

# تأثیر استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز با منشاء قارچی بر ویژگیهای کیفی خمیر و نان تست

مهسا شفیعی سلطانی<sup>1\*</sup>، مانیا صالحی فر<sup>2</sup>، مریم هاشمی<sup>3</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، شهر قدس، ایران

2- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، شهر قدس، ایران

3- استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، بخش بیوتکنولوژی میکروبی و ایمنی زیستی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: 1392/9/5

تاریخ دریافت: 1392/2/12

## چکیده

گندم ایران در اغلب مناطق به دلیل نوع خاک و شرایط آب و هوایی، دارای کیفیت مناسبی جهت تولید آرد مناسب برای نان نمی باشد و به دلیل آنکه کنترل شرایط جوی و سایر عوامل موثر در کیفیت گندم مشکل و در اغلب مواقع خارج از کنترل می باشد در بسیاری از موارد، کیفیت آرد به دست آمده چندان مقبول نبوده و به ویژه در تولید نان نواقصی مشاهده می گردد. از جمله مشکلات گندم ایران جهت تولید نان، نامناسب بودن فعالیت آنزیمی آمیلولیتیک آرد گندم، می باشد که مشکلاتی را در صنعت تولید نان ایجاد می نماید. افزودن آنزیمهای خانواده آمیلازی به آرد به عنوان یک راهکار مناسب مطرح است. بر همین اساس در این تحقیق اثر افزودن آنزیم آلفا آمیلاز قارچی بر ویژگیهای رئولوژیکی خمیر توسط دستگاه فارینوگراف بررسی شد و حجم مخصوص و ویژگیهای حسی نان حجیم حاصل از آن چون بافت، رنگ پوسته، شکل نان، بیاتی و دیگر ویژگیها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بعد از تجزیه و تحلیل آماری به روش چند دامنه ای دانکن نشان داد افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به خمیر سبب کاهش مدت زمان توسعه خمیر، مقاومت خمیر، جذب آب آرد، عدد کیفی فارینوگراف و افزایش درجه سست شدن، افزایش حجم مخصوص، بهبود بافت، رنگ، شکل نان و به طور کلی افزایش امتیاز کلی در ارزیابی حسی و همچنین به تعویق انداختن بیاتی، در مقایسه با خمیر و نان شاهد می شود. در این تحقیق میزان 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز بعد از اندازه گیری توسط دستگاه های فالینگ نامبر و فارینوگراف به عنوان میزان بهینه انتخاب گردید.

