

## اثر صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز در بهبود کیفیت و کاهش بیاتی نان جو

حامد جلایر<sup>1\*</sup>، مهدی کریمی<sup>2</sup>، ابوالقاسم عبدالله زاده<sup>3</sup>

- 1- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
- 2- 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.
- 3- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ پذیرش: 1395/12/14

تاریخ دریافت: 1395/10/04

### چکیده

تولید نان با جایگزینی بخشی از گندم با سایر غلات سبب بهبود کیفیت تغذیه ای و عملکردی آن شده همچنین می توان از واردات گندم جلوگیری نمود. این پژوهش با هدف بررسی اثر جایگزینی آرد جو با آرد گندم و استفاده از صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر کیفیت نان انجام شد. آرد جو در سه سطح (20، 30 و 40) جایگزین آرد گندم شد و صمغ زانتان در دو سطح (0/2 و 0/4 درصد) و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (0/25 و 0/5 درصد) به خمیر اضافه شد. نتایج نشان داد که با جایگزینی آرد جو برخی خصوصیات نان از جمله حجم مخصوص و خصوصیات حسی و کیفی آن بر هم می خورد که با افزودن صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز می توان این ویژگی ها را بهبود بخشید. نتایج حاکی از آن بود که نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان، 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز حجم مخصوص مشابه نان شاهد داشت. نان حاوی 20 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان، 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز سفتی مشابه نان شاهد داشت. بررسی امتیاز خصوصیات حسی بافت، رنگ، طعم و پذیرش کلی نان نشان داد که امتیاز نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی امتیاز مشابه نان شاهد داشت.

**واژه های کلیدی:** آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی، آرد جو، صمغ زانتان، کیفیت، نان.

\*مسئول مکاتبات: [hamedjalayer86@gmail.com](mailto:hamedjalayer86@gmail.com)

## 1-مقدمه

بافتی ندارد و روند بیاتی بسیار سریعی دارد و به دلیل نبود گلوتن در جو، نمی‌تواند به راحتی پف کند و حجیم شود. بنابراین از آرد جو نمی‌توان به تنهایی نانی باکیفیت مطلوب تولید نمود. به منظور تولید نان مطلوب باکیفیت بافتی و تغذیه‌ای مناسب، به عاملی جهت تقویت شبکه پروتئینی و ایجاد شبکه‌های قوی از پروتئین نیاز داریم. در سال‌های اخیر کاربرد هیدروکلوئیدها در کاهش بیاتی نان گسترش پیدا کرده است که یکی از آنها صمغ زانتان می‌باشد. صمغ زانتان یک پلی ساکارید خارج سلولی است که توسط انواعی از باکتری گزانتوموناس تولید می‌شود. استفاده از زانتان در فرآورده‌های نانوایی باعث پکنواختی خمیر شده و حجم محصول را افزایش می‌دهد و توزیع و اندازه سلول‌های هوا را در محصول پخته شده یکنواخت می‌سازد. (4). یکی از راه‌های کاهش سرعت بیاتی نان افزودن آنزیم‌ها می‌باشد. مکمل‌های آنزیمی که بیشترین مصرف را در تهیه نان دارند، آمیلازها و پروتئازها می‌باشند (5). آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG) که به نام EC 2.3.3.13 نیز شناخته می‌شود، جزء آنزیم‌های ترانسفراز می‌باشد که قابلیت اتصال مجدد پیوندهای ضعیف شبکه گلوتنی را دارا است. از اینرو در این پژوهش برای غلبه بر مشکل کمبود گلوتن در آرد جو از صمغ زانتان که رفتار ویسکوالاستیک مشابه گلوتن در خمیر از خود نشان می‌دهد، و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به منظور کاهش اثرات منفی کمبود گلوتن استفاده شده است.

## 2-مواد و روش‌ها:

## 1-1-مواد

آرد مورد مصرف در کلیه آزمایشات از نوع آرد ستاره بامیزان استخراج 81% با مشخصات (گلوتن مرطوب 29/8%، پروتئین 11/35%، خاکستر 0/56%، و رطوبت 13/6%) براساس روش استاندارد (6) از کارخانه آرد زرین مشهد تهیه و در دمای محیط نگهداری شد. آرد جو با مشخصات (گلوتن مرطوب ناچیز پروتئین 13/6%، خاکستر 0/96%، و رطوبت 11/9%) براساس روش استاندارد (6)، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد.

