

## بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی اسنک غیراکسترودی حاوی جوانه‌ی گندم تثبیت شده با بخار آب اشباع

مهدی قیافه داودی<sup>۱</sup>، مهدی کریمی<sup>۱</sup>، زهرا شیخ الاسلامی<sup>۱</sup>، بهاره صحرائیان<sup>۲</sup>،

فریبا نقی پور<sup>۲\*</sup>

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۴)

### چکیده

امروزه افزایش ارزش تغذیه‌ای میان وعده‌ها از جمله اسنک‌ها به دلیل تقاضای مصرف‌کنندگان جهت استفاده از مواد غذایی سالم و فراسودمند رو به رشد است. از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر افزودن جوانه‌ی گندم فرآوری شده با حرارت در سطوح صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد وزن آرد بر کمیت و کیفیت یک نوع اسنک غیراکسترودی بود. به منظور سنجش مؤلفه‌های رنگی از تکنیک پردازش تصویر و نرم‌افزار Image J استفاده شد. نتایج به وضوح نشان داد که افزودن جوانه‌ی گندم سبب کاهش میزان رطوبت و مؤلفه‌ی رنگی  $L^*$  نمونه‌های تولیدی شد. این در حالی بود که بر میزان سختی بافت، دو مؤلفه‌ی رنگی  $a^*$  و  $b^*$  و ویتامین E محصول نهایی افزودن گردید. علاوه بر این ارزیابان چشایی نیز با بررسی طعم و مزه، تردی، رنگ و بافت هر یک از نمونه‌ها، بالاترین امتیاز پذیرش کلی را به نمونه حاوی ۹ درصد جوانه‌ی گندم دادند. در نهایت می‌توان گفت که جوانه‌ی گندم فرآوری شده با بخار آب اشباع تا سطح ۹ درصد ضمن افزایش ارزش تغذیه‌ای، قابلیت حفظ ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی اسنک را جهت عرضه به بازار مصرف به عنوان یک میان‌وعده مغذی داشت.

کلید واژگان: میان وعده، جوانه‌ی گندم، تثبیت حرارتی، پردازش تصویر.

## ۱- مقدمه

[۶]. هم‌چنین گومز (Gomez) و همکاران و سربوستاوا (Srivastava) و همکاران به بررسی کاربرد جوانه‌ی گندم تثبیت شده با حرارت (بخار) و استفاده از خشک‌کن غلتکی و بستر سیال) در فرمولاسیون محصولات نانوائی پرداختند. براساس نتایج این محققین مشخص شد که تیمارهای حرارتی مختلف اثر ناچیزی در ترکیب تقریبی جوانه‌ی گندم داشتند و به‌خصوص حفظ ویتامین E در جوانه‌ی بخار داده بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. در تمام موارد نیز آنزیم لیپاز کاملاً و آنزیم لیپوکسیژناز ۹۲-۸۰ درصد غیر فعال و گلوکاتایون نابود گردید. این در حالی بود که استفاده از جوانه‌ی گندم تثبیت شده با حرارت در سطوح کمتر از ۱۰ درصد نسبت به کاربرد جوانه‌ی خام در فرمولاسیون خمیر نان توانایی تولید محصولی قابل قبول به لحاظ بافت، ظاهر و امتیاز پذیرش کلی داشت [۷] و [۸]. بنابراین با توجه به مطالعات صورت گرفته و اهمیت ارزش تغذیه‌ای جوانه‌ی گندم هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر افزودن جوانه‌ی گندم فرآوری شده با حرارت (بخار دادن) در سطوح صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد (بر اساس وزن آرد) بر ویژگی‌های کمی و کیفی اسنک بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد

جوانه‌ی گندم مورد استفاده با ۷/۸ درصد رطوبت و ۹/۶ درصد چربی از کارخانه آرد زرین خوشه (هشتگرد) خریداری و برای حمل آن از کارخانه تا محل آزمایش از کیسه پلی اتیلن استفاده شد. در نهایت نمونه‌ها در جای خنک (۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگهداری گردیدند. هم‌چنین آرد گندم با رطوبت ۱۴/۵ درصد، ۸/۵ درصد پروتئین و ۰/۵۴ درصد خاکستر از کارخانه آرد سفید طوس (مشهد، ایران)، شیر خشک کم‌چرب از کارخانه پگاه (کرج، ایران)، نشاسته سیب‌زمینی از کارخانه نشاسته گل یاس (مشهد، ایران) و امولسیفایر E471 از شرکت پارس بهبود آسیا (تهران، ایران) خریداری شد. علاوه بر این سایر مواد موجود در فرمولاسیون اسنک از قبیل پودر شکر، شورتینگ، بیکنگ پودر، نمک و بی‌کربنات سدیم از فروشگاه‌های معتبر تهیه گردیدند.