**واژه های کلیدی:** آرد گندم، آلفا آمیلاز، نان تست، رئولوژی خمیر، کیفیت نان

## 1- مقدمه

با توجه به کیفیت گندمهای ایران، عمده ترین مشکل آرد کشور، پایین بودن میزان فعالیت آلفا آمیلازی آن می باشد. میزان فعالیت این آنزیمها تاثیر قابل ملاحظه ای بر کیفیت ناوایی آرد گندم دارد. آمیلاز، آنزیمی است که بر روی ساختار نشاسته تاثیر می گذارد. دانه های نشاسته گندم از ملکولهای انشعاب یافته آمیلوپکتین و ملکولهای خطی آمیلوز تشکیل شده اند. در آمیلوز ملکولهای گلوکز توسط پیوندهای آلفا 1 به 4 به یکدیگر متصل می شوند و به صورت ساختار خطی می باشند در آمیلو پکتین علاوه بر پیوندهای 1 به 4، پیوند 1 به 6 نیز وجود دارد که پیوندهای 1 به 6 سبب ایجاد ساختار شاخه ای علاوه بر ساختار خطی آمیلوز می شود (16). آلفا آمیلاز سبب شکستن پیوندهای آلفا 1 به 4 داخل ملکول نشاسته و آزاد شدن قندهای احیاء کننده مثل مالتوز، مالتوتریوز، مالتو الیگومرها و آلفا دکسترین می شود. در اثر مکانیسم عمل و شکستن نشاسته، رنگ و عدد یدی و سایر ویژگیهای نشاسته تغییر می کند (5). فعالیت آلفا آمیلاز، در دانه رسیده غلات در حد بسیار پایینی وجود دارد. در حالی که در دانه جوانه زده فعالیت آن بسیار افزایش می یابد. به طور کلی شرایط آب و هوایی در دوره خواب دانه اثر زیادی دارد. رطوبت بالا و حرارت مطلوب و مورد نظریات جوانه زدن جوانه می گردد در چنین شرایطی فعالیت آلفا آمیلاز افزایش می یابد، در نتیجه در فرآیند عمل آوری در زمان مراحل اولیه پخت، نشاسته تجزیه شده و سبب می شود آرد با ازدست دادن حالت ژلاتینه به صورت شل و آبکی درآید که این امر موجب ایجاد عیوب زیادی در نان مانند تیرگی پوسته و چسبندگی بافت نان میشود. از سوی دیگر در صورتی که فعالیت آنزیمی آرد کم باشد نانهای حاصل کم حجم و دارای مغز خشک با حفره های بزرگ خواهد بود. افزایش حجم خمیر به خوبی صورت نمی گیرد از طرف دیگر نان حاصل قهوه های کم رنگ، سطح آن چروکیده حجم نان کم و پوسته آن سخت و شکننده می گردد همچنین مدت زمان ماندگاری این نانها کاهش می یابد و به سرعت سفت و بیات می شوند، بر اساس بررسی های متعدد، متخصصان امر بر این باورند که اکثر آردهای ایران از نظر فعالیت آمیلازی در سطح بسیار پایینی قرار دارند و به همین دلیل نان حاصل از آنها دارای عیوب زیادی می باشد (1،7).

اگر آردی دارای میزان فعالیت آلفا آمیلازی مناسبی باشد نسبت به حالتی که فعالیت آمیلازی کمتری دارد، از کیفیت مناسب تری برخوردار است و بیاتی آن نیز کمتر خواهد بود. چنانچه فعالیت آلفا آمیلاز در سطح بسیار

پایینی باشد، نشاسته تجزیه نمی شود و نان حالت سفت و سخت پیدا میکند و سریع تر بیات می شود. بنابراین تنظیم فعالیت آلفا آمیلاز به خصوص در نانهای حجیم اهمیت بسیاری دارد تا نان حالت نرمی و تازگی خود را تا مدت زمان زیادی حفظ کند. کمبود مقدار آلفا آمیلاز را می توان با افزودن آمیلاز قارچی یا باکتریایی و یا آرد مالت یا عصاره مالت غلات جبران کرد. در این خصوص در سال 2000 تحقیقی توسط خلیل و همکاران، انجام گرفت و اثرات افزودن مالت به نسبت های مختلف بر خواص رئولوژیکی و فعالیت آلفا آمیلازی خمیر آرد گندم بررسی شد. نتایج نشان داد تاثیر معنی داری در میزان جذب آب با افزودن مالت ایجاد نگردید. با افزودن 1 و 2 درصد مالت به آرد، زمان اختلاط اندکی و با افزودن 3-4-5 درصد مالت شدیداً کاهش یافت. همچنین پایداری خمیر با افزودن 1 درصد مالت بهبود یافت اما با 2 درصد یا بیشتر پایداری خمیر شدیداً کاهش یافت و نیز افزودن 1 درصد مالت سست شدن خمیر را کاهش اما افزودن 2 درصد یا بیشتر، سست شدن را به طور معناداری افزایش داد (14).

در سال 1381، حجتی و همکاران، تاثیر فعالیت آلفا آمیلاز را بر روی کیفیت آرد نان باگت و تاثیر این آنزیم را روی بیاتی نان، مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد فعالیت آنزیمی آلفا آمیلاز آردها برای تولید نان باگت کم بوده لذا برای کاهش عدد فالینگ آردها، 2/4 - 0/7 درصد آرد مالت جو به آردها افزودند. قبل از بهینه سازی عدد فالینگ، حجم نانهای باگت تهیه شده با میزان فعالیت آلفا آمیلاز رابطه مستقیم داشت ولی پس از بهینه سازی حجم نانها تقریباً یکسان بود. همچنین نتایج ارزیابی حسی نشان داد افزودن آرد مالت جو تاثیر مثبتی در به تاخیر انداختن بیاتی دارد (4).