نان یکی از مهم‌ترین اقلام مصرفی مردم در تمام کشورهای جهان و ایران با جمعیت متجاوز از 70 میلیون نفر است. در مقایسه با سایر مواد غذایی و از نظر ترکیبات نان، غنی از مواد مغذی و ارزان قیمت می‌باشد. نان در مناطق مختلف دنیا عموماً از آرد و گندم تهیه می‌شده است (1). گندم به جهت دارا بودن پروتئین مخصوص (گلیادین-گلوتن) با مخلوط شدن با آب ایجاد شبکه گلوتن می‌کند دارای ویژگی خاص منحصر به فرد است که سبب تولید محصولی منبسط و حجیم و نرم با قابلیت هضم اسان می‌شود (2). اگر چه بنابر ذائقه و شرایط یک منطقه از سایر غلات مانند (جو، چاودار، یولاف) نیز برای تهیه نان استفاده شده است. در سال‌های اخیر بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای نان گندم بسیار مورد توجه قرار گرفته است، که این عمل از طریق اختلاط آرد گندم با آردهای مختلف انجام می‌شود و باعث افزایش ترکیبات معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین و فیبرهای رژیمی در فرآورده نهایی می‌گردد. جو در مقایسه با سایر غلات مانند گندم، چاودار و یولاف اهمیت کم‌تری در رژیم غذایی امروزه پیدا کرده، ولی ویژگی‌های تغذیه‌ای بسیار خوب این غله به لحاظ وجود فیبر محلول بتا گلوکان، باعث توجه بیشتر به غذاهای جدید حاوی جو شده است. افزودن ترکیبات مفید به آرد و تولید نان از آن‌ها موجب تقویت کیفیت تغذیه نان و اثر گسترده بر جامعه می‌شود، یکی از این ترکیبات مفید آرد جو می‌باشد. اگر چه جو دارای ویژگی‌های تغذیه بسیار مناسبی است. جو یکی از غلات بسیار مفیدی است که ارزش غذایی بالایی دارد و خود بعنوان یک غذای کامل می‌تواند بشمار برود. نان جو از نظر بهداشتی و سلامتی از ارزش ویژه‌ای برخوردار است و از این جهت این نان مورد توجه بیشتری قرار گرفته است و آن را اکسیر سلامت نیز می‌نامند. سبوس موجود در نان جو دو برابر نان حاصل از گندم است و در هر صد گرم نان جو حدود چهار گرم فیبر وجود دارد (3). اما پروتئین این غله به دلیل عدم توانایی در تشکیل شبکه پروتئینی قوی در خمیر، نمی‌تواند نانی مطلوب، معادل نان گندم تولید کند. نان جوایی که امروزه در بازار تولید می‌شود، کیفیت مطلوبی به لحاظ

#### 2-2-4- بافت سنجی

آزمون بافت سنجی با استفاده از دستگاه بافت سنج CNS farnell مدل universal ساخت کشور انگلیس که متصل به کامپیوتر بود با نرم افزار texture prob انجام گردید. این دستگاه متصل به یک پروب استوانه ای با قطر 10 میلی متر است. برای محاسبه آزمون پاره شدن نمونه تهیه شده زیر پروب بر روی یک صفحه سوراخ دار قرار گرفت و نیروی لازم برای سوراخ کردن نان بعنوان سفتی و طول کش آمدن نان تا پاره شدن بعنوان میزان کشش پذیری محاسبه شد. سرعت حرکت پروب 30 میلی متر در دقیقه و نقطه شروع 0/5 N بود (8).

#### 2-2-5- ارزیابی خصوصیات حسی نان

هدف از انجام این آزمون تعیین مقبولیت کلی نمونه ما بوسیله کارشناسان مجرب بود. خصوصیات حسی نان شامل ظاهر عمومی، بافت، رنگ مغز و پوسته، ظاهر پوسته، طعم و بو با روش امتیاز دهی هدونیک 5 نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازات بین 1 تا 5 (خیلی بد - خیلی خوب) در نظر گرفته شد (9).