امروزه اسنک‌ها به دلیل نوع بافت، طعم متنوع، رنگ‌های جذاب، ماندگاری بالا و هزینه نسبتاً کم تولید و نگهداری یکی از پرطرفدارترین میان وعده‌های غذایی بخصوص در بین کودکان و نوجوانان محسوب می‌شوند. اما از اسنک‌ها در طبقه‌بندی مواد غذایی به عنوان غذاهای فاقد مواد مغذی<sup>۱</sup> یاد می‌شود و به عبارتی هیچ‌گونه ارزش غذایی قابل ملاحظه‌ای ندارند [۱] از این رو غنی‌سازی این دسته از محصولات با انواع مواد معدنی، ویتامین‌ها، فیبر و غیره به گونه‌ای که خواص تکنولوژیکی آن‌ها را دستخوش تغییرات نامطلوب نکند، ضرورت دارد. جوانه‌ی گندم (جتین یا گیاهک) که محصول جانبی آسیاب غلطکی است و به طور معمول جهت تغذیه حیوان و سایر مصارف غیرانسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. جوانه گندم سرشار از لیزین، ریوفلاوین، تیامین و ویتامین E و هم‌چنین اسید فولیک، گلوکاتایون، فیتوسترول و نیز مواد معدنی، فیبر رژیمی و فلاونوئیدها می‌باشد [۲] و همین امر پتانسیل استفاده از آن را برای غنی‌سازی مواد غذایی فراهم ساخته است [۳]. علاوه بر این پروتئین جوانه‌ی گندم قابل قیاس با پروتئین‌های حیوانی می‌باشد و حتی به‌طور مؤثری برتر از آن‌ها طبقه‌بندی شده است. این ترکیب غنی از ۱۷ آمینو اسید، خصوصاً اسیدهای آمینه ضروری نظیر لیزین، متیونین و ترئونین می‌باشد که بسیاری از غلات کمبود این اسیدهای آمینه را دارند. از این رو جوانه‌ی گندم مکمل مغذی بالقوه‌ای برای محصولات صنایع پخت محسوب می‌گردد [۴]. با این حال، علی‌رغم تمام خواص جوانه‌ی گندم به دلیل وجود چربی‌های غیر اشباع زیاد و فعالیت بالای آنزیم لیپاز، ماندگاری آن در دمای محیط بسیار کوتاه (چند روز تا هفته) است و حضور گلوکاتایون موجود در این ترکیب با دارا بودن اثر تضعیف‌کنندگی شبکه گلوتن موارد محدودیت استفاده از آن را مهیا ساخته است [۵]. اما می‌توان در اثر فرآیندهای حرارتی عوامل مضر خواص نانوائی جوانه‌ی گندم را از بین برد. در این راستا سودها (Sudha) و همکاران خصوصیات خمیری شدن و ساختاری جوانه‌ی گندم تیمار شده با حرارت را ارزیابی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال فرآیندهای حرارتی تأثیری بر خصوصیات عملکردی جوانه نداشت اما سبب غیرفعال شدن فعالیت آنزیمی و نابودی گلوکاتایون گردید

## ۲-۲- روش‌ها

## ۲-۲-۱- فرآوری جوانه‌ی گندم

برای این منظور نمونه جوانه‌ی گندم به ضخامت ۱ سانتی‌متر در طبقه‌ی وسط ظرف بخارپز (Black & Decker مدل HS4000) به‌طور یکنواخت پخش گردید و به مدت ۱ ساعت در معرض بخار اشباع (۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) قرار گرفت. پس از اتمام مدت زمان ذکر شده نمونه در آن و با دمای ۱۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت خشک گردید. در نهایت رنگ جوانه‌ی گندم زرد طلایی شد و در ادامه عمل آسیاب کردن نمونه توسط آسیاب انجام شد و نمونه پس از الک کردن در کیسه پلی‌اتیلنی و در یخچال در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد [۳].

