



بررسی تاثیر بهبوددهنده آنزیمی بر کمیت و کیفیت کلوچه سنتی زابلی بر پایه آرد گندم سن زده با درجه استخراج متفاوت نرگس میر^۱، بهاره صحرائیان^{۲*}

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- استادیار گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاددانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف از انجام این پژوهش تولید کلوچه سنتی زابلی از آرد گندم سن زده با درجه استخراج ۷۸، ۸۸ و ۹۶ درصد و طراحی یک بهبوددهنده اختصاصی برای این فراورده با استفاده از اسید آسکوربیک (۰/۰۳ درصد)، آنزیم زایلاناز (۰/۰۴ درصد)، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) (۰/۵ درصد) و قند الکلی سوربیتول (۱ درصد) و در ادامه ارزیابی کمیت و کیفیت فراورده نهایی بود. نتایج نشان داد نمونه های سبوس دار و حاوی بهبوددهنده از میزان رطوبت بیشتری طی یک ماه نگهداری برخوردار بودند. با افزایش درجه استخراج آرد گندم سن زده سفتی بافت افزایش و حجم کلوچه ها کاهش یافت. این در حالی بود که حضور بهبوددهنده در فرمولاسیون نمونه های تولیدی در بهبود ویژگی های بافتی نقش موثری داشت. با افزایش درجه استخراج آرد از میزان مولفه های رنگی L^* و b^* کاسته و بر میزان a^* افزوده و حضور بهبوددهنده در فرمولاسیون منجر به کاهش تیرگی سطح کلوچه ها شد. در نهایت براساس یافته ها مشخص شد در صورت عدم تمایل به استفاده از بهبوددهنده ها، نمونه تهیه شده از آرد گندم سن زده با درجه استخراج ۷۸ درصد از بهترین ویژگی های کمی و کیفی برخوردار بود. این در حالی بود که با استفاده از بهبوددهنده طراحی شده امکان استفاده از ۱۰ درصد سبوس در فرمولاسیون کلوچه سنتی زابلی (استفاده از آرد گندم سن زده با درجه استخراج ۸۸ درصد) مهیا گردید و این نمونه با بیشترین امتیاز فرم و شکل، پوکی و تخلخل، قابلیت جویدن و سفتی و نرمی بافت به عنوان نمونه برتر در این پژوهش معرفی می گردد.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱/۲۶

کلمات کلیدی:

آرد کامل،

بافت،

سبوس اکستروود شده،

سن زدگی،

کلوچه سنتی.

DOI: 10.22034/FSCT.22.166.230.

* مسئول مکاتبات:

Baharehsahraian@yahoo.com

۱-مقدمه

کلوچه نوعی شیرینی است که مواد اولیه اصلی آن آرد گندم، روغن، شکر و تخم مرغ می باشد [۱]. آرد گندمی که در تولید انواع کلوچه استفاده می شود در مقایسه با آرد نان ضعیف تر بوده و میزان پروتئین آن پایین تر است [۲]. از این رو می توان از آرد گندم سن زده که از میزان گلو تن کمی برخوردار است در سطوح مناسب در مخلوط با آرد گندم سالم (فاقد سن زدگی) برای تولید کلوچه استفاده نمود [۳]. اما باید در نظر داشت پروتئاز بزاق حشره سن (*Eurygaster integriceps*) سبب تضعیف شبکه گلو تنی می شود که به موجب آن خمیری ضعیف و چسبنده با قابلیت کم برای جابه جایی و شکل پذیری تولید می شود. این خمیر به دلیل ضعف در نگهداری آب و قوام و ضریب تحمل اندک دارای بافت درونی بی کیفیت و خواص حسی (بافت، قابلیت جویدن، فرم و شکل، رنگ، بو و مزه) نامطلوب است [۴]. اسید آسکوربیک برای تقویت آرد گندم ضعیف و تا حدودی جبران خسارات ناشی از سن زدگی کاربرد دارد. با استفاده از این افزودنی فرایند خمیرگیری و پخت بهبود، چسبندگی خمیر کاهش، حجم و تخلخل افزایش می یابد و فراورده تولیدی ویژگی های حسی مطلوب تر از جمله عطر و مزه، رنگ، ظاهر و فرم و شکل دارد [۵]. استفاده از آرد کامل (آرد سبوس دار) در تولید فراورده های پخت از جمله کلوچه به دلیل وجود ۵/۴-۸/۴ درصد اسید فیتیک در سبوس گندم موجب محدودیت مصرف این ترکیب می گردد. همچنین نسبت بالای فیبرهای نامحلول به محلول، آرابینوزایلان های نامحلول و گلو تاتیون از جمله عوامل ایجاد مشکلات تکنولوژیکی در فراورده های نانوائی غنی از سبوس گندم است [۶ و ۷]. فرایند پخت اکستروژن یکی از راهکارهای موثر جهت کاهش برخی از معایب سبوس است. در حین اکستروژن مواد تحت اثر ترکیبی از رطوبت، فشار، دما و برش مکانیکی قرار می گیرند. این فرایند دارای مزایای خاص مانند کاهش محتوای میکروبی، غیرفعال کردن برخی از آنزیم ها و فاکتورهای ضد تغذیه ای (کاهش فیتات در سبوس) و افزایش

فیبر محلول است [۸]. علاوه بر این به منظور اصلاح اثرات نامطلوب سبوس گندم بر ساختار پروتئین و نشاسته، می توان از افزودنی های متداول صنعت پخت نظیر انواع آنزیم ها، امولسیفایرها و قندهای الکلی استفاده نمود. آنزیم زایلاناز جزو دسته مهمی از آنزیم های همی سلولازها است که پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای را به قند زایلوز و الیگوساکاریدها هیدرولیز می کنند [۹]. آنزیم زایلاناز با شکستن پیوندهای گلیکوزیدی ساختار پایه زایلان در آرابینوزایلان ها، باعث کاهش درجه پلیمریزاسیون و آزادسازی اجزای کوچکت تر می شود [۱۰]. در نتیجه با تبدیل آرابینوزایلان های غیرمحلول به فرم محلول، موجب بهبود قابلیت انعطاف خمیر و کاهش اثرات منفی آن ها می شود [۱۱]. آنزیم زایلاناز به منظور تثبیت ساختار خمیر، افزایش انعطاف پذیری آن، بهبود مقاومت گلو تن و کاهش رتروگراداسیون در صنعت نانوائی استفاده می شود [۱۲]. امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) از جمله امولسیفایرهای متداول در صنعت پخت هستند. امولسیفایرها ترکیبات فعال سطحی هستند که نقش آن ها به عنوان افزودنی در صنایع نانوائی، نرم کردن بافت درونی و تولید محصولی با ماندگاری بالاست، که علت آن می تواند به واسطه توانایی این ترکیبات در ایجاد پیوند با پروتئین های گلو تنی و نشاسته باشد [۱۳]. همچنین پلی ال ها به دلیل دارا بودن خواص جاذبه الرطوبه بالا، می توانند باعث کاهش فعالیت آبی و بهبود بافت درونی محصولات پخت می شوند [۱۴]. قندهای الکلی نظیر سوربیتول به طور معمول در مواد غذایی به منظور بهبود کیفیت از طریق اصلاح ژلاتیناسیون و رتروگراداسیون نشاسته مورد استفاده قرار می گیرند [۱۵]. بنابراین با توجه به نقش مثبت اسید آسکوربیک بر بهبود کیفیت آرد گندم سن زده و عملکرد آنزیم زایلاناز، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) و قند الکلی سوربیتول بر ارتقا کمیت و کیفیت

