

(مقاله پژوهشی)

## بررسی اثر پودر مالت سورگوم بر ویژگی های بافتی و حسی اشرودل تخمیری (بر پایه آرد سیب زمینی-برنج)

غلامحسین حقایق<sup>۱\*</sup>، نفیسه زاوه زاد<sup>۲</sup>

۱-استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملی زابل، زابل، ایران.

۲-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

### چکیده

بیماران سلیاکی جهت کاهش مشکلات گوارشی خود، نیازمند مصرف محصولات بدون گلوتن به صورت مادام العمر هستند. در این تحقیق از پودر مالت بدون گلوتن سورگوم در سطوح صفر، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد به عنوان یک افزودنی طبیعی و مجاز در فرمولاسیون اشرودل استفاده شد و رطوبت، تخلخل، حجم مخصوص، سفتی بافت (۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت) و پذیرش کلی نمونه های تولیدی ارزیابی گردید. یافته های این پژوهش نشان داد با افزایش سطح پودر مالت در فرمولاسیون اولیه، بر میزان رطوبت نمونه های تولیدی افزوده شد. این در حالی بود که نمونه حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد پودر مالت سورگوم بخصوص نمونه حاوی ۳ درصد از بافت نرم تر در بازه زمانی ۱ ساعت پس از پخت و تخلخل و حجم مخصوص بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. همچنین نتایج نشان داد تمام نمونه های حاوی پودر مالت سورگوم دارای بافت نرم تر در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت بودند. در نهایت داوران چشایی بالاترین امتیاز پذیرش کلی را به اشرودل های حاوی ۳ درصد پودر مالت سورگوم دادند.

**واژه های کلیدی:** آلفا آمیلاز، اشرودل تخمیری، بافت، بدون گلوتن، پذیرش کلی.

## ۱-مقدمه

در صنایع پخت، مالت به عنوان منبع آنزیم آلفا آمیلاز به آرد جهت تهیه خمیر اضافه می شود. مهم ترین اثرات افزودن مالت به عنوان یک منبع آنزیمی می توان به زمان مخلوط کردن خمیر، سرعت تخمیر، قوام خمیر، حجم، قهوه ای شدن پوسته و تورم و ژلاتینه شدن نشاسته اشاره کرد (۲). اما باید در نظر گرفت افزودن بیش از حد مالت به محصولات نانوائی تخمیری نظیر انواع نان، اشترودل، دونات و غیره سبب افزایش تولید گاز و کاهش قدرت نگهداری آن می شود، در نتیجه حجم نهایی محصول کاهش می یابد. همچنین افزایش مقدار آنزیم آرد باعث کاهش عدد فالینگ، چسبندگی خمیر، کاهش قابلیت برش و تیرگی پوسته محصول می گردد (۴). بیماری سیلیاک در اثر دریافت جزء گلیدینی گلوتن موجود در دانه گندم و پرولامین چاودار (سکالین)، جو (هوردین) و احتمالاً یولاف (آویدین) که دارای ترکیب آمینواسیدی مشابه گلیدین هستند، تشدید می شود و یکی از رایج ترین حساسیت های غذایی محسوب می گردد. تنها راه درمان این بیماری بر پایه حذف دائمی غلات حاوی گلوتن از رژیم غذایی و استفاده از غذاهای بدون گلوتن در سراسر طول عمر بیمار است (۱۵). بنابراین می توان گفت که استفاده از جو که غله غالب جهت مالت سازی محسوب می شود، جهت مصرف این بیماران قابلیت استفاده ندارد و باید از گیاهان بدون گلوتن برای این دسته از بیماران استفاده کرد. یکی از این گیاهان، سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) است. این گیاه از نظر اهمیت غذایی پنجمین غله دنیا پس از گندم، ذرت، برنج و جو محسوب می شود (۱۴) و فاقد پروتئین گلوتن است (۱۵). حذف آرد گندم بخصوص از فرمولاسیون محصولات نانوائی، مشکلات عدیده ای به لحاظ بافت و ظاهر (سفتی مغز، خشکی پوسته، کم رنگ شدن، بدطعم شدن و غیره) برای محصول ایجاد می شود که می توان با افزودنی های مجاز به ویژه افزودنی های طبیعی برخی از این مشکلات را رفع نمود. از نظر تاریخی اشترودل در خانواده فرآورده های