#### 2-3- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از طرح کامل تصادفی بود. برای آنالیز واریانس و مقایسه میانگین و رسم نمودارها از نرم افزار SPSS نسخه 17 استفاده شد، مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح  $p < 0/05$  و  $p < 0/01$  انجام گرفت. کلیه آزمونها پس از پخت کامل و در دو تکرار انجام شده است.

#### 3- بحث و نتیجه گیری

##### 3-1- میزان رطوبت

بررسی نتایج استفاده از آرد جو، آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و صمغ زانتان بر رطوبت نان نشان داد که استفاده از این ترکیبات سبب افزایش رطوبت نان شد. همانطور که در نمودار 1 مشاهده می شود بیشترین رطوبت در نان حاوی 0/4 صمغ زانتان، 0.5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بدست آمد، کمترین میزان رطوبت نیز در نان

. آنزیم ترانس گلوتامیناز از شرکت DSM هلند و صمغ زانتان از رودیا (ROHDIA) فرانسه تهیه شد. مخمر از نوع پودر خشک فعال بود و از کارخانه خمیر مایه رضوی تهیه گردید. ترکیبات دیگر (نمک بدون ید، شکر و روغن) از مواد موجود در بازار خریداری شده است.

#### 2-2- روش ها

##### 2-2-1- روش تهیه نان

خمیر مطابق فرمول 1000 گرم آرد گندم، 9/6 گرم مخمر خشک، 10 گرم روغن، 10 گرم نمک و 650 گرم آب و 10 گرم بهبود دهنده تهیه شد. آرد جو در سطوح (20، 30 و 40) درصد و صمغ زانتان در سطوح (0/2 و 0/4) درصد و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی در سطوح (0/25 و 0/5) درصد) به فرمول اضافه شد. برای تهیه نان بربری پس از مخلوط کردن و ورز دادن خمیر در مخلوط کن (مدل اسپیرال، ساخت کشور تایلند)، خمیر به صورت توده به مدت 60 دقیقه در ظرف خمیر نگهداری شده و سپس به قطعات 250 گرم تقسیم و چانه خمیر مدت 15 دقیقه در انکوباتور مجهز به کنترل رطوبت در  $30^{\circ}C$  و 88 درصدی رطوبت استراحت داده شد. سپس به شکل نان بربری با ضخامت 10 میلیمتر در آمد و پس از خط انداختن روی آن مدت 10 دقیقه استراحت داده شده و پس از آن در فر آزمایشگاهی طبقه ای (ZuccihelliForni)، ساخت کشور ایتالیا) با درجه حرارت 250 درجه سانتیگراد به مدت 10 دقیقه پخت گردید (7). پس از سرد شدن آزمون های زیر بر روی نمونه های نان تهیه شده انجام شد.

##### 2-2-2- اندازه گیری رطوبت نان

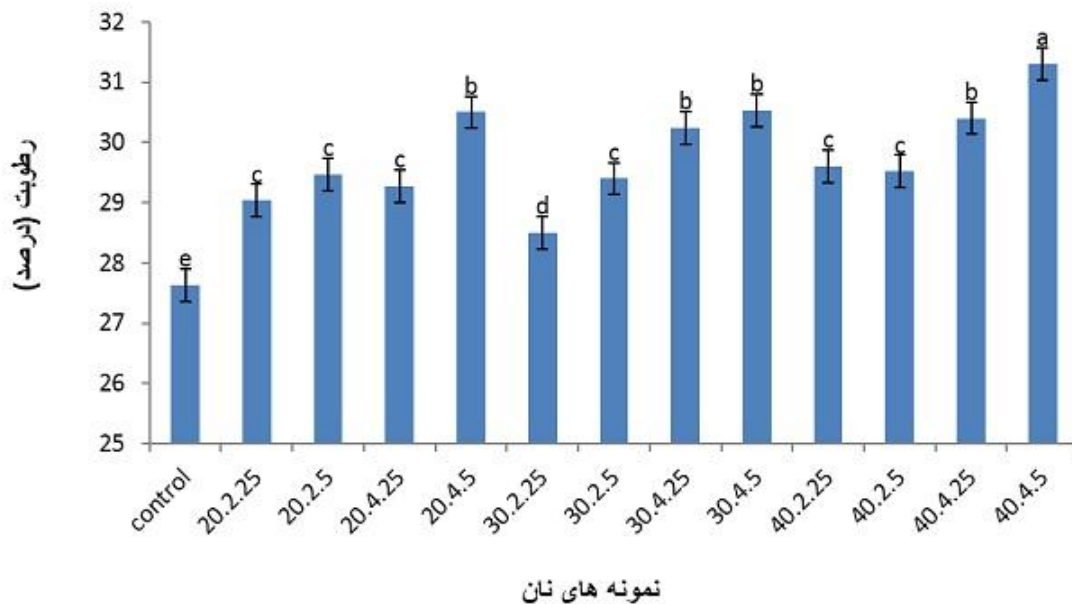
جهت انجام این آزمایش از استاندارد (6) استفاده گردید.