## ۲-۲-۲- تهیه نمونه‌های اسنک حاوی جوانه‌ی گندم

برای تهیه اسنک، مواد اولیه (آرد گندم ۶۰ درصد، شکر ۱۲/۵ درصد، شورتینگ ۹ درصد، کره ۲ درصد، گلوکز ۵ درصد، نشاسته ۷ درصد، امولسیفایر ۰/۷ درصد، شیر خشک ۱ درصد، نمک ۰/۲ درصد و مواد پوک‌کننده ۲/۶ درصد با استفاده از ترازوی دیجیتال (AND EK-200i، ساخت ژاپن) توزین شدند و سپس مخلوط شدن اجزا خشک اسنک به همراه سطوح متفاوت جوانه‌ی گندم فرآوری شده (صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد بر اساس وزن آرد گندم) با استفاده از هم‌زن دستی (Moulinex 727150W، ساخت فرانسه) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه انجام پذیرفت. در ادامه، بعد از افزودن شورتینگ به مدت ۲ دقیقه مخلوط شدند و سپس مواد مرطوب افزوده گردید و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت متوسط زده شد. بعد از گذشت مدت زمان ۳ ساعت از تهیه خمیر، توسط قالب با قطر ۶ میلی‌متر به شکل استوانه‌ای درآمد و در فر آزمایشگاهی گردان (Zuccheli Froni، ساخت کشور ایتالیا) در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه پخته شد. در نهایت هر یک از نمونه‌ها پس از سرد شدن (۲ ساعت پس از پخت)، در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات، بسته‌بندی و در دمای اتاق (۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگهداری شدند [۳ و ۶].

## ۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات اسنک

## - ارزیابی میزان رطوبت

برای انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۹]. برای این منظور نمونه‌های اسنک پودر شده در آن (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند.

## - آزمون ارزیابی بافت

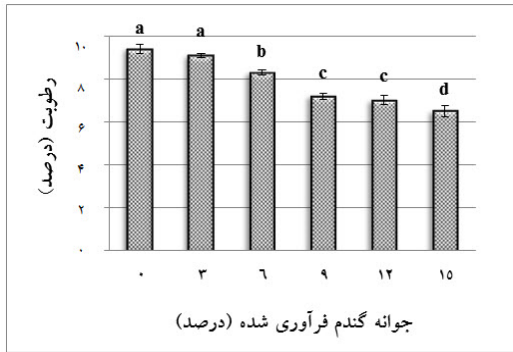
ارزیابی بافت نمونه‌های اسنک با استفاده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان انجام شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب سوزنی با انتهای صاف (۱۲ میلی‌متر قطر) با سرعت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز نمونه، به عنوان شاخص سختی محاسبه گردید. نقطه‌ی شروع و نقطه‌ی هدف به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود [۱۰].

## - آزمون ارزیابی رنگ

آنالیز رنگ نمونه‌های تولیدی از طریق تعیین سه شاخص  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  صورت پذیرفت. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها از سطح محصول به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۱].

## - آزمون ارزیابی خصوصیات حسی

خصوصیات حسی نمونه‌ها شامل طعم و مزه، تردی، بافت و رنگ توسط ۱۰ نفر پانلیست آموزش دیده با روش امتیازدهی هدونیک پنج نقطه‌ای مطابق با شکل ۳ مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازها بین ۱ (بسیار بد) و ۵ (بسیار خوب) در نظر گرفته شد و در نهایت میزان مقبولیت نمونه‌های اسنک تولیدی در آزمون حسی بر اساس پذیرش کلی گزارش گردید.



شکل ۱ تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم در سطوح مختلف بر میزان رطوبت نمونه‌های اسنک (حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در  $p < 0.05$  می‌باشد).

