste plan, College of Agriculture, Tehran University, Karaj. (In Persian).
- [3] Nicolas, J. and Autran, M. and Drapron, R. 1982. Purification and some properties of wheat germ lipoxigenase. J Sci Food Agric, 33: 365-72.
- [4] Chang, A.C., and Chen, F.C. 2002. The application of 20 kHz ultrasonic waves to accelerate the aging of different wines. Food Chem, 79: 501-506.
- [5] Kidak, R., and Ince, N.H. 2007. Catalysis of advanced oxidation reactions by ultrasound: A case study with phenol. Journal of Hazardous Materials, 146 (3): 630-635.
- [6] Ockerman, H.W. 1978. Source book for food scientists. Westport, CT: The AVI Publishing Company, Inc, 852.
- [7] Mason, T.J., and Lorimer, J. P. 2002. Applied sonochemistry, the use of power ultrasound in chemistry and processing. Wiley-VCH: Darmstadt, Germany.
- [8] Marchesini, G., Balzan, S., Montemurro, F., Fasolato, L., Andrighetto, I., Segato, S., and Novelli, E. 2012. Effect of ultrasound alone or ultrasound coupled with CO<sub>2</sub> on the chemical composition, cheese-making properties and sensory traits of raw milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 16: 391-397.
- [9] Pillai, U.R., Sahle-Demessie, E., and Varma, R.S. 2003. Alternative routes for catalyst preparation: use of ultrasound and microwave irradiation for the preparation of vanadium phosphorus oxide catalyst and their activity for hydrocarbon oxidation. Applied Catalysis A: General, 252(1): 1-8.
- [10] Kidak, R., and Ince, N.H. 2007. Catalysis of advanced oxidation reactions by ultrasound: A case study with phenol. Journal of Hazardous Materials, 146 (3): 630-635.
- [11] Lemoine, S.B., Trombotto, S., Joannard, D., Descotes, G., Bouchu, A., and Queneau, Y. 2000. Ultrasound in carbohydrate chemistry: sonophysical glucose oligomerisation and



شکل ۱۰ مقایسه بافت، بیاتی و پذیرش کلی نان حاوی آرد سویا و نان صوت دهی شده

(حروف متفاوت نشانه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد)

## ۴- نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که با افزایش زمان و شدت اعمال صوت میزان تخلخل افزایش و رنگ پوسته و مغز نان حاصل بهتر شده و مولفه L\* پوسته و مغز نان به طور معنی داری افزایش یافت. زمان ۵ دقیقه و شدت ۷۰ درصد صوت بیشترین افزایش را موجب شد. به طور کلی افزایش شدت و مدت اعمال صوت رنگ نان حاصل را روشن تر و قابل قبول تر کرد. با افزایش زمان و شدت اعمال صوت در خواص حسی نان از قبیل طعم و آروما اختلاف معنی داری با نمونه شاهد مشاهده نشد ولی عوامل دیگر مانند بافت نان، رنگ مغز، رنگ پوسته، ظاهر پوسته و ظاهر عمومی به مراتب بهتر شد. با افزایش درصد آرد سویا رنگ نان حاصل بهبود یافت. ولی افزودن بیش از ۴ درصد آرد سویا اثر منفی بر تخلخل، بافت، طعم و دیگر ویژگی های حسی داشت. مقایسه تیمار بهینه حاوی آرد سویا و نمونه بهینه صوت دهی شده، نشان داد که بهترین نمونه از نظر رنگ، تخلخل، بافت، به تاخیر انداختن بیاتی و در نهایت پذیرش کلی نمونه صوت دهی شده با زمان ۵ دقیقه و شدت ۷۰ درصد بود.