##### 2-2-3- ارزیابی حجم مخصوص نان

برای اندازه گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد (6) استفاده شد.

گسترده تر توسط آنزیم مذکور نسبت داد. ایجاد شبکه پروتئینی قوی تر باعث می شود آب راحت تر و بیشتر درون شبکه گلوتهنی جذب گلوتهن گردد و جذب آب افزایش می یابد. با افزودن هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون میزان رطوبت نمونه ها افزایش داشت. علت افزایش رطوبت مغز نان، وجود گروه های هیدروکسیل بر روی ساختار هیدروکلوئیدها می باشد که از طریق پیوند هیدروژنی امکان اتصال بیشتری را برای آب فراهم می کند (13). به علاوه، هیدروکلوئیدها باعث استحکام دیواره حفرات می شوند و به عنوان یک مانع در برابر پراکنده شدن گاز عمل می کنند، از دست رفتن بخار آب کاهش پیدا می کند، و بنابراین موجب افزایش رطوبت محصول نهایی می شود (14). نتایج نشان داد که درصد فیبر و پروتئین موجود در جو به طور معنی داری بیشتر از گندم می باشد (15). بیشتر بودن فیبر و پروتئین باعث اتصال با ملکولهای آب از طریق هیدروژنی شده و از این طریق میزان رطوبت نان را افزایش می دهد.

شاهد مشاهده شد. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و افزایش غلظت آن از 0/25 به 0/5 سبب افزایش معنی دار رطوبت نان شد، مور و همکاران 2006 نتایج مشابهی را بدست آوردند. محققان دلیل افزایش رطوبت نان با استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز را تشکیل شبکه پیوند عرضی بین اسیدهای آمینه گلوتامین و لیزین اثر عمل آنزیم ترانس گلوتامیناز دانسته اند که در نتیجه این شبکه توانایی به تله انداختن آب را دارد، و بنابراین سبب افزایش در ظرفیت نگهداری آب می شود (10). از طرف دیگر، افزایش ظرفیت جذب آب می تواند به علت آمید زدایی از گلوتامین در اثر عمل آنزیم و تبدیل آن به اسید گلوتامیک باشد که سبب کاهش آب گریزی محیط و در نتیجه افزایش جذب آب می شود (11). همچنین لار و همکاران (12) بیان کردند که افزایش جذب آب در اثر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی را می توان به ایجاد اتصالات بیشتر و قویتر، و در نتیجه شبکه ی پروتئینی