فراورده‌های پخت حاوی آرد کامل یا آردهای سبوس‌دار، هدف از انجام این تحقیق طراحی یک نوع بهبوددهنده حاوی مخلوطی از اسید اسکوربیک، آنزیم زایلاناز، امولسیفایرها و سوربیتول و بررسی تاثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کلوچه سنتی زابلی بر پایه آرد کامل گندم سن‌زده بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

گندم سن‌زده (حدود ۱۰ درصد سن‌زدگی) پس از بوجاری و تبدیل به آرد با آسیاب چکشی از الک با مش ۶۰ عبور داده شد. سپس سه نمونه آرد در انبار خنک در شرایط خشک تا انجام آزمایشات نگهداری شدند. اسید اسکوربیک، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیل (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم)، آنزیم زایلاناز، قند الکلی سوربیتول و سایر مواد شیمیایی از شرکت‌های معتبر و شکر، نمک، روغن جامد و مخمر مورد استفاده ساکارومایسس سرویزیه (*Saccharomyces cerevisiae*) که به شکل پودر مخمر خشک فعال و به صورت بسته‌بندی وکیوم بود از یک فروشگاه عرضه‌کننده مواد قنادی در سطح شهر مشهد خریداری گردید.

۲-۲- تهیه سبوس اکستروود شده

سبوس گندم تحت شرایط بهینه (رطوبت ۲۱ درصد، دمای پخت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، دور مارپیچ ۳۰۰ دور در دقیقه، میزان سرعت خوراک‌دهی ۴۰ کیلوگرم بر ساعت و قطر دای ۴ میلی‌متر) اکستروود شد [۸]. لازم به ذکر است از گندم سن‌زده (نمونه اولیه) آرد با درجه استخراج ۷۸ درصد تهیه شد. سپس جهت تهیه آرد با درجه استخراج ۹۶ درصد (آرد کامل) و ۸۸ درصد به ترتیب ۱۸ و ۱۰ درصد سبوس اکستروود شده به آرد با درجه استخراج ۷۸ درصد اضافه شد.

۲-۳- تهیه کلوچه

آماده‌سازی و پخت خمیر کلوچه سنتی زابلی (نوع ساده) با استفاده از مواد اولیه شامل ۱۰۰ درصد آرد گندم سن‌زده (با سه درجه استخراج ۷۸، ۸۸ و ۹۶ درصد)، ۲۵ درصد روغن نیمه جامد، ۲ درصد پودر شکر، ۰/۵ درصد مخمر، ۰/۳

درصد نمک و ۲۰ درصد آب انجام شد. برای تهیه خمیر کلوچه ابتدا پودر شکر، مخمر و آب ولرم (دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد) در یک بشر ۲۵۰ سی‌سی با یکدیگر مخلوط شدند و به مدت ۵ دقیقه (تا زمان مشاهده حالت کف مانند و به عبارتی عمل آمدن مخمر) در حالت ثابت قرار گرفتند. سپس آرد، نمک و روغن تا رسیدن به خمیری یکدست و یکنواخت در همزن آزمایشگاهی (مدل BJB-BM5N، ساخت شرکت بیک صنعت، ایران) مخلوط شدند. در ادامه مخمر عمل آمده به آن‌ها اضافه و عمل ورز دادن به مدت ۵ دقیقه به صورت دستی انجام شد. سپس روی خمیر با لفاف‌های پلی‌اتیلنی پوشانده شد و خمیر به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) مرحله استراحت خود را طی نمود. سپس خمیر آماده شده با استفاده از یک وردنه روی یک صفحه سیلکونی پهن و آماده قالب‌زنی با کاتر گرد به قطر ۲ و ارتفاع ۰/۵ سانتی‌متر شد. در انتها خمیرهای کلوچه روی سینی چیده شدند و در فر آزمایشگاهی (مدل XFT135، ساخت ایتالیا) با دمای ۱۸۰ درجه به مدت ۲۵ دقیقه قرار گرفتند. بعد از پخت، نمونه‌ها در بسته‌های پلی‌اتیلنی برای انجام آزمون‌های مربوطه در دمای محیط (دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. لازم به ذکر است این پژوهش شامل ۶ تیمار به شرح زیر بود که اسید اسکوربیک، آنزیم زایلاناز و سوربیتول به آرد و امولسیفایرها به روغن نیمه جامد اضافه و پس از اختلاط کامل به فرمولاسیون افزوده شدند.

تیمار ۱: نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۷۸ درصد و فاقد بهبوددهنده.

تیمار ۲: نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۷۸ درصد، ۰/۰۳ درصد اسید اسکوربیک، ۰/۰۴ درصد آنزیم زایلاناز، ۰/۵ درصد امولسیفایرهای داتم و سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیل و ۱ درصد سوربیتول.

تیمار ۳: نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۸۸ درصد و فاقد بهبوددهنده.

تیمار ۴: نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۸۸ درصد، ۰/۰۳ درصد اسید اسکوربیک، ۰/۰۴ درصد آنزیم

۲-۸- ویژگی‌های حسی

بدین منظور ۱۰ داور با استفاده از آزمون مثلی انتخاب شدند. خصوصیات حسی کلوچه از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو و مزه ارزیابی شد. ضریب ارزیابی صفات براساس هدونیک پنج نقطه‌ای از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود [۱۹ و ۲۰]. خصوصیات بررسی شده در ارزیابی حسی به یک اندازه مؤثر نیستند. بنابراین پس از بررسی منابع به ترتیب ضریب رتبه‌ای ۴، ۲، ۱، ۳، ۳ به هر یک از صفات ذکر شده داده شد. در انتها با داشتن این معلومات، امتیاز کلی (عدد کیفیت کلوچه) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$Q = \sum (P * G) / \sum P \quad \text{رابطه ۱}$$

که در این رابطه Q پذیرش کلی (عدد کیفیت کلوچه)، P ضریب رتبه صفات و G ضریب ارزیابی صفات است.

۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری

بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار Mini-Tab 17 و به منظور مقایسه میانگین از آزمون توکی با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد ($P < 0.05$). کلیه آزمایشات بجز ویژگی‌های حسی با سه تکرار انجام گرفت. برای ویژگی‌های حسی ۳۰ تکرار در نظر گرفته شد (تعداد تکرار در پخت (۳) × تعداد ارزیاب‌ها (۱۰)). رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel بود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

در جدول ۱ یافته‌های حاصل از ارزیابی رطوبت نمونه کلوچه‌های تولیدی در مدت زمان نگهداری یک ماهه (۲) ساعت، دو هفته و یک ماه پس از پخت) تحت تاثیر درجه استخراج آرد گندم سن‌زده و بهبوددهنده آورده شده است. یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهند افزایش درجه استخراج آرد گندم سن‌زده و افزودن بهبوددهنده حاوی اسیدآسکوربیک، آنزیم زایلاناز، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات

زایلاناز، ۰/۵ درصد امولسیفایرهای داتم و سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات و ۱۳ درصد سوربیتول.

تیمار ۵: نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۹۶ درصد و فاقد بهبوددهنده.

تیمار ۶: نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۹۶ درصد، ۰/۰۳ درصد اسید آسکوربیک، ۰/۰۴ درصد آنزیم زایلاناز، ۰/۵ درصد امولسیفایرهای داتم و سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات و ۱ درصد سوربیتول.

۲-۴- رطوبت

برای انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) به شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۱۶]. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

۲-۵- حجم مخصوص

برای این منظور از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۶]. بدین صورت که وزن و حجم یک عدد کلوچه تعیین گردید و از تقسیم حجم بر وزن نمونه، حجم مخصوص بر حسب میلی‌لیتر بر گرم محاسبه شد.