### ۲-۳- بافت

در شکل ۲ تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم در سطوح متفاوت بر میزان سختی بافت نمونه‌های اسنک تولیدی نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان جوانه‌ی گندم تا ۱۵ درصد، میزان سفتی بافت افزایش یافت به طوری که نمونه حاوی ۱۵ درصد جوانه‌ی گندم دارای بالاترین میزان سفتی (۱۰/۵ نیوتن) در بین نمونه‌های تولیدی بود. البته ذکر این نکته ضروری است که دو نمونه‌ی حاوی ۳ و ۶ درصد جوانه‌ی گندم سختی مشابهی با نمونه شاهد (نمونه‌ی فاقد جوانه‌ی گندم) داشتند. در اینجا به نظر می‌رسد در مقادیر بالای اضافه نمودن جوانه‌ی گندم به فرمولاسیون اولیه اسنک، این افزودنی (جوانه‌ی گندم) سبب ایجاد اختلالات تکنولوژیکی در نمونه‌های تولیدی شده است. در همین راستا بایانو (Baiano) و همکاران در پژوهش خود در این زمینه بیان نمودند که سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت حاوی سطوح بالای جوانه‌ی گندم (بیش از ۱۰ درصد) به دلیل تراکم گلوترین مشتق شده از باندهای اتصال عرضی قوی بود [۱۴]. همچنین کسکین (Keskin) و همکاران و گیل (Gill) و همکاران دلیل افزایش سفتی بافت این دسته از محصولات حاوی جوانه‌ی گندم را افزایش نسبت بین حجم جامد و حجم خلل و فرج دانستند [۱۵ و ۱۶].

### آزمون ارزیابی میزان ویتامین E

اندازه‌گیری ویتامین E اسنک بر اساس روش استاندارد AAC (۲۰۰۰) صورت پذیرفت [۹].

### ۲-۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

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

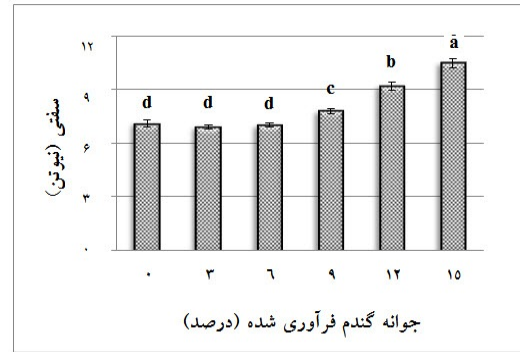
### ۳- نتایج و بحث

#### ۱-۳- رطوبت

نتایج تأثیر افزودن مقادیر مختلف جوانه‌ی گندم بر میزان رطوبت نمونه‌های اسنک در شکل ۱ آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد افزودن جوانه‌ی گندم سبب کاهش میزان رطوبت در محصول نهایی گردید به طوری که نمونه‌ی حاوی ۱۵ درصد جوانه‌ی گندم (بالاترین سطح) از کم‌ترین میزان رطوبت (۶/۵ درصد) در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بود هرچند که بین میزان محتوای رطوبت دو نمونه‌ی شاهد (فاقد جوانه‌ی گندم) و نمونه‌ی حاوی ۳ درصد جوانه‌ی گندم اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید.

در همین راستا گومز (Gomez) و همکاران در طی مطالعه‌ی خود عنوان نمودند که هرچند با افزایش جوانه‌ی گندم در خمیر، میزان جذب آب حدود ۳-۵ درصد افزایش یافت اما جوانه‌ی گندم قابلیت حفظ و نگهداری رطوبت را در طی مراحل پس از پخت را نداشت و رطوبت را سریعاً از دست داد [۷]. علت این امر می‌تواند ناشی از تضعیف شبکه گلوئن در اثر افزودن جوانه‌ی گندم باشد [۱۲]. لازم به ذکر است که در تولید محصولات صنایع پخت نظیر نان، کیک و کلوچه، خروج سریع رطوبت منجر به تسریع فرآیند بیاتی و در نهایت کاهش ماندگاری محصول نهایی می‌گردد [۱۳]. اما نکته قابل توجه در ارتباط با انواع اسنک این است که کاهش رطوبت در این دسته از محصولات تا حدی که سبب شکنندگی آنها نشود و حمل و نقل و انبارمانی را دچار مشکل ننماید، مناسب می‌باشد زیرا از اسنک‌ها انتظار بافتی ترد وجود دارد.