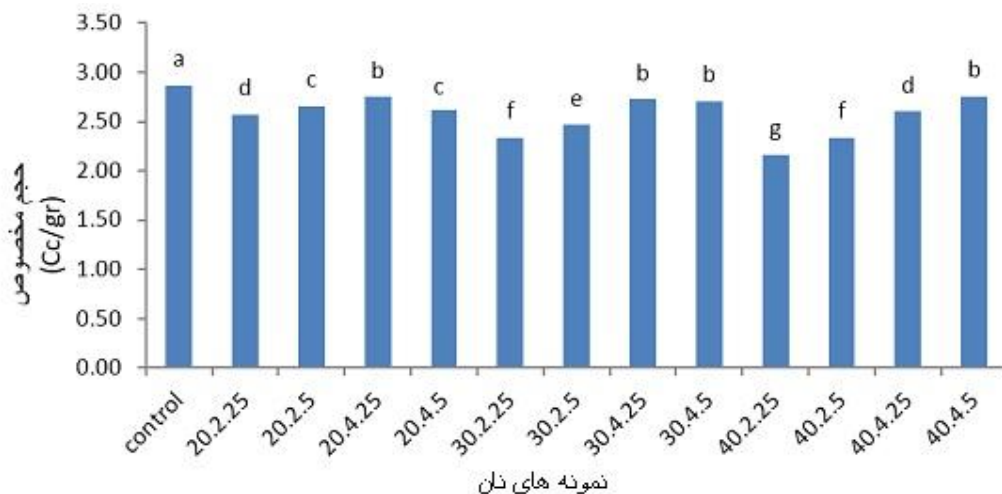


شکل 1- اثر آرد جو، صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر رطوبت نان

## 3-2- حجم مخصوص نان

حجم نان فاکتور مهمی است که در ظاهر و بازار پسندی محصول نقش بسزایی دارد و ویژگی مهمی در ارزیابی نان است. همانطور که در شکل 2- مشاهده می شود جایگزین کردن آرد جو با آرد گندم سبب کاهش حجم مخصوص نان شد. اما استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ زانتان سبب بهبود این مشکل شد. کمترین میزان حجم مخصوص در نان حاوی 40 درصد آرد جو، 0/2 درصد صمغ زانتان و 0/25 آنزیم ترانس گلوتامیناز بود. بیشترین میزان حجم مخصوص نیز در نان شاهد و نان حاوی 20 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/25 آنزیم ترانس گلوتامیناز و نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/5 آنزیم ترانس گلوتامیناز بدست آمد. پورمحمدی و همکاران (16) علت کاهش حجم نان با آرد جو را، به دلیل

جایگزین شدن پروتئین جو به جای پروتئین گلوتمی گندم عنوان کردند. گلوتمن توانایی نگهداری گاز را در خود دارد ولی با تضعیف شبکه ی گلوتمی، نان نمی تواند به اندازه ی کافی متورم شود و گاز را در خود نگه دارد. افزایش حجم مخصوص بوسیله صمغ زانتان به این دلیل است که هیدروکلوئیدها بوسیله افزایش ویسکوزیته، می توانند گسترش خمیر و نگهداری گاز را بهبود دهند و علاوه بر این صمغ زانتان قابلیت ایجاد خمیر ویسکوالاستیک مشابه خمیر گلوتمن گندم را دارا است (17). افزایش حجم نان ها را می توان به عمل آنزیم ترانس گلوتامیناز در تبدیل گلوتمن ضعیف به قوی نسبت داد. محققان بیان کرده اند که این آنزیم می تواند اثرات مطلوبی بر تولید نان داشته باشد و همانند بهبوددهنده ها و اکسیدکننده ها عمل کند (11).