۲-۶- بافت

به منظور اندازه‌گیری سفتی بافت نمونه‌های کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت، ۲ هفته و یک ماه پس از پخت از دستگاه سنجش بافت (مدل TA plus، ساخت انگلیس) استفاده شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای به قطر ۵ میلی‌متر استفاده گردید. سرعت قبل از آزمون ۱ میلی‌متر در ثانیه، سرعت آزمون ۰/۵ میلی‌متر در ثانیه، عمق نفوذ ۲ میلی‌متر و میزان بارگذاری ۵۰ کیلوگرم بود و در نهایت میزان سفتی بافت کلوچه‌ها بر حسب نیوتن گزارش شد [۱۷].

۲-۷- رنگ ($L^*a^*b^*$)

برای اندازه‌گیری مولفه‌های رنگی سطح کلوچه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت از نرم‌افزار ایمیج جی (Image J) نسخه 1.43r استفاده شد [۱۸].

نمونه‌های حاوی این آنزیم در حفظ رطوبت طی فرایند پخت موفق‌تر از نمونه‌های فاقد این آنزیم عمل کردند و حضور این آنزیم در نان سبوس‌دار منجر به کاهش افت وزن طی مدت زمان نگهداری شد [۲۳]. Ding و همکاران (۲۰۱۹) نیز حضور قندهای الکلی از جمله سوربیتول رو یکی از اجزای مهم فرمولاسیون جهت حفظ رطوبت فراورده‌های صنعت پخت می‌دانند. دارا بودن گروه‌های آلدوست و آبگریز در زنجیره امولسیفایرها موجب ایجاد خصوصیات عملگرایی در آن‌ها می‌شود. این بدین معناست که ساختار مولکولی این ترکیبات به صورت همزمان تمایل به قرارگیری به سمت ترکیبات روغنی به دلیل دارا بودن سر غیرقطبی و تمایل جهت اتصال به مولکول‌های آب به دلیل دارا بودن سر قطبی دارد. از این رو افزودن این ترکیبات به ساختارهای غذایی موجب قرارگیری آن‌ها در سطح مشترک آب و روغن در ماتریکس ترکیبات حاضر می‌گردد. گروه‌های آلدوست زنجیره امولسیفایر با ایجاد اتصال با آب آزاد، ظرفیت نگهداری آب را افزایش داده و به نوبه خود اثر بازدارندگی در کاهش رطوبت طی فرایند پخت و پس از آن (مدت زمان نگهداری) نشان می‌دهد [۲۴]. Pourfarzad و همکاران (۲۰۱۴) نیز دریافتند امولسیفایرها با دارا بودن خاصیت آب دوستی، نسبت به سایر اجزای نان توانایی برقراری پیوندهای قوی‌تری با مولکول‌های آب داشتند و از این طریق از مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته ممانعت نمودند [۲۵].

(SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) و قند الکلی سوربیتول به فرمولاسیون کلوچه سستی زابلی در حفظ رطوبت نمونه‌های تولیدی طی مدت زمان پخت و نگهداری موثر بود. به طوری که کمترین میزان رطوبت در نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۷۸ درصد و فاقد بهبوددهنده و بیشترین میزان آن در نمونه حاوی آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۹۶ درصد و بهبوددهنده مشاهده شد. اسید آسکوربیک به عنوان یک افزودنی صنعت پخت باعث تقویت شبکه گلوتهی در خمیرهای حاصل از گندم سن‌زده می‌شود. بر طبق تحقیقات انجام شده مهم‌ترین تاثیر اسید آسکوربیک اکسید نمودن گروه‌های تیول (-SH) موجود در گلوتهن، از واکنش‌های جانشینی این گروه‌ها با پیوندهای دی‌سولفیدی (S-S) که برای خمیر واکنش تخریبی به حساب می‌آید، جلوگیری نموده و باعث بهبود شبکه گلوتهی می‌شود و در نهایت حفظ بهتر رطوبت طی فرایند پخت و زمان ماندگاری بهتر اتفاق می‌افتد [۲۱]. Shokraie و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی خواص رئولوژیکی و کیفی پاستای تهیه شده از آرد گندم سن‌زده و اسید آسکوربیک پرداختند. نتایج نشان داد افزایش گندم سن‌زده در فرمولاسیون بر میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی اثری نداشت. این در حالی بود که حضور اسید آسکوربیک منجر به حفظ رطوبت طی مدت زمان نگهداری شد [۲۲]. Tebben و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی عملکرد آنزیم زایلاناز بر رطوبت نان حاوی آرد کامل گزارش کردند،

Table 1- The effect of treatments on the moisture of cookies during one month.

Treatments	Moisture (%)		
	2 hours	2 week	1 month
1	13.27±0.50 ^e	11.20±0.70 ^f	9.81±0.14 ^d
2	14.83±0.26 ^c	13.99±0.36 ^c	13.01±0.49 ^b
3	14.09±0.44 ^d	12.87±0.04 ^e	11.76±0.25 ^c
4	15.31±0.46 ^b	14.59±0.22 ^b	14.21±0.07 ^a
5	14.87±0.20 ^c	13.21±0.75 ^d	11.82±0.90 ^c
6	15.70±0.25 ^a	15.03±0.82 ^a	14.35±0.67 ^a

Different letters in each column represent significant differences from one another ($p < 0.05$).

گندم سن‌زده و بهبوددهنده آورده شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش درجه استخراج آرد (افزایش سبوس در فرمولاسیون) میزان حجم مخصوص نمونه‌ها

۲-۳- حجم مخصوص

در شکل ۱ یافته‌های حاصل از ارزیابی حجم مخصوص نمونه کلوچه‌های تولیدی تحت تاثیر درجه استخراج آرد