در اینجا به نظر می‌رسد علت کاهش میزان روشنایی و یا همان مؤلفه‌ی رنگی  $L^*$  نمونه‌های اسنک تولیدی در ارتباط با عدم توانایی نمونه‌های حاوی جوانه در نگه داشتن رطوبت در حین فرآیند پخت باشد که این امر در ایجاد سطحی ناهموار و تقریباً چروکیده به‌خصوص در سطوح بالای مصرف این افزودنی اثرگذار بوده است. در همین راستا پورلیس (Purilis) و سالوادوری (Salvadori) بیان نمودند که تغییرات سطح بافت یک ماده غذایی به شدت مسئول روشنایی سطح آن است و سطوح منظم و صاف توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش روشنایی نسبت به سطح چین‌دار دارد که نتایج پیش‌رو نیز گواهی بر این امر است [۱۷]. از سوی دیگر افزایش میزان مؤلفه‌ی رنگی  $a^*$  می‌تواند تحت تأثیر ترکیبات قندی و پروتئینی موجود در جوانه‌ی گندم و شرکت نمودن آن‌ها در واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی باشد. هم‌چنین به احتمال زیاد حضور رنگدانه‌های زرد موجود در جوانه‌ی گندم عاملی مؤثر بر افزایش میزان مؤلفه‌ی رنگی  $b^*$  بوده است.



شکل ۲ تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم در سطوح مختلف بر میزان سفیدی نمونه‌های اسنک (حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در  $p < 0.05$  می‌باشد).

### ۳-۳- مؤلفه‌های رنگی

نتایج تأثیر افزودن مقادیر مختلف جوانه‌ی گندم بر میزان مؤلفه‌های رنگی نمونه‌های اسنک در جدول ۱ آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد افزودن جوانه‌ی گندم سبب کاهش میزان مؤلفه‌ی  $L^*$  و افزایش دو مؤلفه‌ی رنگی  $a^*$  و  $b^*$  نسبت به نمونه‌ی شاهد (فاقد جوانه‌ی گندم) شد.

جدول ۱ تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم در سطوح مختلف بر میزان مؤلفه‌های رنگی نمونه‌های اسنک

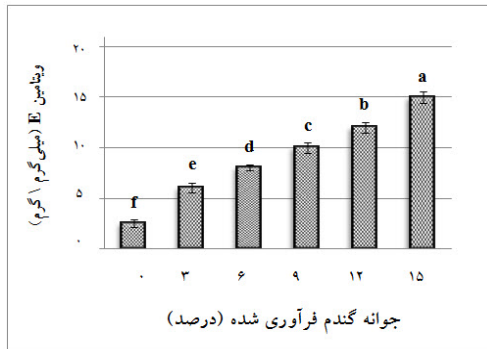
جوانه‌ی گندم فرآوری شده (درصد)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
۰	$6.01 \pm 1.60^a$	$1.3 \pm 0.01^c$	$12.7 \pm 0.80^e$
۳	$5.98 \pm 1.51^a$	$1.4 \pm 0.08^c$	$14.1 \pm 1.00^d$
۶	$5.52 \pm 2.01^b$	$1.4 \pm 0.09^c$	$17.4 \pm 0.90^c$
۹	$5.27 \pm 1.08^c$	$1.7 \pm 0.08^b$	$20.7 \pm 0.75^b$
۱۲	$5.20 \pm 1.11^c$	$2.0 \pm 0.00^a$	$21.1 \pm 0.70^b$
۱۵	$5.14 \pm 1.20^c$	$2.1 \pm 0.10^a$	$24.7 \pm 1.00^a$

(حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در  $p < 0.05$  می‌باشد).

گندم طعم و مزه چربی در آن‌ها مشهود بود. این در حالی است که ارزیابان بیان نمودند نمونه حاوی ۹ درصد جوانه‌ی گندم ضمن اینکه بافت مطلوبی به لحاظ میزان تردی و سختی داشت از عطر و طعم بهتری برخوردار بود. در اینجا به نظر می‌رسد نمونه‌ی حاوی ۹ درصد جوانه‌ی گندم با دارا بودن بافت قابل قبول برای مصرف‌کننده در ره‌ایش مواد مولد عطر و طعم موفقیت آمیزتر عمل نموده است. هم‌چنین رنگ این نمونه از نظر ارزیابان حسی نسبت به سایرین برتری داشت که نهایتاً