پخت غیر ورآمده تقسیم بندی می شود. این محصولات با پیچیدن ماده پرکننده در تعدادی لایه نازک خمیر تهیه می شوند که روش های تجاری گسترش یافته، سبب شده که اشترودل به صورت خمیر پخت نشده، نیم پز یا کاملاً پخته شده و حتی به شکل منجمد توزیع گردد (۲). در زمینه کاربرد مالت در محصولات نانوائی مطالعات چندی صورت گرفته است که به برخی از آن ها اشاره می شود. ماکین و آرن (۲۰۱۲) گزارش کردند با حداقل ۵ درصد مالت یولاف می توان نانی با ویژگی های بافتی مطلوب تولید کرد. این محققان علت این امر را بهبود پایداری حفره های گاز به علت فعالیت آنزیمی مالت دانستند (۱۳). ادریس و همکاران (۲۰۰۵) با افزودن مالت سورگوم به آرد سورگوم بیان کردند که جذب بیولوژیکی عناصر معدنی نظیر روی و آهن از آرد سورگوم افزایش یافت که علت این امر وجود آنزیم فیتاز در مالت سورگوم بیان شد (۱۱). خلیل و همکاران (۲۰۰۰) حضور ۱ درصد پودر مالت در فرمولاسیون اولیه نان را عامل تولید محصول با بافت نرم تر و ماندگاری بالاتر دانستند (۱۲). همچنین یقبانی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند مالت جو نسبت به گندم در به تأخیر انداختن بیاتی و کاهش سفتی بافت نان مؤثرتر بود. براساس نتایج مشخص گردید که مالت جو نسبت به گندم در به تأخیر انداختن بیاتی و کاهش سفتی بافت نان مؤثرتر عمل نمود. این در حالی بود که هر دو مالت تولیدی به دلیل داشتن آنزیم آلفا آمیلاز عملکرد مناسبی در بهبود حجم و رنگ پوسته از خود نشان دادند (۷). شیخ الاسلامی (۱۳۹۵) به بررسی اثر رقم و آرد مالت تهیه شده از گندم بر خصوصیات تکنولوژیک و حسی نان قالبی پرداختند. نتایج این محقق نشان داد آردهای حاصل از گندم فلات، قدس، گاسکوژن و چمران به ترتیب به میزان ۲، ۲/۵، ۲/۵ و ۲/۵ گرم سبب کاهش سفتی مغز نان قالبی و افزایش ماندگاری محصول تولیدی شد (۲). از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر مالت آنزیمی بدون گلوتن سورگوم (در سطوح صفر، ۱، ۲

دارای قدرت دیاستاتیک  $L^{\circ} 77/4$  و  $2/41$  گرم مالتوز در ۱۰ گرم آرد (قند احیاء کننده) بود.

### ۲-۳- تهیه اشترودل بدون گلوتن

خمیر اشترودل دارای ۵۰ درصد آرد سیب زمینی، ۵۰ درصد آرد برنج، ۱۰۰ درصد آب، ۱ درصد صمغ گوار و ۰/۵ درصد صمغ گزانتان، ۲ درصد مخمر، ۲ درصد شکر و ۱۵ درصد مارگارین بود. اگر این نمونه را به عنوان نمونه شاهد (فاقد مالت سورگوم) در نظر بگیریم، تیمارهای این پژوهش حاوی سطوح ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد پودر مالت سورگوم براساس وزن آرد بودند. کلیه مواد به صورت یکجا در همزن خانگی با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه ریخته شد و خمیر مورد نظر بعد از طی مدت زمان ۱۵ دقیقه آماده گردید. پس از اتمام خمیرگیری، خمیرها با استفاده از مارگارین و توسط لامیناتور لایه لایه شدند. خمیرهای لایه لایه شده به ابعاد  $16 \times 8$  سانتی‌متر بریده شد و وارد اتاق تخمیر با رطوبت نسبی ۷۵ درصد و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه گردید. پس از طی شدن مدت زمان تخمیر، نمونه‌ها وارد فر با دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه شدند. نمونه‌های پخت شده به مدت یک ساعت در دمای محیط که حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود، سرد شدند و پس از آن آزمایشات کمی و کیفی بر روی آن‌ها انجام شد (۳).

### ۲-۴- رطوبت

جهت انجام این آزمایش که در فاصله زمانی ۱ و ۷۲ پس از پخت بود، از استاندارد AACC، شماره ۲۰۰۰، شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید (۸).

### ۲-۵- حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص در فاصله زمانی ۱ ساعت پس از پخت، قطعه‌ای به ابعاد  $2 \times 2$  سانتی‌متر از مرکز هندسی اشترودل تهیه گردید و از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا

۳، ۴ و ۵ درصد براساس وزن آرد) به عنوان یک افزودنی طبیعی و مجاز (برای بیماران سیلیاکی) بر ویژگی‌های بافتی و حسی نان اشترودل بدون گلوتن بر پایه آرد سیب زمینی-برنج بود.

### ۲-مواد و روش‌ها

#### ۲-۱-مواد

آرد سیب زمینی با  $6/19$  درصد رطوبت،  $3/17$  درصد خاکستر،  $10/66$  پروتئین،  $79/7$  درصد نشاسته و آرد برنج با  $10/1$  درصد رطوبت،  $0/32$  درصد خاکستر، ۸۱ درصد نشاسته،  $7/25$  درصد پروتئین و صفر درصد گلوتن از بازار محلی تهیه شد. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل مارگارین، شکر و نمک از یک فروشگاه‌های معتبر و مخمر مورد استفاده (ساکارومایسس سرویزیه) که به شکل پودر مخمر خشک فعال و به صورت بسته‌بندی وکیوم بود، از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران)، صمغ گوار با نام تجاری MEYPROtm GUAR (E412) و صمغ گزانتان با نام تجاری RHODIGELTM (XANTHAN) GUM (E415) از شرکت رودیا (فرانسه) خریداری شد. همچنین دانه سورگوم جهت تهیه مالت از شهرستان زابل تهیه گردید.