در سال 1382، مطلبی، به بررسی اثرات افزودن مالت روی کیفیت نانهای حجیم پرداختند. به این منظور آرد مالت جو به میزان 1-0/5 و 2 درصد به آرد گندم اضافه شد نتایج نشان داد با افزودن مالت به آرد گندم جذب آب، زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و ارزش ناوایی کاهش و درجه سست شدن پس از 10 و 20 دقیقه افزایش می یابد که بیشترین اثر، مربوط به افزودن 20 درصد مالت بوده است. در ارزیابی حسی نانهای تولید شده، نان حاوی 0/5 درصد مالت دارای عطر و بو و طعم و مزه بهتری از نان شاهد بوده است ولی در حالت های 1 و 2 درصد مالت، این شاخصها کاهش داشته اند. در نهایت پیشنهاد گردید که افزودن مالت برای تولید نان در مقادیر بالاتر از 0/5 درصد استفاده نشود (9).

نانهای حجیم و صنعتی تولیدی در کشور می باشد و در صورت نداشتن کیفیت مناسب می تواند کارخانه های تولید کننده را متحمل هزینه های گزاف نماید (1، 2). بنابراین هدف کلی از این تحقیق، بررسی تاثیر افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به صورت مصنوعی و با منشاء قارچی بر ویژگی رتولوژیکی خمیر و ویژگی کیفی نان تست می باشد.

## 2- مواد و روش ها

### 2-1- آرد مخصوص نان حجیم

آرد مورد آزمون از شرکت تولیدی آرد تک کرج تهیه و ویژگیهای شیمیایی آن شامل رطوبت (روش استاندارد ملی شماره 2705)، پروتئین (استاندارد ملی ایران شماره 2863)، عدد گلوتن (روش AACC<sup>1</sup> شماره 38-12-02)، کیفیت گلوتن (روش AACC شماره 38-12-02)، خاکستر (استاندارد ملی ایران شماره 103)، اسیدیته (استاندارد ملی ایران شماره 37) و عدد فالینگ (روش AACC شماره 56-81-03) آن تعیین شد (8، 10).

### 2-2- آنزیم آلفا آمیلاز

آنزیم آلفا آمیلاز با فعالیت آنزیمی 120000SKB/min، از شرکت میلیو<sup>2</sup> ایتالیا تهیه شدو منشاء این آنزیم قارچ اسپرژیلوس اوریزا<sup>3</sup> بوده است. از این آنزیم در سه میزان مختلف (5-27-50ppm) به پیشنهاد شرکت سازنده آنزیم، به آرد افزوده شد و عدد فالینگ طبیعی و قارچی آن با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر ساخت شرکت اینفراکونت<sup>4</sup> مجارستان اندازه گیری شد و بهترین میزان با توجه به محدوده پیشنهاد شده سازنده دستگاه مشخص شد.

عدد فالینگ طبیعی با FN<sup>5</sup> نشان داده می شود و نشان دهنده میزان فعالیت آنزیمهای آمیلازی طبیعی موجود در آرد و گندم با منشاء گیاهی می باشد که به طور طبیعی در گندم و آرد وجود دارد و معمولاً در اثر جوانه زدن به وجود می آید ولی عدد فالینگ قارچی با FFN<sup>6</sup> نشان داده می شود و فعالیت آلفا آمیلازهای با منشاء قارچی در آرد را نشان می دهد که به صورت مصنوعی به آرد اضافه گردیده اند. تفاوت آلفا آمیلازهای با منشاء گیاهی و قارچی

در سال 1383، فیضی پور و همکاران، اثر افزودن آرد گندم جوانه زده به آرد گندم سالم را بر ویژگیهای رتولوژیکی خمیر و ویژگیهای کیفی نانهای بربری و لواش، مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که عدد فالینگ مطلوب برای نان لواش 350-420 ثانیه و برای نان بربری 250-350 ثانیه می باشد (7).