کاهش یافت. همچنین نتایج به وضوح نشان داد حضور بهبوددهنده حاوی اسید آسکوربیک، آنزیم، امولسیفایر و قند الکلی در فرمولاسیون کلوجه باعث افزایش حجم نمونه‌ها شد. عملکرد مثبت بهبوددهنده بر نمونه حاوی آرد با درجه استخراج ۸۸ درصد بیش از سایر نمونه‌ها بود. از این رو کلوجه تهیه شده از آرد با درجه استخراج ۸۸ درصد، ۰/۰۳ درصد اسید آسکوربیک، ۰/۰۴ درصد آنزیم زایلاناز، ۰/۵ درصد امولسیفایرهای داتم و سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات و ۱ درصد سوربیتول از بیشترین و نمونه حاوی آرد با درجه استخراج ۹۶ درصد و فاقد بهبوددهنده کمترین حجم مخصوص را در مقایسه با سایر نمونه‌های تولیدی داشت. اثر تضعیف‌کنندگی سبوس گندم بر حجم می‌تواند به دلیل ممانعت از گسترش سلول‌های گاز تا حد بهینه باشد. این اثر از طریق ایجاد یک مانع فیزیکی به وسیله ذرات فیبر موجود در سبوس در اطراف سلول‌های گازی، نمود پیدا می‌کند [۲۶]. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) با کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و تکنولوژیکی و حسی نان گزارش کردند افزودن اسید آسکوربیک به فرمولاسیون نان منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و افزایش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی شد. اثر نهایی اسید آسکوربیک افزایش قابلیت خمیر در نگهداری گاز، بهبود گسترش خمیر، افزایش مقاومت خمیر و در نهایت افزایش حجم و تولید محصولی با ساختار سلولی ریز و یکنواخت است [۵]. Both و همکاران (۲۰۲۰)، Ghoshal و همکاران (۲۰۱۷)، Sheikholeslami و همکاران (۲۰۲۱) و Tebben و همکاران (۲۰۲۰) حضور آنزیم زایلاناز در فرمولاسیون فراورده‌های پخت حاوی آرد کامل یا سبوس‌دار را عاملی موثر بر افزایش حجم دانستند [۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰]. مکانیسم‌های متعددی باعث ایجاد توانایی افزایش حجم فراورده‌های پخت حاصل از آرد کامل گندم به وسیله آنزیم زایلاناز می‌شود. آنزیم زایلاناز آرابینوزایلان‌های غیرقابل استخراج با آب را به فرم قابل استخراج با آب تبدیل می‌کند که این امر باعث بهبود ظرفیت نگهداری گاز در خمیر حاوی آرد کامل و در نتیجه افزایش حجم می‌شود [۱۲]. به علاوه آنزیم زایلاناز پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای را به ساکاریدهای کوتاه زنجیر تجزیه می‌کند که این ترکیبات نسبت به پلی‌ساکاریدها مداخله کمتری در تشکیل شبکه گلوتنی می‌کنند [۳۰]. از سوی دیگر نقش امولسیفایرهای SSL و داتم و قند الکلی سوربیتول را در افزایش حجم مخصوص نمونه‌های کیک نباید نادیده گرفت. این افزایش حجم تحت تاثیر حضور امولسیفایرها در فرمولاسیون فراورده‌های پخت را می‌توان مرتبط با فراهم آوردن مقدار آب زیاد به وسیله این افزودنی‌ها در ماتریکس آرد دانست که سبب تسهیل برقراری پیوندهای عرضی میان پروتئین و نشاسته و تشکیل شبکه گلوتنی قوی‌تر می‌شود که طی فرایند پخت دارای ظرفیت نگهداری گاز بالاتری هستند [۳۱]. Zhou و همکاران (۲۰۱۶) با افزودن قند الکلی سوربیتول به فرمولاسیون نان در مقادیر کمتر از ۸ درصد با افزایش حجم مخصوص مواجه شدند [۳۵]. افزایش بیش از حد قندهای الکلی در فرمولاسیون فراورده‌های پخت سبب کاهش هیدراتاسیون شبکه گلوتنی و پیوستگی این شبکه و در نتیجه کاهش ظرفیت نگهداری گاز در خمیر و حجم مخصوص فراورده نهایی می‌شود [۳۳].

کاهش یافت. همچنین نتایج به وضوح نشان داد حضور بهبوددهنده حاوی اسید آسکوربیک، آنزیم، امولسیفایر و قند الکلی در فرمولاسیون کلوجه باعث افزایش حجم نمونه‌ها شد. عملکرد مثبت بهبوددهنده بر نمونه حاوی آرد با درجه استخراج ۸۸ درصد بیش از سایر نمونه‌ها بود. از این رو کلوجه تهیه شده از آرد با درجه استخراج ۸۸ درصد، ۰/۰۳ درصد اسید آسکوربیک، ۰/۰۴ درصد آنزیم زایلاناز، ۰/۵ درصد امولسیفایرهای داتم و سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات و ۱ درصد سوربیتول از بیشترین و نمونه حاوی آرد با درجه استخراج ۹۶ درصد و فاقد بهبوددهنده کمترین حجم مخصوص را در مقایسه با سایر نمونه‌های تولیدی داشت. اثر تضعیف‌کنندگی سبوس گندم بر حجم می‌تواند به دلیل ممانعت از گسترش سلول‌های گاز تا حد بهینه باشد. این اثر از طریق ایجاد یک مانع فیزیکی به وسیله ذرات فیبر موجود در سبوس در اطراف سلول‌های گازی، نمود پیدا می‌کند [۲۶]. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) با کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و تکنولوژیکی و حسی نان گزارش کردند افزودن اسید آسکوربیک به فرمولاسیون نان منجر به بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و افزایش حجم و تخلخل نمونه‌های تولیدی شد. اثر نهایی اسید آسکوربیک افزایش قابلیت خمیر در نگهداری گاز، بهبود گسترش خمیر، افزایش مقاومت خمیر و در نهایت افزایش حجم و تولید محصولی با ساختار سلولی ریز و یکنواخت است [۵]. Both و همکاران (۲۰۲۰)، Ghoshal و همکاران (۲۰۱۷)، Sheikholeslami و همکاران (۲۰۲۱) و Tebben و همکاران (۲۰۲۰) حضور آنزیم زایلاناز

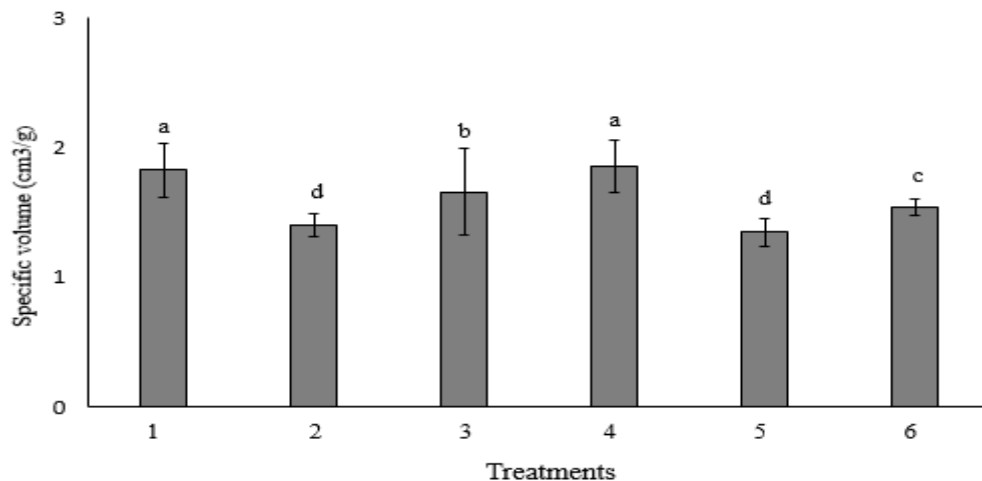


Fig 1- The effect of treatments on the specific volume of cookies.
Different letters represent significant differences from one another ($p < 0.05$).

۱، ۱/۵ و ۲ درصد صمغ گوار و سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک استفاده شد. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود حضور ۲ درصد آرد جو بدون پوشینه، ۱ درصد صمغ گوار و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک منجر به بهبود ویژگی‌های بافتی نان از جمله کاهش سفتی بافت و حفظ حجم طی مدت زمان نگهداری شد [۲۱]. Both و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند آنزیم زایلاناز به واسطه افزایش فیبرهای محلول و بهبود جذب آب در شبکه گلوتن- نشاسته باعث کاهش سفتی مغز نان شد [۲۷]. از طرفی باید گفت امولسیفایرها در فراورده‌های پخت به عنوان تقویت‌کننده ساختار خمیر عمل می‌کنند و ساختاری لایه لایه در سطح مشترک گلوتن و نشاسته تشکیل می‌دهند و موجب توسعه شبکه گلوته می‌شوند. همچنین از طریق بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر از جمله افزایش خصوصیات همچون پایداری خمیر و گسترش‌پذیری آن در فراورده‌های پخت حاوی آرد کامل و غنی شده با سبوس، موجب کاهش سفتی می‌شوند [۳۶]. سوربیتول نیز از طریق بهبود ظرفیت نگهداری آب در شبکه گلوته، باعث افزایش نرمی بافت درونی فراورده‌های نانویی می‌شود. در واقع ترکیب فیبرها و قندهای الکلی باعث بهبود ویژگی‌های بافتی از جمله نرمی بافت می‌شود. این امر می‌تواند بنا به افزایش ظرفیت نگهداری آب در اثر افزودن فیبرها و خاصیت جذب آب پلی‌ال‌ها باشد [۳۲]. Sheikholeslami و همکاران (۲۰۲۱) استفاده از امولسیفایر