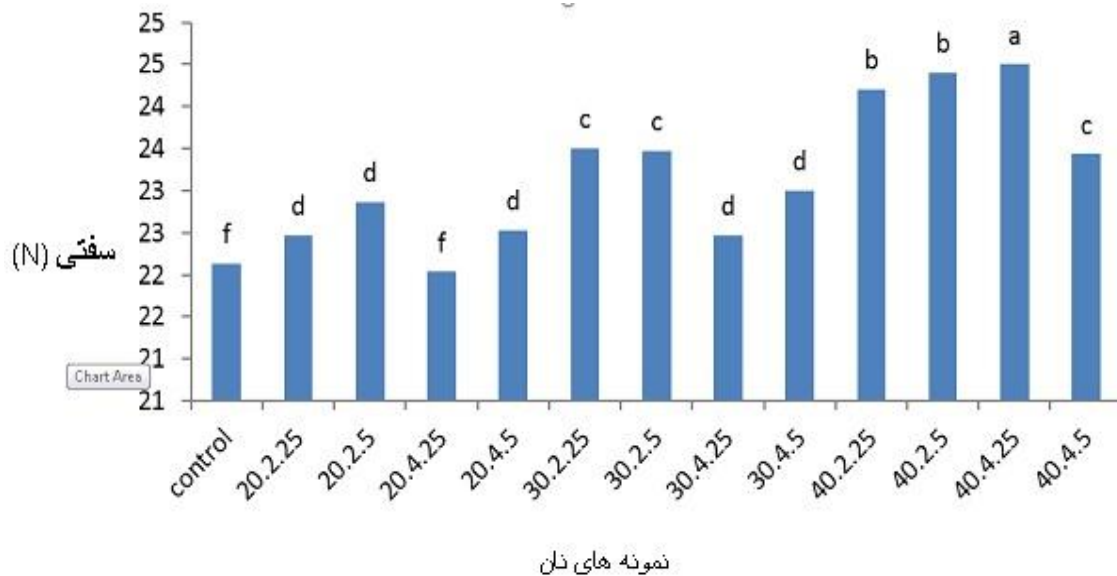


شکل 2- اثر آرد جو، صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر حجم مخصوص نان

## 3-3- بافت سنجی نان

همانطور که در نمودار 3 مشاهده می شود جایگزین آرد جو با آرد گندم سبب افزایش سفتی نان شد، کمترین میزان سفتی در نان شاهد بود، اما نان حاوی 20 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/25 آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی اختلاف معنی داری در میزان سفتی با نان شاهد نداشت. بیشترین میزان سفتی در نان حاوی 40 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/25 آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی مشاهده شد. همانطور که در نتایج مشخص است استفاده از صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز سفتی ایجاد شده در اثر جایگزین کردن آرد جو با آرد گندم را بهبود بخشیده است. باج و دونالد (18) ثابت نمودند که شبکه گلوتنی عامل نرمی بافت است، بنابراین می توان گفت که جو به دلیل فقدان شبکه گلوتنی قوی نمی تواند بافت لازم را ایجاد کند از اینرو بافت نان سفت تر می شود. در مورد عملکرد صمغ ها بر کاهش سفتی نان نظریه های متفاوتی ارائه شده است اما مکانیسم آنها به طور کامل شناسایی نشده است. به نظر می رسد که صمغ ها با تاثیر بر ساختار نشاسته،

توزیع و حفظ آب را بهبود می بخشند (19). شبکه هیدروکلوئیدی به سلول های گاز خمیر استحکام میبخشد، در طی پخت انبساط روی می دهد و در نتیجه از دست رفتن گاز کاهش خواهد یافت و باعث بهبود بافت نان می شود (20). همانطور که در نتایج مشاهده می شود در نمونه های نان که با 20 و 30 درصد آرد جو جایگزین شده است با افزایش میزان آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی میزان سفتی نان افزایش یافته است اما در جایگزین کردن 40 درصد آرد جو در نان میزان سفتی نان با افزایش میزان آنزیم کاهش داشته است. دلیل این پدیده را می تواند در نتیجه پیوند عرضی پروتئین ها است، افزودن 0/5 درصد آنزیم فاز پروتئینی را تقویت کرده و گسترش می دهد، و موجب تشکیل شبکه پروتئینی با منافذ ریزتر می شود و سبب افزایشی در سفتی بافت مغز نان می شود (21). اما در نان حاوی 40 درصد آرد جو بدلیل اینکه شبکه گلوتنی ضعیف تر شده است، افزودن آنزیم و افزایش سطح آن سبب تقویت بافت نان شد.