در سال 1387، غیور اصلی و همکاران، تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز و اسید آسکوربیک را بر خصوصیات رتولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشرودل بررسی کردند و نتیجه گرفتند که اسید آسکوربیک بر افزایش قدرت خمیر، قابلیت کشش و افزایش حجم مخصوص نان نقش موثری دارد و بهترین تاثیر آن در مقدار ppm 100 می باشد. افزودن آمیلاز نیز سبب افزایش حجم مخصوص نان شد ولی بر روی ویژگیهای رتولوژیکی خمیر تاثیر مطلوبی نداشت. بهترین نتیجه از نظر افزودن آنزیم آلفا آمیلاز در مقدار ppm 500 مشاهده گردید (6).

برای اطلاع از میزان فعالیت آلفا آمیلاز از عدد فالینگ که با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر به دست می آید استفاده می شود. میزان فعالیت آلفا آمیلاز با عدد فالینگ رابطه عکس دارد. باید توجه داشت که به طور کلی عدد فالینگ ارقام گندم ایرانی بالاتر از 400 ثانیه می باشد و حتی گزارش شده که عدد فالینگ برخی ارقام گندم ایران بیش از 600 ثانیه میباشد که فعالیت آمیلازی پائین داشته و حجم خمیر افزایش پیدا نمی کند و رنگ نان حاصل قهوه ای کم رنگ، سطح آن چروکیده، حجم نان کم و یوسته آن سخت و شکننده می گردد (3).

در تحقیقات انجام شده توسط خلیل، حجتی، مطلبی جهت افزایش فعالیت آمیلازی آردها از مالت استفاده گردید. فیضی پور نیز جهت بهبود فعالیت آمیلازی آردها از آرد گندم جوانه زده استفاده کرد و بر روی آرد نانهای لایه نازک تحقیقات خود را انجام داد. غیور اصلی و همکاران در تحقیق خود جهت افزایش فعالیت آمیلازی آرد از آنزیم آلفا آمیلاز با منشاء قارچی استفاده نمودند و تحقیق خود را بر روی خمیر منجمد حاصل از آرد قوی انجام دادند. نان مورد تحقیق آنها نیز نان اشرودل بوده است (4، 9، 14). در این تحقیق، جهت بهبود فعالیت آمیلازی آرد از آردهای به دست آمده از گندمهای متوسط استفاده شد زیرا اغلب گندمهای کاشته شده در کشور ما از نظر کیفی در طبقه متوسط قرار دارند. تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر ویژگیهای کیفی خمیر و نان تست، مورد بررسی قرار گرفت. نان تست یکی از رایج ترین و پر مصرف ترین

1- American Association Of Cereal Chemistry

2- Millbo

3 -Aspergillus Oryza

4 -Infracont Kft

5 -Falling Number

6 -Fungal Falling Number

شد و از ارزیابها خواسته شد تا نمونه های نان را پس از 24، 48 و 72 ساعت نگهداری در دمای محیط، از نظر بیاتی مورد ارزیابی قرار دهند، به طوری که به نان خیلی تازه رتبه 5 و به نان بیات رتبه آداده شود (روش رتبه بندی) (10).

نان تست با استفاده از دستگاه پخت نان به روش تمام اتوماتیک ساخت شرکت سینیو<sup>1</sup> ترکیه مدل 4705 و مطابق فرمول ذیل تهیه شدند. آرد 100 گرم - آب 55 میلی لیتر - نمک 2 گرم - مخمر تر 2 گرم - روغن 6 گرم - شکر 2 گرم (5).

## 2-2- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشات به استثنای ارزیابی حسی در سه تکرار انجام گرفت و نتایج ارائه شده میانگین سه تکرار می باشند. نتایج آزمونهای دستگاهی، ارزیابی حسی و بیاتی بر اساس طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شد و به منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد پس از آنالیز واریانس از آزمون چند دامنه ای دانکن<sup>2</sup> در سطح اطمینان 95 درصد ( $p < 0/05$ ) استفاده شد. تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق در مرحله تهیه خمیر مقادیر مختلف آنزیم آلفا آمیلاز (5 PPM - 27 - 50) و در مرحله تهیه نان مقادیر (5 PPM و 0) آنزیم آلفا آمیلاز بوده است.