#### ۲-۲-تهیه مالت سورگوم

دانه سورگوم با استفاده از الک به صورت دستی بوجاری شد. ۵۰۰ گرم از دانه در آب  $17-18$  درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شد. پس از رسیدن رطوبت دانه به مقدار مناسب برای جوانه‌زنی (۴۲-۴۸ درصد) آب اضافی جدا و در اتاقک جوانه‌زنی (با ابعاد  $38 \times 22 \times 9$ ) در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ روز قرار گرفت. مالت سبز تولید شده در خشک کن هوای گرم با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۵ درصد خشک شد. در انتهای فرایند، ریشه‌چه از مالت جدا و دانه‌های مالت جهت تبدیل به پودر به دستگاه آسیاب منتقل شد (۴). مالت تولیدی به روش ذکر شده

مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد (۸).

## ۶-۲- تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل بافت درونی اشرودل در فاصله زمانی ۱ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش و نرم‌افزار Image J<sup>۱</sup> استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از بافت درونی تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد و در اختیار نرم‌افزار قرار گرفت و در نهایت میزان تخلخل بافت درونی محاسبه شد (۱۰).

## ۷-۲- بافت

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه‌ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز اشرودل، به‌عنوان شاخص سفتی<sup>۲</sup> محاسبه گردید. نقطه شروع<sup>۳</sup> و نقطه هدف<sup>۴</sup> به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۲۵ میلی‌متر بود (۳).

## ۸-۲- ویژگی‌های حسی

بدین منظور ۱۰ داور انتخاب گردیدند و سپس خصوصیات حسی از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به‌ترتیب دارای

ضریب رتبه ۴، ۲، ۱، ۲، ۲، ۳ و ۳ بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ضریب ارزیابی صفات از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. با داشتن این معلومات، پذیرش کلی (عدد کیفیت اشرودل) با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه گردید.

$$\text{رابطه ۲-۱} \quad Q = \frac{\sum (P \times G)}{\sum P}$$

Q = پذیرش کلی (عدد کیفیت اشرودل)، P = ضریب رتبه صفات و G = ضریب ارزیابی صفات.

## ۹-۲- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) مقایسه گردید و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- رطوبت

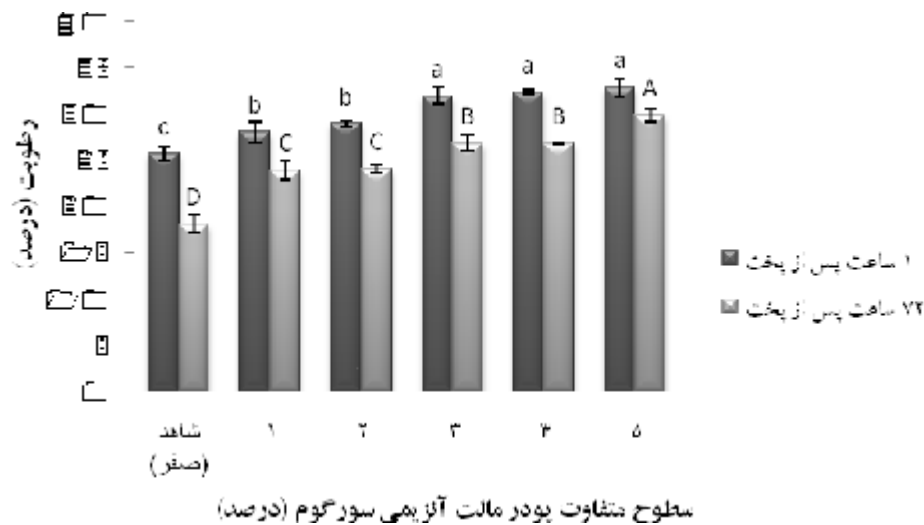
نتایج میزان رطوبت اشرودل‌های بدون گلوتن حاوی پودر مالت سورگوم در بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت در شکل ۱ آورده شده است. همانطور که یافته‌ها نشان می‌دهند نمونه‌های حاوی پودر مالت سورگوم در هر دو بازه زمانی (۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت) از میزان رطوبت بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. همچنین از نتایج بر می‌آید میزان افت رطوبت در نمونه شاهد پس از ۷۲ بیش از سایر نمونه‌ها بود.