۳-۳-بافت

در جدول ۲ یافته‌های حاصل از ارزیابی بافت نمونه کلوچه‌های تولیدی در مدت زمان نگهداری یک ماهه (۲ ساعت، دو هفته و یک ماه پس از پخت) تحت تاثیر درجه استخراج آرد گندم سن‌زده و بهبوددهنده آورده شده است. یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهند با افزایش درجه استخراج آرد بر سفتی بافت نمونه‌های تولیدی افزوده شد. این در حالی بود که حضور بهبوددهنده حاوی اسید آسکوربیک، آنزیم، امولسیفایرها و قند الکلی در حفظ نرمی بافت (ممانعت از بیاتی زودهنگام و افزایش سفتی بافت) طی مدت زمان پخت و نگهداری نقش موثری داشت. سبوس گندم از طریق از هم گسیختن پیوندهای عرضی میان نشاسته و گلوتن، موجب کاهش الاستیسیته و افزایش سفتی بافت درونی فراورده‌های نانویی می‌شود [۳۴]. همچنین فیبرهای رژیمی موجود در سبوس به خصوص انواع نامحلول آن‌ها به طور معمول باعث تضعیف بافت فراورده‌های پخت می‌گردد که علت آن رقابت برای جذب آب بین آن‌ها و شبکه گلوته است [۳۵]. Sheikholeslami و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر مخلوط اسید آسکوربیک و صمغ گوار بر بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی نان حاوی آرد گندم ضعیف شده (مخلوط آرد گندم و جو بدون پوشینه) پرداختند. در این تحقیق از سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه، سطوح صفر،

و آنزیم زایلاناز به طور همزمان را عاملی موثر بر بهبود بافت نان حاوی آرد با درجات مختلف استخراج (۸۸ و ۹۶ درصد) دانستند [۲۹].

Table 2- The effect of treatments on the firmness of cookies during one month.

Treatments	Firmness (N)		
	2 hours	2 week	1 month
1	9.24±0.68 ^d	12.88±0.32 ^c	19.72±0.69 ^a
2	10.45±0.71 ^c	11.92±0.78 ^d	12.49±0.32 ^d
3	12.37±0.04 ^a	14.59±0.41 ^b	17.32±0.80 ^b
4	9.11±0.34 ^d	10.70±0.65 ^c	12.60±0.35 ^d
5	12.44±0.25 ^a	15.81±0.39 ^a	17.50±0.77 ^b
6	11.14±0.19 ^b	12.04±0.57 ^d	13.83±0.22 ^c

Different letters in each column represent significant differences from one another ($p < 0.05$).

۴-۳-رنگ

در جدول ۳ یافته‌های حاصل از ارزیابی رنگ (مولفه‌های $L^*a^*b^*$) سطح نمونه کلوچه‌های تولیدی تحت تاثیر درجه استخراج آرد گندم سن زده و بهبوددهنده آورده شده است. با افزایش درجه استخراج آرد از میزان روشنایی (L^*) و زردی (b^*) کاسته و بر میزان قرمزی (a^*) افزوده شد. این در حالی بود که حضور مجموع اسید آسکوربیک، آنزیم زایلاناز، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) و قند الکلی سوربیتول در قالب یک بهبوددهنده منجر به افزایش روشنایی (L^*) و کاهش زردی (b^*) و قرمزی (a^*) سطح کلوچه‌ها شد. ایجاد رنگ قهوه‌ای مایل به زرد در پوسته فراورده‌های نانوائی یکی از عوامل نشان‌دهنده کیفیت محصول است. اما افزودن مقادیر بالای سبوس گندم در این دسته از محصولات، باعث کاهش روشنایی پوسته می‌شود، زیرا وجود قندهای احیاکننده در سبوس گندم نقش مهمی در واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی دارد و در نتیجه موجب کاهش مولفه رنگی L^* می‌شود [۳۶ و ۲۸]. از سوی دیگر اسید آسکوربیک با اکسید نمودن رنگدانه‌های موجود در آرد در روشن‌تر شدن رنگ نقش دارد. همچنین هموار و یکنواخت شدن سطح خمیر و فراورده پخت حاوی اسید آسکوربیک باید یکی از عوامل مؤثر در روشن‌تر شدن رنگ دانست [۳۷]. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) به مطالعه کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد

اکسیدکنندگی در نان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن ۰/۰۳ درصد اسید آسکوربیک (براساس وزن آرد) سبب روشن‌تر و شیشه‌ای رنگ نمونه‌ها شد [۵]. پورحاجی و صحرائیان (۱۳۹۷) در نتیجه حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون دونات افزایش مؤلفه رنگی L^* و به عبارتی میزان روشنایی محصول نهایی را گزارش کردند [۳۸]. میرزایی (۱۳۹۲) با فرموله نمودن و ارزیابی تاثیر چند نوع بهبوددهنده (ترکیبی از اسید آسکوربیک، آنزیم زایلاناز و امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات) بر کیفیت نان سنگک بیان نمودند نمونه نان حاوی بهبوددهنده روشن‌تر (کاهش مؤلفه قرمزی و زردی) از نمونه شاهد بود [۳۹]. Ghoshal و همکاران (۲۰۱۷) بیان نمودند غنی‌سازی نان با ذرات سبوس گندم، منجر به کاهش رنگ زرد و ایجاد رنگ قرمز مایل به خاکستری در پوسته شد. این محققان نیز گزارش کردند آنزیم زایلاناز باعث افزایش روشنایی نان حاوی آرد کامل گندم شد [۲۸]. افزایش مولفه رنگی L^* در فراورده‌های نانوائی حاوی آنزیم زایلاناز ممکن است به واسطه توانایی این آنزیم در تبدیل آرابینوزایلان‌ها از فرم نامحلول به محلول و جذب آب آزاد شده از پنتوزان‌ها به وسیله شبکه گلوتهی باشد. این امر نشان می‌دهد که فراورده‌های نانوائی با جذب آب بیشتر دارای پارامتر روشنایی بالاتری هستند [۴۰]. Matsushita و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که افزودن آنزیم زایلاناز به نان حاوی آرد کامل گندم منجر به کاهش میزان قرمزی (a^*) پوسته نان در

[۴۱]. Ahmad (۲۰۱۶) و Bhise و Kaur (۲۰۱۴) گزارش کردند قندهای الکلی از جمله سوربیتول منجر به افزایش روشنایی و کاهش زردی پوسته نان شد که علت آن عدم شرکت قندهای الکلی در واکنش مایلارد و برهمکنش با آمینواسیدها بود [۴۲ و ۳۳].

مقایسه با نمونه فاقد آنزیم شد [۳۰]. Ghoshal و همکاران (۲۰۱۷) حضور آنزیم زایلانز در نان تهیه شده از آرد کامل را عاملی بر افزایش زردی (b^*) دانستند [۲۸]. امولسیفایرها نیز با توجه به ظرفیت جذب آب بالا و افزایش جذب آب در خمیر، با رقیق‌سازی آمینواسیدها و قندها موجب افزایش پارامترهای روشنایی پوسته فراورده‌های نانویی می‌شوند

Table 3- The effect of treatments on the crust color of cookies during one month.