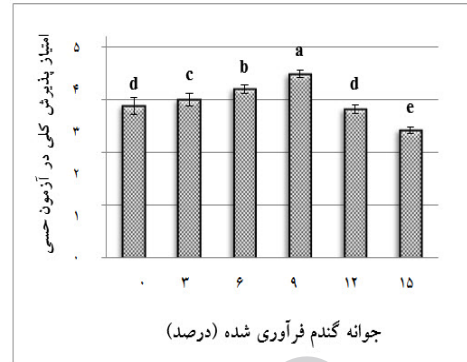
### ۳-۴- پذیرش کلی در آزمون حسی

نتایج تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم فرآوری شده با بخار بر میزان امتیاز پذیرش کلی در آزمون حسی در شکل ۳ آورده شده است. همان‌گونه که در قسمت مواد و روش‌ها نیز اشاره گردید، پذیرش کلی جمع جبری امتیازات سایر ویژگی‌های بررسی شده بود. براساس نتایج این بخش بالاترین امتیاز به نمونه حاوی ۹ درصد جوانه‌ی گندم و کم‌ترین امتیاز به نمونه حاوی ۱۵ درصد از این افزودنی تعلق گرفت. به گفته داوران چشایی نمونه‌های حاوی بیش از ۹ درصد جوانه‌ی



شکل ۴ تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم در سطوح مختلف بر میزان ویتامین E نمونه‌های اسنک (حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در  $p < 0/05$  می‌باشد).

تمام موارد منجر به افزایش امتیاز پذیرش کلی نمونه حاوی ۹ درصد جوانه‌ی گندم در مقایسه با سایر نمونه‌های تولیدی شد.



شکل ۳ تأثیر افزودن جوانه‌ی گندم در سطوح مختلف بر امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های اسنک در آزمون حسی (حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در  $p < 0/05$  می‌باشد).

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش امکان غنی‌سازی اسنک غیراکسترودی با جوانه‌ی گندم (جنین یا گیاهک) مورد مطالعه قرار گرفت. براساس نتایج مشخص گردید که با افزایش سطح مصرف جوانه‌ی گندم در فرمولاسیون اسنک از میزان رطوبت و مؤلفه‌ی رنگی  $L^*$  نمونه‌های تولیدی کاسته شد. این در حالی بود که بر میزان سختی بافت، دو مؤلفه‌ی رنگی  $a^*$  و  $b^*$  و ویتامین E محصول نهایی افزوده گردید. در نهایت ارزیابان حسی نمونه‌ی حاوی ۹ درصد جوانه‌ی گندم را به عنوان بهترین نمونه به لحاظ عطر و طعم، بافت و رنگ معرفی نمودند. بنابراین در پژوهش پیش‌رو غنی‌سازی اسنک ضمن حفظ خصوصیات تکنولوژیکی و حسی محصول نهایی با استفاده از یکی از ضایعات کارخانجات آرد (جوانه‌ی گندم) جهت عرضه به بازار به عنوان یک میان وعده مغذی مهیا گردید.

#### ۵- منابع

- [1] Chen, G.S., Begums, B.W., Elkasabany, B., & Srirani, A. 2000. Age related patterns of the clustering of cardiovascular risk variables of syndrome X from childhood to young adulthood in a population made up of blank white. *The Bogalusa Heart Study Diabetes*, 49: 1042-1048.
- [2] Zhu, K., & Zhou, H. 2005. Purification and characterization of a novel glycoprotein from wheat germ water-soluble extracts. *Process Biochemistry*, 40: 1469-1474.

#### ۳-۵- ویتامین E

نتایج بررسی میزان ویتامین E موجود در نمونه‌های اسنک حاوی جوانه‌ی گندم فرآوری شده به روش بخار دادن در شکل ۴ آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، افزودن جوانه‌ی گندم سبب افزایش مقدار این ویتامین در نمونه‌های تولیدی شد به‌طوری که نمونه حاوی ۱۵ درصد جوانه دارای بالاترین میزان ویتامین E ( $15/1 \pm 0/6$ ) میلی‌گرم/گرم و نمونه‌ی شاهد (فاقد جوانه‌ی گندم) دارای کمترین میزان این ویتامین ( $2/45 \pm 0/4$ ) میلی‌گرم/گرم) در بین سایر تیمارها بودند. همچنان‌که در قسمت‌های بالا نیز اشاره گردید، جوانه‌ی گندم غنی از ویتامین E می‌باشد از این‌رو این انتظار وجود داشت که میزان این ویتامین در نمونه‌های تولیدی با افزایش سطح آن در فرمولاسیون اولیه اسنک افزایش یابد. اما ویتامین E از جمله ویتامین محلول در چربی است که حضور آنزیم‌های تخریب‌کننده چربی در نابودی آن بسیار اثرگذار می‌باشد [۳]. در همین راستا هاکانسون (Hakansson) و جاگرستند (Jagerstand) گزارش نمودند هنگامی که آنزیم لیپوکسیژناز توسط عمل حرارت‌دهی مرطوب از قبیل بخار دادن و یا استفاده از مایکروویو غیر فعال شود، حفظ ویتامین E به‌علت سالم ماندن چربی‌ها امکان‌پذیر می‌باشد [۱۸]. از این‌رو به نظر می‌رسد که در پژوهش پیش‌رو حفظ ویتامین E و نابودی آنزیم‌های تخریب‌کننده چربی محقق گردیده است.