<sup>1</sup> - Image Processing and Analysis in Java

<sup>2</sup> - Hardness

<sup>3</sup> - Trigger Point

<sup>4</sup> - Target Value



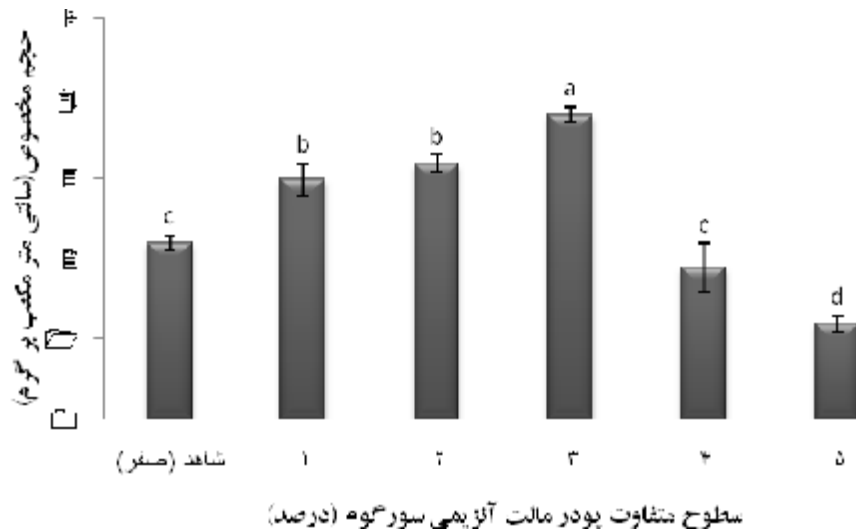
شکل ۱- اثر سطوح متفاوت پودر مالت آنزیمی سورگوم بر رطوبت اشرودل بدون گلوتن در بازه زمانی ۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت. (حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

مالت، قدرت جذب آب دارد و به موجب آن محلولی چسبنده و ویسکوز ایجاد می‌شود که در نگهداری رطوبت محصول نهایی در مرحله پخت و پس از آن دخیل است (۶).

### ۳-۲- حجم مخصوص

نتایج حجم مخصوص اشرودل های بدون گلوتن حاوی پودر مالت سورگوم در شکل ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج مشخص گردید که با افزایش پودر مالت آنزیمی تا سطح ۳ درصد، حجم مخصوص اشرودل بدون گلوتن نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت و پس از آن کاهش حجم مخصوص حتی نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد.

در راستای افزایش رطوبت نمونه‌های تولیدی حاوی پودر مالت نسبت به نمونه شاهد باید گفت آنزیم آلفا آمیلاز یکی از علل افزایش میزان جذب آب خمیر بود و در نهایت افزایش رطوبت محصول نهایی گردید، چرا که حضور آنزیم آلفا آمیلاز در فرمولاسیون محصولات خمیری می‌تواند سبب افزایش میزان نشاسته آسیب دیده در آرد گندم است که این امر تأثیر مثبت بر میزان جذب آب خمیر و بالطبع رطوبت محصول نهایی دارد. در این زمینه غیور اصلی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر آنزیم آلفا آمیلاز بر خصوصیات نان اشرودل به نتایج مشابهی در زمینه افزایش رطوبت محصول نهایی دست یافتند (۵). علاوه بر این پودر مالت دارای مقداری پنتوزان است که پنتوزان محلول در آب موجود در پودر



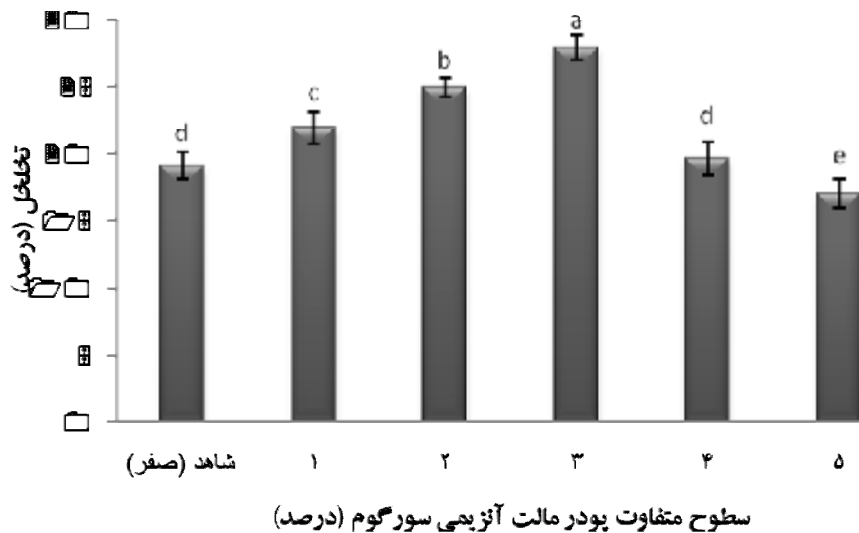
شکل ۲- اثر سطوح متفاوت پودر مالت آنزیمی سورگوم بر حجم مخصوص اشرودل بدون گلوتن. (حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی داری ندارند)

حباب‌های هوا نقش داشت باشد (۱۶). از طرفی در ارتباط با کاهش حجم مخصوص نمونه‌های حاوی بیش از ۳ درصد پودر مالت موردی که به ذهن می‌رسد، اینست که افزایش بیش از اندازه آنزیم در فرمولاسیون اولیه خمیر اشرودل بدون گلوتن موجب شده است که خمیر سفتی و قوام مورد نظر خود را از دست دهد و در نگهداری سلول‌های گازی تولیدی طی مرحله تخمیر دچار مشکل شود و در نهایت موجبات کاهش حجم را فراهم کند.