Treatments	Crust color		
	L*	a*	b*
1	59.67±0.93 ^b	0.72±0.06 ^c	22.30±1.28 ^a
2	62.44±0.29 ^a	0.37±0.02 ^f	21.29±1.04 ^b
3	54.59±0.77 ^d	1.79±0.13 ^b	20.06±1.15 ^c
4	57.31±0.84 ^c	1.12±0.09 ^d	18.57±0.92 ^d
5	48.90±0.07 ^e	1.95±0.03 ^a	17.04±1.40 ^e
6	54.32±0.25 ^d	1.57±0.04 ^c	18.61±0.48 ^d

Different letters in each column represent significant differences from one another ($p < 0.05$).

امولسیفایرهای داتم و سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات و ۱ درصد سوربیتول) تعلق گرفت.

Dizlek و Ozar (۲۰۲۳) گزارش کردند استفاده از آرد گندم سن‌زده بدون حضور اکسیدکننده‌ها در فرمولاسیون فراورده‌های پخت سبب ایجاد بافت، قابلیت جویدن، فرم و شکل، رنگ، بو و مزه نامطلوب شد که در نتیجه آن کاهش کیفیت مشاهده گردید [۴]. اکرامیان و همکاران (۱۴۰۲) در تولید وافل از آرد گندم با ۱۰۰ درصد سن‌زدگی استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد بالاترین امتیاز پذیرش کلی در ارزیابی حسی در نمونه حاوی ۰/۵ درصد آرد گندم سن‌زده (گندم با ۱۰۰ درصد سن‌زدگی) مشاهده شد. در این پژوهش گزارش شد کاربرد آرد گندم سن زده در فرمولاسیون وافل نه تنها موجب کاهش کیفیت نشد بلکه در بهبود ویژگی‌های حسی نقش داشت [۳]. همچنین گزارشاتی مبنی بر بهبود ویژگی‌های حسی در نتیجه حضور اسید آسکوربیک در فرمولاسیون فراورده‌های پخت حاوی آرد ضعیف یا آرد گندم سن‌زده وجود دارد. در یافته‌های حاصل از این مطالعات آمده است نان حاوی اسید آسکوربیک از عطر و مزه بهتری برخوردار بود. Kiyashko و Slideltsey (۲۰۲۲) به مطالعه کاربرد اسید آسکوربیک به عنوان یک بهبوددهنده با عملکرد اکسیدکنندگی بر ویژگی‌های حسی نان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد افزودن ۰/۳ درصد

۳-۵- ویژگی‌های حسی

در جدول ۴ و شکل ۳ به ترتیب نتایج امتیاز ویژگی‌های حسی و پذیرش کلی نمونه کلوچه‌های تولیدی تحت تاثیر درجه استخراج آرد گندم سن‌زده و بهبوددهنده آورده شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد در بین نمونه‌های فاقد بهبوددهنده، نمونه تهیه شده از آرد گندم سن‌زده با کمترین میزان سبوس (درجه استخراج ۷۸ درصد) از بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی به خصوص به لحاظ خصوصیات مرتبط با بافت (پوکی و تخلخل، نرمی و سفتی بافت و قابلیت جویدن) برخوردار بود. این بدین معناست که نمونه کلوچه‌های سبوس‌دار (نمونه‌های تولید شده با آرد گندم سن‌زده با درجه استخراج ۸۸ و ۹۶ درصد) در غیاب افزودنی‌های صنعت پخت نظیر بهبوددهنده طراحی شده در این پژوهش شامل اسیدآسکوربیک، آنزیم زایلاناز، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و استرهای مونی و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) و قند الکلی سوربیتول نمی‌توانند بازارپسندی قابل قبولی داشته باشند. با این وجود بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی و در نهایت امتیاز پذیرش کلی به نمونه حاوی آرد با درجه استخراج ۸۸ درصد و بهبوددهنده (۰/۰۰۳ درصد اسید آسکوربیک، ۰/۰۴ درصد آنزیم زایلاناز، ۰/۵ درصد

به نان حاصل از آرد گندم کامل منجر به افزایش امتیاز ویژگی‌های حسی شد و نمونه‌های تولیدی مورد استقبال مصرف‌کنندگان شد [۴۴]. همچنین نتایج مطالعات Sheikholeslami و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی نان‌های سبوس‌دار به نان‌های حاوی مخلوط آنزیم زایلاناز و امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل-۲-لاکتیلات (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) تعلق گرفت. این فرضیه مطرح است که ترکیب امولسیفایرها و آنزیم زایلاناز، باعث ایجاد ساختار همگن و یکنواخت در بافت فراورده‌های پخت می‌شود که در آن گرانول‌های نشاسته، پیوند نزدیکی با پروتئین‌های گلوتنی دارند [۲۹]. Ding و Yang (۲۰۲۱) افزودن قند الکلی سوربیتول به فراورده‌های نانویی را عاملی موثر بر بهبود ویژگی‌های حسی به ویژه سفتی و نرمی بافت و قابلیت جویدن از طریق افزایش ظرفیت اتصال آب به اجزای آرد دانستند [۴۵].

اسید آسکوربیک (براساس وزن آرد) به فرمولاسیون، عطر و مزه نان را بهبود بخشید و سبب نرم‌تر شدن بافت و احساس دهانی مطلوب شد [۵]. Zeidvand و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی سطوح متفاوت (صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد) اسید لاکتیک، اسید آسکوربیک و آزودی کرین امید بر ویژگی‌های کیفی نان سنگک پرداختند. براساس یافته‌ها مشخص شد حضور افزودنی‌های استفاده شده در فرمولاسیون نان سبب بهبود ویژگی‌های حسی (مزه، بو، رنگ و بافت) و کاهش بیایاتی شد [۴۳]. بررسی Ghoshal و همکاران (۲۰۱۷) در خصوص تاثیر آنزیم زایلاناز بر کیفیت نان تولید شده با آرد کامل گندم نیز حاکی از بهبود قابل توجه ویژگی‌های حسی نان حاوی آنزیم زایلاناز بود. براساس نتایج این محققان مشخص شد نان‌های حاوی آنزیم زایلاناز بافت نرم‌تر، ساختار سلولی یکنواخت‌تر (تخلخل بیشتر) و بو و مزه بهتری نسبت به نمونه‌های فاقد این افزودنی داشتند [۲۸]. Kumar و Satyanaana (۲۰۱۴) گزارش کردند افزودن آنزیم زایلاناز

Table 4- The effect of treatments on the sensory properties of cookies

Treatments	Sensory properties					
	Form and Shape	Surface	Subsurface	Firmness and Softness	Chewiness	Odor&Taste
1	3.3±0.2 ^b	4.5±0.2 ^a	4.0±0.5 ^a	4.2±0.4 ^a	3.8±0.2 ^a	4.4±0.5 ^a
2	3.5±0.4 ^b	3.2±0.1 ^c	2.0±0.3 ^c	3.3±0.2 ^b	3.0±0.2 ^b	3.0±0.2 ^c
3	3.0±0.2 ^b	3.0±0.2 ^c	2.2±0.2 ^c	4.0±0.2 ^a	3.0±0.2 ^b	3.6±0.2 ^b
4	4.3±0.2 ^a	4.8±0.2 ^a	4.2±0.2 ^a	4.0±0.4 ^a	4.0±0.1 ^a	4.2±0.4 ^a
5	3.3±0.3 ^b	2.0±0.4 ^d	2.0±0.5 ^c	2.4±0.5 ^c	2.1±0.4 ^c	3.0±0.2 ^c
6	4.0±0.1 ^a	3.7±0.2 ^b	3.4±0.2 ^b	4.1±0.2 ^a	3.8±0.2 ^a	4.0±0.5 ^a

Different letters in each column represent significant differences from one another ($p < 0.05$).