- [11] Sun, D. 2008. *Computer vision technology for food quality evaluation*. Academic Press, New York.
- [12] Sidhu, J.S., Al-Hooti, S. N., & Al-Saqer, J. M. 1999. Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread. *Food Chemistry*, 67: 365-371.
- [13] Rajabzadeh, N. 2010. *Bread production technology and management*. Tehran University Publications Institute.
- [14] Baiano, A., Romaniello, R., Lamacchia, C., & La Notte, E. 2009. Physical and mechanical properties of bread loaves produced by incorporation of two types of toasted durum wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 95: 199-207.
- [15] Keskin, S.O., Sumnu, G., & Sahin, S. 2004. Bread baking in halogen lamp-microwave combination oven. *Food Research International*, 37: 489-495.
- [16] Gill, S., Vasanthan, T., Ooraikul, B., & Rossnagel, B. 2002. Substitution of waxy and regular barley flours in their native and extruded forms. *Journal of Cereal Science*, 36: 219-237.
- [17] Purlis, E., & Salvadori, V. 2009. Modeling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
- [18] Hakansson, B., & Jagerstand, M. 1990. The Effect of Thermal Inactivation of Lipoxygenase on the Stability of Vitamin E in Wheat. *Journal of Cereal Science*, 12: 177-185.
- [3] Mortazavi, A., Karimi, M., Rahimi, S. 1997. Stabilization of wheat germ properties and evaluation the addition of wheat germ on bread quality. *Final report of Agricultural Engineering Research Institute*, No 84.
- [4] Yiqiang, G., Aidong, S., & Tongyi, C. 1999. The nutrition value and application deliberation of wheat germ. *China Science & Technology of Food Industry*, 1: 52-53.
- [5] Hosensy, R.C. 1998. Principles of Cereals Sciences and Technology. *American Association of Cereal Chemists*, St Paul, MN.
- [6] Sudha, M.L., Srivastava, A.K., & Leelavathi, K. 2006. Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ. *Journal of European Food Research Technology*, 225: 351-357.
- [7] Gomez, M., Gonzalez, J., & Oliete, B. 2012. Effect of Extruded Wheat Germ on Dough Rheology and Bread Quality. *Food Bioprocess Technology*, 5(6): 2409-2418.
- [8] Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. 2006. Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *Journal of European Food Research Technology*, 224: 365-372.
- [9] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.
- [10] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P & Pando, V. 2011. Rheological study of batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, 112: 272-277.

## Evaluation of Physicochemical and Functional Characteristics of un-extruded Snacks Fortified with Stabilized Wheat germ by Saturated Steam

Ghiafeh Davoodi, M. <sup>1</sup>, Karimi, M. 1, Sheikholeslami, Z. 1, BSahraiyani, B. <sup>2</sup>,  
Naghipour, F. <sup>2\*</sup>

1. Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashad, Iran.

2. Ph.D of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 93/11/5 Accepted: 94/5/4)

Today the nutritional value of the meals, including snacks has increased because of consumer demand for healthy food. So the aim of this study was to examine the effect of adding stabilized wheat germ on levels of 0, 3, 6, 9, 12 and 15% (based on flour weight) on the quantity and quality of the un-extruded snacks. In order to measure the color values the image processing technique and Image J software was used. Results clearly showed that addition of wheat germ reduced the moisture content and L\* value examples of samples. While the hardness, a\* and b\* values, and vitamin E of the final product increased by adding wheat germ. In addition evaluation of taste, tenderness, color and texture of the samples showed, the sample containing 9% wheat germ had the highest score of overall acceptability. Finally it can be concluded that processed wheat germ with saturated steam up to 9% increased the nutritional value, and could also maintain technological and sensory characteristics of snacks to offer to the market as a healthy product.

**Keywords:** Fortified snack, Wheat germ, Heat stabilization, Texture, Image processing technique.

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: naghipoor\_f@yahoo.com