### ۳-۳- تخلخل

نتایج بدست آمده از ارزیابی تخلخل (شکل ۳) به وضوح نشان داد نمونه حاوی ۳ درصد پودر مالت سورگوم از بیشترین میزان تخلخل نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود. این در حالی بود که نمونه حاوی ۱ و ۲ درصد پودر مالت سورگوم نیز دارای تخلخل بیشتری نسبت به نمونه شاهد بودند. نمونه حاوی ۴ درصد پودر مالت به لحاظ میزان تخلخل با نمونه شاهد برابری داشت. کمترین میزان تخلخل در بین اشرودل‌های بدون گلوتن در نمونه حاوی ۵ درصد پودر مالت سورگوم مشاهده شد.

در زمینه بهبود حجم مخصوص نمونه های حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد پودر مالت نسبت به نمونه شاهد، باید گفت که حضور آنزیم آلفا آمیلاز موجود در پودر مالت با تبدیل نشاسته آسیب دیده به دکسترین و ایجاد اندکی چسبندگی که برای محصولات بدون گلوتن مطلوب است و تا حدودی می‌تواند عیوب کشش پذیری در این محصولات را اصلاح کند، قابلیت نگهداری سلول‌های هوای تولیدی طی فرآیند تخمیر را مهیا می‌سازد که این هوای ورودی در طی فرآیند پخت بر اثر افزایش دما انبساط پیدا کرده و باعث افزایش حجم محصول نهایی گردد. در راستای افزایش حجم در نتیجه افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به فرمولاسیون محصولات خمیری اکتاویانی و ویببانو (۲۰۰۷) به نتایج مشابهی دست یافتند البته این محققین در طی تحقیقات خود به این نکته اشاره نمودند که محصولات خمیری تخمیری حاوی آنزیم آلفا آمیلاز در افزایش حجم بیش از دسته غیرتخمیری موفق خواهند بود زیرا دکسترین تولیدی به جز ایجاد بافت جهت نگهداری حباب‌های هوا می‌تواند به عنوان غذای مخمر مصرف شود و در افزایش تعداد



شکل ۳- اثر سطوح متفاوت پودر مالت آنزیمی سورگوم بر تخلخل بافت درونی اشرودل بدون گلو تن.

(حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی داری ندارند)

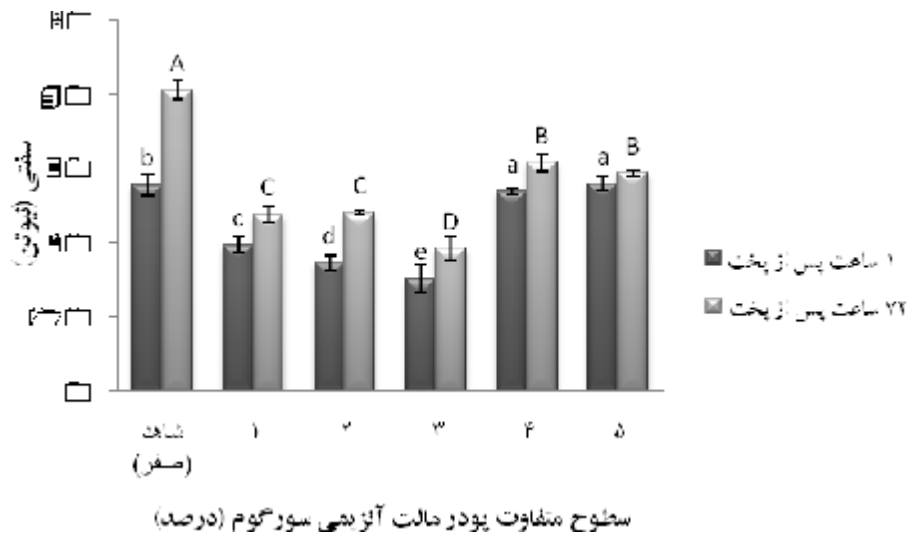
دکستروزین) و بالطبع محصول نهایی از پاره شدن این حفرات به طوری که دو یا چند حفره کوچک به یک حفره بزرگ تبدیل شود، جلوگیری به عمل می‌آورد و از این رو در افزایش تخلخل به دلیل حفظ تعداد سلول‌های گازی و حتی پخش یکنواخت تر آن‌ها مؤثرست (۱۳). همچنین مقصود لو و همکاران (۱۳۸۹) بیان نمودند که در آردهای بسیار ضعیف (آرد مورد استفاده در این تحقیق آرد برنج بود که جزء آردهای ضعیف طبقه‌بندی می‌شود) افزایش فعالیت آمیلازی مطلوب نیست زیرا با افزایش بیش از اندازه آنزیم آلفا آمیلاز در فرمولاسیون، خمیر حاصله شل شده و شکل خود را از دست می‌دهد و محصول تولیدی دارای خلل و فرج درشت و غیر یکنواخت می‌گردد (۶). بنابراین به استناد از گفته این محققان قابل پیش‌بینی بود که با ایجاد خلل و فرج درشت و غیر یکنواخت در اشرودل بدون گلو تن که ناشی از محتوای بالای آنزیم آلفا آمیلاز است، میزان تخلخل محصول تولیدی (بخصوص در نمونه حاوی ۵ درصد پودر مالت) کاهش یابد.

هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی در بافت درونی نان بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد نمونه حاوی ۳ درصد پودر مالت سورگوم هم در حفظ و نگهداری سلول‌های گازی تولیدی طی فرایند تخمیر و هم در پخش و توزیع یکنواخت آن‌ها در بافت خمیر اشرودل موفق عمل نموده است که این امر می‌تواند نشان دهنده بافت یکنواخت این نمونه باشد. در ارتباط با بهبود میزان تخلخل محصولات نانوایی حاوی پودر مالت (البته چنانچه سطح مصرف آرد مالت متناسب با فرمولاسیون دقیق و صحیح انتخاب شود) باید گفت که ماکینن و آرنٹ (۲۰۱۲) در تحقیق خود به این نکته اشاره نمودند که افزودن پودر مالت (مالتی که دارای فعالیت آمیلولیتیکی است) به فرمولاسیون محصولات خمیری با ایجاد حالت چسبندگی و اندک ضخیم شدن سلول‌های گازی موجود در خمیر (ناشی از اثر آنزیم بر نشاسته و تولید

## ۳-۴- سفتی بافت

شکل ۴ نشان‌دهنده سفتی بافت اشرودل بدون گلوتن در بازه زمانی ۱ و ۷۲ ساعت پس از پخت است. نتایج این بخش به وضوح نشان داد سه نمونه حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد پودر مالت سورگوم از سفتی بافت کمتری نسبت به نمونه شاهد (اشرودل فاقد پودر مالت) در بازه زمانی ۱ ساعت پس از پخت برخوردار بودند. این در حالی بود که تمام نمونه‌های حاوی

پودر مالت سورگوم حتی نمونه حاوی ۵ درصد از این افزودنی طبیعی دارای بافت نرمتری نسبت به نمونه شاهد در بازه زمانی ۷۲ ساعت بودند. علاوه بر این لازم به ذکر است که با گذشت زمان ۷۲ ساعت پس از پخت، تمام اشرودل‌های تولیدی افزایش در میزان سفتی بافت داشتند که این افزایش در نمونه شاهد بسیار چشمگیرتر از سایر نمونه‌های تولیدی بود.



شکل ۴- اثر سطوح متفاوت پودر مالت آنزیمی سورگوم بر سفتی بافت اشرودل بدون گلوتن در بازه زمانی ۲ و ۷۲ ساعت پس از پخت. (حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

برخوردار باشند و عدد سفتی گزارش شده توسط دستگاه بافت‌سنج که میزان نیروی لازم جهت فشردگی بافت را نشان می‌دهد، کمتر باشد و از آنجا که تمام نمونه‌های حاوی پودر مالت سورگوم از رطوبت بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند، انتظار تأخیر در بیاتی این نمونه‌ها نسبت به نمونه فاقد پودر مالت سورگوم در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت وجود داشت. راه‌های مختلفی برای کاهش پدیده بیاتی و تازه نگه داشتن محصول تولیدی وجود دارد. یکی از این راهکارها برای افزایش میزان نرمی بافت محصولات نانویی و یا کاهش سرعت بیاتی در طی مدت زمان نگهداری

عواملی نظیر میزان رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل در میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت دخیل است. اما مهمترین عامل در افزایش سفتی بافت محصولات نانویی طی مدت زمان نگهداری، حفظ و نگهداری رطوبت است، زیرا این مورد به شدت بر میزان بیاتی محصول تولیدی و افزایش سفتی آن طی انبارمانی اثرگذار است، البته نباید شروع فرایند بیات شدن محصولات نانویی را بلافاصله پس از پخت نادیده گرفت. از این رو قابل پیش‌بینی بود نمونه حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد ضمن محتوای رطوبتی بیشتر به دلیل حجم مخصوص و تخلخل بالاتر از فشردگی کمتری

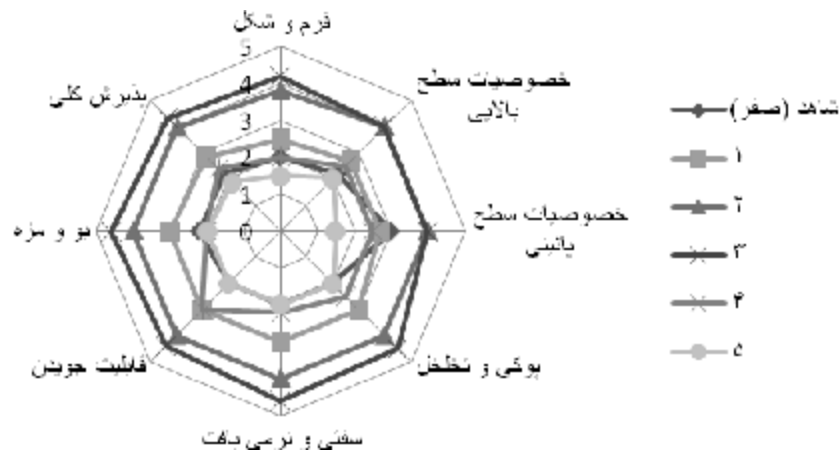


موجود در مالت ذرت بیشترین سنتیک را روی نشاسته داشت (۶). شیخ الاسلامی (۱۳۹۵) به بررسی اثر رقم و آرد مالت تهیه شده از گندم بر خصوصیات تکنولوژیک و حسی نان قالبی پرداختند. نتایج این محقق نشان داد آردهای حاصل از گندم فلات، قدس، گاسکوژن و چمران به ترتیب به میزان ۲، ۲/۵، ۲/۵ و ۲/۵ گرم سبب کاهش سفتی مغز نان قالبی و افزایش ماندگاری محصول تولیدی شد (۲).