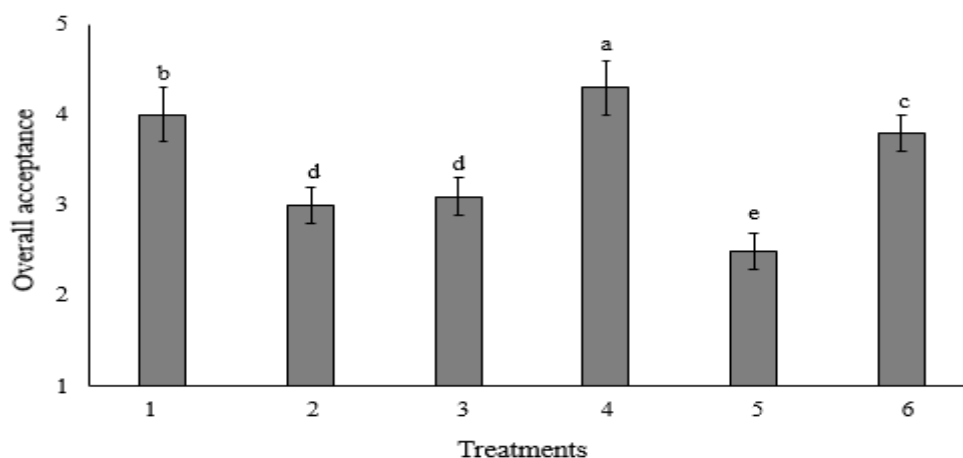


Fig 2- The effect of treatments on the overall acceptance of cookies. Different letters represent significant differences from one another ($p < 0.05$).

۴- نتیجه گیری

با استفاده از آرد گندم سن زده (یکی از ضایعات کشاورزی) در تولید فراورده های پخت می توان ارزش افزوده در این صنعت ایجاد نمود. از سوی دیگر با ورود سبوس گندم به فرمولاسیون این دسته از فراورده ها علاوه بر بهبود ارزش تغذیه ای قابلیت کاهش هزینه تولید با جایگزینی بخشی از آرد با سبوس فراهم می شود. از این رو در این پژوهش از آرد گندم سن زده با درجات مختلف استخراج استفاده شد و جهت جبران خسارات ناشی از سزدگی و ورود سبوس گندم به فرمولاسیون کلوچه سستی زابلی یک بهبوددهنده حاوی اسید آسکوربیک، آنزیم زایلاناز، امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل ۲-لاکتات (SSL) و استرهای مونو و دی گلیسرید تارتاریک اسید (داتم) و قند سوربیتول طراحی

۵- منابع

گردید. براساس یافته ها مشخص شد در صورت عدم تمایل به استفاده از بهبوددهنده ها، نمونه تهیه شده از آرد گندم سن زده با کمترین میزان سبوس (درجه استخراج ۷۸ درصد) از بهترین ویژگی های کمی و کیفی برخوردار بود. این در حالی بود که با استفاده از بهبوددهنده طراحی شده امکان استفاده از ۱۰ درصد سبوس اکستروود شده در فرمولاسیون کلوچه سستی زابلی (استفاده از آرد گندم سن زده با درجه استخراج ۸۸ درصد) مهیا گردید و این نمونه حتی در مقایسه با نمونه حاوی آرد با درجه استخراج ۷۸ درصد از امتیاز فرم و شکل، پوکی و تخلخل، قابلیت جویدن و سفتی و نرمی بافت بیشتری برخوردار بود به طوری که به عنوان نمونه برتر در این پژوهش معرفی می گردد.

- [1] AleemZaker, M. D., Genitha, T. R. and Hashmi, S. I. 2012. Effects of defatted soy flour incorporation on physical, sensorial and nutritional properties of biscuits. *Journal of Food Process & Technology*, 3: 1-4.
- [2] Aziah, A. A., Noor, A. Y. and Ho, L. H. 2012. Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal*, 19(4). 1539-1543.
- [3] Ekramian, H., Saeedi Asl, M. R. Karimi, M. Sheikholeslami, Z. and Pedram Niya, A. 2023. Comparison the Effect of Sunn Pest Flour wheat and Microbial Protease on Waffle Production. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 15(2): 151-162.
- [4] Dizlek, H. and Ozar, M. S. 2023. Comparison of transglutaminase and L-ascorbic acid additives in improving the quality of bread made from sunn pest (*Eurygaster integriceps*) damaged wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(3): 1275-1283.
- [5] Kiyashko, N. and Slideltsey, O. 2022. The use of ascorbic acid as an improver of oxidative action in production of wheat bread. *International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "INTERAGROMASH 2022"*, 574: 2544-2549.
- [6] Ferng, L., Liou, C., Yeh, R. and Hsin, S. 2015. Food Hydrocolloids physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours. *Food Hydrocolloids*, 53: 172-179.
- [7] Javed, M. M., Zahoor, S., Shafaat, S., Mehmooda, I., Gul, A., Rasheed, H. and Aftab, M. N. 2012. Wheat

- bran as a brown gold: Nutritious value and its biotechnological applications. 6: 724-733.
- [8] Goli Movahed, G., Millani, E. and Jafari, M. (2018). Utilization of extruded wheat bran in Barbary bread: Evaluation of sensory, color and texture properties of bread and rheological properties of dough. *Journal of Food Science and Technology*, 82(15): 129-137.
- [9] Jiang, Y., Zhao, Y., Zhu, Y., Qin, S., Deng, Y. and Zhao, Y. 2019. Effect of dietary fiber-rich fractions on texture, thermal, water distribution, and gluten properties of frozen dough during storage. *Food Chemistry*, 297: 124902.
- [10] Tebben, L., Shen, Y. and Li, Y. 2018. Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality. *Trends in Food Science and Technology*, 81: 10-24.
- [11] Liu, W., Brennan, M. A., Serventi, L. and Brennan, C. S. 2017. Effect of cellulase, xylanase and α -amylase combinations on the rheological properties of Chinese steamed bread dough enriched in wheat bran. *Food Chemistry*, 234: 93-102.
- [12] Altinel, B. and Ünal, S. S. 2017b. The effects of certain enzymes on the rheology of dough and the quality characteristics of bread prepared from wheat meal. *Journal of Food Science and Technology*, 54: 1628-1637.
- [13] Colakoglu, A. S. and Ozkaya, H. (2012). Potential use of exogenous lipases for DATM replacement to modify the rheological and thermal properties of wheat flour dough. *Journal of Cereal Science*, 55: 397-404.