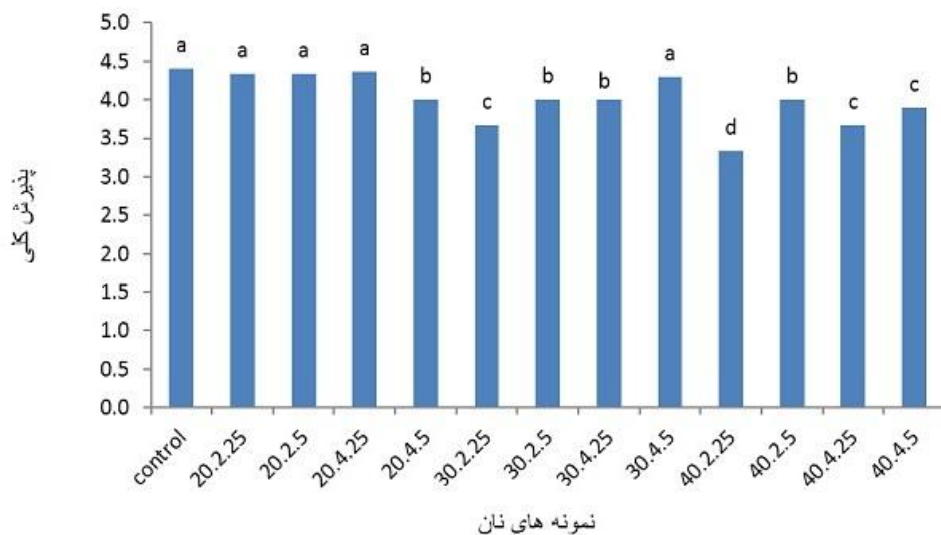


شکل 3- اثر آرد جو، صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر سفتی نان

## 3-4-- خصوصیات حسی

نتایج بدست آمده از بافت حسی مشابه با نتایج بدست آمده از آزمون بافت سنجی بود. نمونه شاهد بالاترین امتیاز بافت حسی را داشت، نمونه نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز نزدیکترین امتیاز را به نمونه شاهد داشت. کمترین میزان بافت حسی نیز در نان حاوی 40 درصد آرد جو، 0/2 صمغ زانتان و 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز بود. بررسی نتایج امتیاز طعم نان نشان داد که نمونه شاهد، نمونه نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز و نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/2 صمغ زانتان و 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز بالاترین امتیاز طعم حسی را داشتند. افزایش 40 درصد آرد جو در فرمولاسیون نان سبب کاهش چشمگیر امتیاز طعم نان در بین مصرف کنندگان شد. نتایج افزودن آرد جو، صمغ زانتان و

آنزیم ترانس گلوتامیناز بر نان نشان داد که بالاترین امتیاز رنگ حسی در نمونه شاهد بود. نان های حاوی 30 درصد و 20 درصد آرد جو، 0/4 و 0/2 صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز امتیاز رنگ حسی نزدیک به نمونه شاهد داشتند. نان های حاوی 40 درصد آرد جو در فرمولاسیون نان کمترین امتیاز رنگ حسی را در بین مصرف کنندگان شد. نتایج نشان داد که بالاترین امتیاز پذیرش کلی در نمونه شاهد و نان های حاوی 20 درصد آرد جو، 0/4 و 0/2 صمغ زانتان و 0/5 و 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز و نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز بدون داشتن تفاوت معنی داری در سطح معنی داری 95 درصد بود. کمترین امتیاز پذیرش کلی نیز در نمونه حاوی 40 درصد آرد جو، 0/2 صمغ زانتان و 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز در بین مصرف کنندگان شد.



شکل 4- اثر آرد جو، صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر پذیرش کلی