### ۳-۵- ویژگی‌های حسی

شکل ۵ ویژگی‌های حسی اشترودل‌های بدون گلوتن را نشان می‌دهد. براساس نتایج مشخص شد نمونه حاوی ۲ و ۳ درصد پودر مالت سورگوم از بیشترین امتیاز پذیرش کلی برخوردار بودند. امتیاز پذیرش کلی میانگین امتیاز فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی و پائینی، پوکی و تخلخل بافت، نرمی و سفتی، قابلیت جویدین و عطر و مزه پس از اعمال ضرایب مؤثر است.

استفاده از مکمل‌های آنزیمی است که پودر مالت آنزیمی به دلیل دارا بودن آنزیم‌های آمیلولیتیک در این دسته جای می‌گیرند. حال باید گفت که در راستای کاهش میزان سفتی بافت در بازه زمانی بلافاصله پس از پخت و یا کند شدن فرآیند رتروگراداسیون و به تأخیر افتادن بیاتی در بازه‌های طولانی پس از تولید با استفاده از آنزیم آمیلاز و یا مالت آنزیمی مطالعات چندی در مورد انواع مختلفی از محصولات نانوائی موجود است. آدوال و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی اثر مالت آنزیمی حاصل از غلات بدون گلوتن سورگوم، ذرت و ارزن بر روی نشاسته پرداختند. این دانشمندان در طی مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که آنزیم آمیلاز موجود در هر سه نوع مالت میل ترکیبی به حل شدن با نشاسته داشت که به موجب آن می‌توان تا حدودی از رتروگراداسیون نشاسته جلوگیری به عمل آورد. البته این محققین بیان کردند که آلفا آمیلاز موجود در مالت سورگوم کم‌ترین و آلفا آمیلاز



شکل ۵- اثر سطوح متفاوت پودر مالت آنزیمی سورگوم بر امتیاز ویژگی‌های حسی اشترودل بدون گلوتن. (حروف مشابه در هر بازه زمانی از نظر آماری در سطح  $P < 0.05$  تفاوت معنی‌داری ندارند)

گرفته از انتخاب سطح مناسب این افزودنی طبیعی در فرمولاسیون اشترودل و ایجاد بافت بهتر است. زیرا بافت بهتر در رهایش طعم و عطر اثر مثبت می‌گذارد.

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق بیانگر آنست از پودر مالت آنزیمی سورگوم می‌توان به عنوان یک افزودنی طبیعی و بدون گلوتن در فرمولاسیون محصولات نانوائی مناسب بیماران سلیاکی بخصوص دسته تخمیری نظیر انواع نان، دونات، اشترودل و غیره استفاده نمود و با کاربرد این افزودنی می‌توان برخی از مشکلات محصولات بدون گلوتن نظیر بافت خشک و سفت، رنگ و طعم نامناسب را بهبود داد و محصولی با کیفیت قابل قبول برای بیماران سلیاکی حتی افراد عادی تولید و به بازار عرضه نمود.

#### ۵- منابع

۱. شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۵. تأثیر رقم و آرد مالت تهیه شده از گندم بر بهبود خواص تکنولوژیک و حسی نان قالبی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۵۰، دوره ۱۳، ۱۰-۱.
۲. شیخ الاسلامی، ز.، کریمی، م.، قیافه داودی، م.، صحرائیان، ب. و نقی پور، ف. ۱۳۹۶. بررسی اثر عصاره چوبک و صمغ ریحان بر بافت و ظاهر اشترودل حاصل از خمیر منجمد. علوم و صنایع غذایی، شماره ۷۱، دوره ۱۴، ۱۶۹-۱۵۹.
۳. صحرائیان، ب. ۱۳۹۵. تولید پودر مالت سورگوم با استفاده از میکروویو و بررسی امکان جایگزینی این ماده با ساکارز در کیک روغنی بدون گلوتن. رساله دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۴. غیور اصلی، م.، حداد خداپرست، م. ح. و کریمی، م. ۱۳۸۷. تأثیر آلفا آمیلاز و اسید آسکوربیک بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص

با توجه به نتایج به دست آمده از بخش سفتی بافت (بخش دستگاهی-دستگاه بافت‌سنج) انتظار برتری نمونه حاوی ۲ و ۳ درصد پودر مالت به لحاظ امتیاز پوکی و تخلخل بافت، نرمی و سفتی و قابلیت جویدن آن وجود داشت و از آنجا که این دو نمونه بافت مرغوبی داشتند به طبع این عامل در ظاهر و فرم و شکل اشترودل بدون گلوتن اثر گذاشته است. همچنین خصوصیات سطح بالایی به لحاظ سوختگی، دو پوسته شدن، غیر طبیعی بودن رنگ، چین و چروک و سطح غیر عادی و خصوصیات سطح پائینی به لحاظ سوختگی، چین و چروک و سطح غیر عادی بررسی شد و رنگ محصول نیز در امتیاز این دو ویژگی حسی نقش داشت. به گفته ارزیابان حسی نمونه‌های حاوی ۲ و ۳ درصد پودر مالت سورگوم از رنگ مطلوب‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بودند. این رنگ مطلوب می‌تواند تحت تأثیر دو عامل باشد یکی از این عوامل خاصیت پودر مالت در ایجاد رنگ در محصولات نانوائی است و دیگری را می‌توان به ایجاد سطحی صاف و هموارتر و بافتی شکیل‌تر در دو نمونه حاوی ۲ و ۳ درصد پودر مالت سورگوم نسبت داد. در این زمینه غیور اصلی و همکاران (۱۳۹۰) با افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به فرمولاسیون اولیه اشترودل به نتایج مشابهی دست یافتند و حضور این آنزیم را در بهبود رنگ مؤثر دانستند (۵). از سوی دیگر از این موضوع نباید غافل شد که سطوح بالای آنزیم آمیلاز (با مصرف سطوح بالای پودر مالت سورگوم) در فرمولاسیون اشترودل به دلیل ایجاد قندهای ساده بیش از نیاز محصول و شرکت کردن آن‌ها در واکنش کاراملیزاسیون و مایلارد، رنگ قهوه‌ای تیره بر سطح محصول ایجاد می‌کند که حس سوختگی القاء خواهد نمود که گزارشات داوران چشایی نیز کواهی بر این امر است. به گفته داوران چشایی نمونه حاوی ۴ و ۵ درصد دارای سوختگی در سطح بالایی و پائینی بودند و به موجب آن امتیاز پائینی به خصوصیات سطح بالایی و پائینی این دو نمونه دادند. همچنین طعم بهتر نمونه‌های حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد پودر مالت سورگوم نسبت به سایر نمونه‌ها نشأت

- classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
10. Idris, W. H., Hassan, A. B., Babiker, E. and Tinay, A. H. E. 2005. Effect of malt pretreatment on antinutritional factors and HCl extractability of minerals of sorghum cultivars. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(6): 396-401.
11. Khalil, A.H., Mamsour, H.. and Dawoud, M. 2000. Influence of malt on rheological and baking properties if wheat cassava composite flours. *Lebensm Wiss Technology*, 33(3): 159-164.
12. Makinen, O.E. and Arendt, E.K. 2012. Oat malt as a baking ingredient- A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. *Journal of Cereal Science*, 56: 747-75.
13. Martin, F.W. 1985. Sorghum. In: CRC Handbook of Tropical Food Crops: CRC Press, Inc., Ohio, USA.
14. Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G., and Junqueira, R.G. 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten free white bread. *Braz Arch Biol Technology*, 47: 63-70.
15. Octaviani, V. and Weibiao, Z. 2007. Frozen bread dough: Effect of freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science*, 45: 1-17.
- نان اشتهردل. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی، ۴۶-۵۵.
۵. مقصدلو، ی. و کشیری، م. ۱۳۸۸. بررسی امکان استفاده از تریتیکاله مالت‌نشده به عنوان افزودنی کمکی در عصاره‌گیری از مالت صحرا. گزارش طرح تحقیقاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان..
۶. یقبانی، م. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر پودر مالت گندم و جو بدون پوشینه بر ویژگی‌های کیفی نان بربری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۲، شماره ۲، ۴۱-۵۰.
7. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
8. Adewale, I.O., Agumanu, E.N., and Oith Okoronkwo, F.I. 2006. Comparative studies on  $\alpha$ - amylase from malt maize (*Zea mays*), millet (*Eleusine coracana*) and sorghum (*sorghum bicolor*). *Carbohydrate Polymers*, 66: 71-74.
9. Haralick, R. M., K. Shanmugam. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image

(Original Research Paper)

## The Effect of Enzymatic Sorghum Malt on Texture and Sensory Properties of Gluten-Free Strudel (Based on Potato and Rice Flour)

Gholam Hossein Haghayegh<sup>1\*</sup>, Nafiseh Zavehzad<sup>2</sup>

1-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

2-MSc graduated of Food Science and Technology, Quchan Branch, Quchan, Iran.

Received:16/01/2019

Accepted:09/03/2019

### Abstract

Celiac patients need to use gluten-free products to reduce gastrointestinal problems. Barley malt is effective properties of bakery products, but these additives cannot be used in gluten-free products. Also, in this study enzymatic sorghum malt in five levels (0, 1, 2, 3, 4 and 5%) was used as natural additives in gluten-free strudel. For this purpose, moisture, specific volume, porosity, firmness (1 and 72 hours after baking) and sensory properties were evaluated. Moisture was increased by increasing of malt in the formulation. The samples containing 1, 2 and 3% of malt (especially 3%) had the highest specific volume and porosity and the lowest firmness after 1 hours baking. All of samples were softer than blank (the sample without malt). Finally, the sample containing 3 % sorghum malt had the highest score of sensory properties.

**Keywords:** a-amylase, Fermented strudel, Texture, Gluten-Free, Overall Acceptability.

---

\*Corresponding Author: [haghayegh@uoz.ac.ir](mailto:haghayegh@uoz.ac.ir)