- classification, IEEE Transactions of ASAE, 45 (6): 1995-2005.
- [21] Gacula, J. R., and Singh. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.
- [22] Every, D., Farrell, J.A.K., and Stufken, M.W. 1998. Effect of *Nyctotragus huttoni* on the protein and baking properties of two New Zealand wheat cultivars. New Zealand. Journal of Crop and Horticultural Science, 17: 55-60.
- [23] Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. Food Research International, 42: 865-870.
- [24] Sheikholeslami, Z., 1388. Improve the quality of bread wheat and wheat affected by age, physical and chemical methods, PhD Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- [25] Hoseney, R.C. and Rao, H. and Faubion, J. and Sidhu, J.S. 1980. Mixograph studies. IV. The mechanism by which lipoxigenase increases mixing tolerance. Cereal Chem, 57 (3): 163-165.
- [26] Kadivar, M. 1368. Effects of soybean flour on the rheological and sensory properties of bread. (Thesis). Tehran University. Iran.
- [27] Pomeranz, Y. and Shogren, M.D. and Finney, K.F. and tsechtel, D.B. 1977. Fiber in bread making. Cereal Chemistry, 54(1):25-41.
- [28] Ames, B.N. and Higgenaga, M.K. and Hagen, T.M. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. Proc Natl Acad Sci USA, 90: 15- 22.
- [29] Vittadini, E. and Vodovotz, T. 2003. Change in the physicochemical properties of wheat soy containing breads during storage as studied by thermal analyses. J of Food Sci, 68: 2022-2027.
- [30] [Mashayekh, M., Mahmoudi, M.R., Entezari, M.H. 1386. Effect of defatted soy flour fortification on sensory properties Vbyvlvzhyky bread. Iranian Food Science and Nutrition, Second Year, 3: 80-37.
- sonocatalysed sucrose oxidation. Ultrasonics Sonochemistry, 7(4): 157-161.
- [12] Sheikholeslami, Z., Mortazavi, S. A., Purrazng, H., Nasiri Mohallati, M., 1389. The influence of ultrasonic waves on the rheological 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).
- [13] Sánchez, C.T. 2011. Using sound waves in the food industry. Retrieved October 25, 2011, from <http://www.hw.ac.uk/news-events/news/baking-with-sound.htm>.
- [14] Tan, M.C., Chin, N.L., Yusof, Y.A. 2011. Power ultrasound aided batter mixing for sponge cake batter. Journal of Food Engineering. 104: 430-437.
- [15] Shirzai, S., Sheikholeslami, Z., Ataye Salehi, A. 1392. Effect of ultrasound on the properties and performance of milling Wheat flour . Master's Thesis. Islamic Azad University of Ghochan, Iran.( In Persian).
- [16] Aghel, H., Nassiri Mohalati, M., Karimi, M., Mortazavi, A., Purazrng, H., Milani, A. 1385. Effect of soy flour on the rheological properties of dough and quality of Barbari bread. Journal of Agricultural Science and Technology, 2 (5): 380-371.
- [17] Rastogi, A. and Singh, G. 1989. Effect of addition of full fat soy flour of different varieties on quality characteristics and bread making quality of white flour. Bull Grain Technology, 27: 26-34.
- [18] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [19] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation, Academic Press, New York.
- [20] Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image

## Comparison of the effect of ultrasound and soy flour on the properties of pan bread

Shahsavvan Tabrizi, A.<sup>1</sup>, Sheikholeslami, Z.<sup>2\*</sup>, Ataye Salehi, E.<sup>3</sup>

1 MSc food science and technology, Department of Food science and Technology, Quchan branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.

2. Member of Scientific Board of Agricultural Engineering Research Department of Khorasan-E Razavi

3. Assistant Professor, Department of Food science and Technology, Quchan branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.

(Received: 90/5/10 Accepted: 91/7/3)

In the recent years application of safe methods for flour bleaching instead of chemical agents, such as benzoyl peroxide, is concerned. The researchers showed that ultrasound exposure could be used to improve the oxidation process by aeration. In this study, at first the effect of sonication condition, amplitude (20,50,70%) and time (1,3,5 min) and then the effect of soy flour in three levels (4,8,12 %) on color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values), porosity, staling and sensory properties of pan bread were investigated. Results showed that sonication could improve color, texture, overall acceptance and delayed staling of pan bread. Sonication with 70% amplitude in 5 min was the best treatment. Treatment containing 4% soy flour had the best porosity texture and sensory properties. In comparison between sonication and soy flour addition, sonication was the best treatment for improving color, texture and delay staling.

**Keywords:** Pan bread, Ultrasound, Soy flour, Image processing, Sensory evaluation.

---

\* Corresponding Author Email\_Address: shivasheikholeslami@yahoo.com