5. Martinez. Anaya, M. A. 1998. New starch and nonstarch hydrolysing enzymes in bread making: Technological and biochemical aspects. *Recent Res. Dev. Agric. Food Chem.* 2:479.
6. AACCC, Compailed and published by the approved method committee American Association of Cereal Chemist archive, 2008. USA.
7. Karimi, M., Tavakoli, H., Sheikholeslami, Z., Sahraeian, B., Naghibpour, F. 2014. Investigate the possibility of produce Barbari bread by mixing wheat and potato flour. Research Institute of Agricultural Engineering, project report.
8. Salehifar, M., Shahbazyzadh, S., Khosravi-Darani, k., Behmadi, E. 2012. The possibilities of rich cookies by using microalgae *Spirulina platensis*. *Journal of Innovation Science and Technology of Food / year:5, number 3, autumn.* (in Persian).
9. Fradique, M., Batista, A., Nunes, M., Gouveia, L., Bandarra, N., & Raymundo, A. 2010. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass on pasta products. Part 1: preparation and evaluation. *Journal of Science Food Agriculture*, 90, 1656e1664.
10. Moore MM, Heinbockel M, Dockery P, Ulmer HM, and Arendt EK, 2006. Network formation in gluten-free bread with the application of transglutaminase. *Cereal Chemistry* 83: 28-36.
11. Gerrard, J.A., Fayle, S.E., Brown, P.A., Sutton, K.H., Simmons, L., and Rasiah, I. 2012. Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. *Journal of Food Science*, 63 (3), 472-475.
12. Larre, C., Denery-Papini, S., Popineau, Y., Deshayes, G., Desserme, C., and Lefebvre, J. 2011. Biochemical analysis and rheological properties of gluten modified by transglutaminase. *Cereal Chemistry*, 77 (1), 32-38.
13. Kohajdova, Z., and J. Karovicova. 2008. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods. *Acta sci. pol., Technol. Aliment*, 7 (2): 43-49.
14. Barcenase, M.E., and C.M. Rosell. 2005. Effect of HPMC addition on microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food hydrocolloids*, 19: 1037-1043.
15. Bhatta R.S. 1999. The Potential of Hull-less Barley. *Cereal Chemistry*, 76 (5), 589-599.
16. Pourmohammadi, K., Aalami, M., Shahedi, M., and Sadeghi Mahoonak, A. 2011. Effect

#### 4- نتیجه گیری

نتایج افزودن آرد جو، صمغ زانتان و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر نان نشان داد که افزودن آرد جو در سطح 40 درصد، صمغ زانتان در سطح 0/4 درصد و آنزیم ترانس گلوتامیناز در سطح 0/5 درصد در نان سبب افزایش رطوبت شد. نان حاوی 20 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان، 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز و نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان، 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز حجم مخصوص مشابه نان شاهد داشت. جایگزین کردن آرد جو در نان سبب افزایش سفتی نان شد، اما استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ زانتان این مشکل را بهبود بخشید بطوریکه نان حاوی 20 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان، 0/25 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز سفتی مشابه نان شاهد داشت. بررسی امتیاز خصوصیات حسی بافت، رنگ، طعم و پذیرش کلی نان نشان داد که امتیاز نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی امتیاز مشابه نان شاهد داشت. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون های کیفی، بافت و خصوصیات حسی که از نظر خصوصیات کیفی نزدیک به نان شاهد است، می توان نان حاوی 30 درصد آرد جو، 0/4 درصد صمغ زانتان و 0/5 درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز بعنوان تیمار بهینه معرفی کرد.

#### 5- منابع

1. Lin, W. and Lincback, D. R. 1990. Changes in carbohydrate fractions in enzyme-supplemented bread and the potential relationship to staling. *Starch*. 42:385.
2. Onyango, C. Unbehend, G. and Lindhauer, MG, 2010. Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch. *Food Research International*, 42: 949-955.
3. Araste, N., 2005. Cereal technology, Virtual university, Journal of policy and research rahyaft, No 28.
4. Michelle, M., Heinbockel, M, M., Dockery, P., Ulmer, H. M & Elke. Arendt1, K. 2005. Network Formation in Gluten-Free Bread with application of transglutaminase. *Cereal Chemistry*, 83(1), 28-36.



of microbial transglutaminase on dough rheological properties of wheat flour supplemented with hull-less barley flour. *Journal of Food Research*, 3: (21).

17. Rosell, CM. Haros, M. Escriva, C. and Benedito, De. Barber, C. 2001. Experimental approach to optimise the use of alpha-amylases in bread making. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 49: 2973–2977.

18. Bache, I.C. and A.M. Donald. 1998. The structure of the gluten network in dough: A study using environmental scanning electron microscopy. *J. Cereal Science* 28. 127-133

19. Armero, E. and Collar, C. 1996. Antistaling additives. Flour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. *J. Food Sci.* 61-299-303.

20. Barcenase, M.E., and C.M. Rosell. 2007. Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: Low temperatures and hydrocolloid addition. *Food chemistry*, 100: 1594-1601.

21. Moore, MM. Schober, TJ. Dockery, P. and Arendt, EK. 2004. Textural comparison of gluten-free and wheat based doughs, batters and breads. *Cereal Chemistry* 81: 567-575.