- [14] Suhendro, E. L., Waniska, R. D., Rooney, L. W. and Gomez, M. H. 1995. Effects of polyols on the processing and qualities of wheat tortillas. *Cereal Chemistry*, 72: 122–127.
- [15] Tian, Y., Xu, X., Li, Y., Jin, Z., Chen, H. and Wang, H. 2009. Effect of β -cyclodextrin on the long-term retrogradation of rice starch. *European Food Research and Technology*, 228: 743–748.
- [16] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [17] Bassinello, P. Z., Freitasb, D. D. G. C., Ascherib, J. L. R., Takeitib, C. Y., Carvalho, R. N., Koakuzua, S. N. and Carvalhoc, A. V. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. *Procedia Food Science*, 1: 1645 – 1652.
- [18] Naji-Tabasi, S. and Mohebbi, M. 2014. Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(1): 100-110.
- [19] Yaseen, A.A., Shouk, A.H. and Ramadan, M.T. 2010. Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. *Journal of American Science*, 6(10): 684-690.
- [20] Jalali, M., Sheikholeslami, Z., Elhamirad, A. H., Haddad Khodaparast, M. H. and Karimi, M. 2019. The effect of Balangu Shirazi (*Lallelantia Royleana*) gum on the quality of gluten-free pan bread containing pre-gelatinization simple corn flour with microeave. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 11(2): 68-83.
- [21] Sheikholeslami, Z., Karimi, m., Komeili, H. R. and Mahfouzi, M. 2018. A new mixed bread formula with improved physicochemical properties by using hull-less barley flour at the presence of guar gum and ascorbic acid. *LWT*, 93: 628-633.
- [22] Shokraie, M., Salehifar, M. and Afshin Pazhooh, R. 2018. Rheological and quality characteristics of pasta produced from sunn pest damaged wheat flour and ascorbic Acid. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20: 935-963.
- [23] Tebben, L., Chen, G., Tilley, M. and Li, Y. 2020. Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties. *Journal of Food Science*, 85: 4201–4208.
- [24] Ding, S., Peng, B., Li, Y. and Yang, J. 2019. Evaluation of specific volume, texture, thermal features, water mobility, and inhibitory effect of staling in wheat bread affected by maltitol. *Food Chemistry*, 283: 123–130.
- [25] Pourfarzad, A., Hossein, M. and Khodaparast, H. 2014. Optimization of a novel improver gel formulation for Barbari flat bread using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 2344–2356.
- [26] Hemdane, S., Langenaeken, N. A., Jacobs, P. J., Verspreet, J., Delcour, J. A. and Courtin, C. M. 2018. Study of the role of bran water binding and the steric hindrance by bran in straight dough bread making. *Food Chemistry*, 253: 262–268.
- [27] Both, J., Biduski, B., Gómez, M., Bertolin, T. E., Friedrich, M. T. and Gutkoski, L. C. 2020. Micronized whole wheat flour and xylanase application: dough properties and bread quality. *Journal of Food Science and Technology*, 56: 3902–3912.
- [28] Ghoshal, G., Shivhare, U. S. and Banerjee, U. C. 2017. Rheological properties and microstructure of xylanase containing whole wheat bread dough. *Journal of Food Science and Technology*, 54: 1928–1937.
- [29] Sheikholeslami, Z., Mahfouzi, M., Karimi, M. and Ghiafehdaoodi, M. 2021. Modification of dough characteristics and baking quality based on whole wheat flour by enzymes and emulsifiers supplementation. *LWT – Food Science and Technology*, 139: 110794.
- [30] Matsushita, K., Santiago, D. M., Noda, T., Tsuboi, K., Kawakami, S. and Yamauchi, H. 2017. The bread making qualities of bread dough supplemented with whole wheat flour and treated with enzymes. *Food Science and Technology Research*, 23: 403–410.
- [31] Kurek, M. A., Wyrwisz, J., Piwińska, M. Wierzbička, A. 2015. Influence of the wheat flour extraction degree in the quality of bread made with high proportions of β -glucan. *Food Science and Technology*, 35: 273–278.
- [32] Zhou, C. F., Qian, P., Meng, J., Gao, S. M. and Lu, R. R. 2016. Effect of glycerol and sorbitol on the properties of dough and white bread. *Cereal Chemistry*, 93, 196–200.
- [33] Bhise, S. and Kaur, A. 2014. Baking quality, sensory properties and shelf life of bread with polyols. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 2054–2061.
- [34] Penella, J. M. S., Collar, C. and Haros, M. 2008. Effect of wheat bran and enzyme addition on dough functional performance and phytic acid levels in bread. *Journal of Cereal Science*, 48: 715–721.
- [35] Rosell, C. M. 2019. Trends in Science of Doughs and Bread Quality. In *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention* (2nd ed.). Elsevier Inc.
- [36] Atalay, M. H., Bilgiçli, N., Elgün, A. and Demir, M. K. 2013. Effects of buckwheat (*fagopyrum esculentum moench*) milling products, transglutaminase and sodium stearyl-2-lactylate on bread properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 1–9.
- [37] Zeng, Q., Wei, T., Song, Y., Guo, X., Jiang, H. and Zhang, G. 2022. Comparative study on composite buckwheat dough and steamed bread modified by transglutaminase and ascorbic acid. *International*

- Journal of Food Science and Technology*, 57(2): 1273-1282.
- [38] Pourhaji, F. and Sahraian, B. 2018. Evaluating the Oxidative Stability of Doughnut Containing Ascorbic Acid and Green Tea Extract During Storage Using Principal Component Analysis (PCA). *Food Engineering Research*, 41-56.
- [39] Mirzaei, M. 2012. Formulating and evaluating the effect of several types of improvers on the quality of Sangak bread. Master thesis of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.
- [40] Niu, M., Hou, G. G., Kindelspire, J., Krishnan, P. Zhao, S. 2017. Microstructural, textural, and sensory properties of whole-wheat noodle modified by enzymes and emulsifiers. *Food Chemistry*, 223: 16–24.
- [41] Bilgiçli, N., Demir, M. K. and Yilmaz, C. 2014. Influence of some additives on dough and bread properties of a wheat-lupin flour blend. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 6: 167–173.
- [42] Ahmad, A. 2016. Optimization of Gluten Free Bread Formulation by Adding Xanthan Gum , Potato Starch and Sorbitol Using Response Surface Methodology. *The National Conference for Postgraduate Research*, 607–615.
- [43] Zeidvand, S., Movahhed, S. and Rajaei, P. 2023. Effect of lactic acid, acid ascorbic and azodicarbonamid on microstructure and organoleptic properties of Sangak bread. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 13(2): 61-69.
- [44] Kumar, V. and Satyanaana, T. 2014. Production of thermo-alkali-stable xylanase by a novel polyextremophilic *Bacillus halodurans* TSEV1 in cane molasses medium and its applicability in making whole wheat bread. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 37: 1043–1053.
- [45] Ding, S. and Yang, J. 2021. The effects of sugar alcohols on rheological properties, functionalities, and texture in baked products – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 111: 670–679.



Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Studying the effect of enzymatic improver on the physicochemical and sensory properties of Zabol traditional cookie based on bug-damaged wheat flour with different extraction rates

Narges Mir¹, Bahareh Sahraian^{2*}

1- M.S, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

2- Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: 2025/2/18 Accepted: 2025/4/15 Keywords: Wholemeal flour, Bug-damaged, Extruded bran, Traditional cookies, Texture. DOI: 10.22034/FSCT.22.166.230. *Corresponding Author E- Baharehsahraian@yahoo.com	This study aimed to produce Zabol traditional cookies from bug-damaged wheat flour with an extraction rate of 78, 88 and 96% and to design a specific improver for this product using ascorbic acid (0.003%), xylanase enzyme (0.04%), sodium stearoyl 2-lactylate (SSL) and tartaric acid mono- and diglyceride esters (DATEM) (0.5%) emulsifiers and sorbitol sugar alcohol (1%), and then to evaluate the quantity and quality of the final product. The results showed that the samples with bran and containing the improver had a higher moisture content during one month of storage. With increasing the extraction rates of bug-damaged wheat flour, the texture firmness increased and the specific volume of the cookies decreased. This was while the presence of the improver in the formulation of the produced samples played an effective role in improving the textural properties. By increasing the flour extraction rates, the amount of L* and b* values decreased and the amount of a* increased, and the presence of an improved in the formulation led to a decrease in the darkness of the surface of the cookies. Finally, based on the findings, it was determined that without the desire to use improvers, the sample prepared from bug-damaged wheat flour with an extraction rate of 78 percent had the best quantitative and qualitative properties. This was while using the designed improver made it possible to use 10 percent bran in the formulation of Zabol traditional cookies (using bug-damaged wheat flour with an extraction rate of 88 percent), and this sample with the highest score in form and shape, porosity, chewiness, and firmness and softness of texture is introduced as the superior sample in this study.