## 3- نتایج و بحث

### 1- ویژگیهای شیمیایی آردها

ویژگیهای شیمیایی آرد مورد استفاده در جدول 1 نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود آرد شاهد حاوی عدد فالیننگ بالایی است که نشان دهنده فعالیت پایین آنزیم آلفا آمیلاز طبیعی موجود در این آرد می باشد.

### 2-3- تنظیم عدد فالیننگ آردها

عدد فالیننگ طبیعی (FN) و قارچی (FFN) آردها پس از افزودن آنزیم آلفا آمیلاز در جدول 2 نشان داده شده است. با توجه به محدوده های پیشنهادی توسط سازنده دستگاه فالیننگ در مورد میزان عدد FFN که در ذیل آمده است میزان 5ppm آنزیم آلفا آمیلاز بهترین میزان جهت افزودن به آردها می باشد.

در میزان تحمل دمایی آنها می باشد، به نحوی که آمیلازهای با منشأ گیاهی نسبت به آمیلازهای با منشأ قارچی از تحمل دمایی بالاتری برخوردار هستند بنابراین جهت اندازه گیری فعالیت آمیلازهای قارچی افزوده شده به طور مصنوعی به آرد نیاز است دستگاه فالیننگ نامبر مورد استفاده امکان اندازه گیری FFN را داشته باشد. پس از اندازه گیری فعالیت آمیلازی آرد توسط دستگاه فالیننگ نامبر، ویژگیهای رئولوژیکی خمیر حاصل از نمونه آرد شاهد و آردهای حاوی مقادیر متفاوت (50ppm - 27 - 5) آنزیم آلفا آمیلاز با استفاده از دستگاه فارینوگراف ساخت شرکت برابندر (روش AACC شماره 01-21-54) (10) اندازه گیری شد در ادامه با توجه به اعداد به دست آمده توسط دستگاه فالیننگ نامبر و فارینوگراف، بهترین میزان آنزیم آلفا آمیلاز انتخاب شد. سپس جهت بررسی ویژگیهای کیفی نان تست، از نمونه آرد شاهد (فاقد آنزیم) و آرد حاوی بهترین میزان آنزیم آلفا آمیلاز که توسط دستگاه فالیننگ نامبر و فارینوگراف مشخص شده بود، نانهای تست تهیه شد (5) و ویژگیهای کیفی نانهای حجیم حاصل با استفاده از روش اندازه گیری حجم مخصوص (روش AACC شماره 01-50-55) (10)، ارزیابی حسی ویژگیهای عمومی و بیاتی نان بررسی شد. ارزیابی حسی مطابق روش ارزیابی ویژگیهای عمومی نان انجام گرفت (15). مطابق این روش نان شاهد و نان حاوی بهترین میزان آنزیم آلفا آمیلاز با کدهای دو رقمی در اختیار 6 نفر ارزیاب آموزش دیده قرار گرفت و از آنها خواسته شد ویژگیهای خارجی نان و ویژگیهای داخلی نان را مورد بررسی قرار دهند. بنابراین ویژگیهای خارجی نان که به ترتیب اهمیت شامل حجم نان (10-0 امتیاز)، رنگ پوسته نان (8-0 امتیاز) تناسب شکل نان، یکنواختی پخت، و ویژگیهای پوسته نان و ترک و پارگی نان (هریک جداگانه 3-0 امتیاز) و ویژگیهای داخلی نان که به ترتیب اهمیت شامل طعم و مزه (15-0 امتیاز)، و ویژگیهای حفره و دانه ای بودن مغز نان، رنگ مغز نان، عطر و بو، قابلیت جویدن و بافت نان (هریک جداگانه 10-0 امتیاز) بودند توسط ارزیابان مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت از آنها خواسته شد با در نظر گرفتن کیفیت تام شامل مجموع امتیاز تمامی موارد فوق، نانها را در رتبه های 0 تا 100 قرار دهند به طوری که بهترین نان از نظر کیفیت رتبه 100 و به نازل ترین کیفیت رتبه صفر دهند. ارزیابی ویژگیهای عمومی نان فقط در روز اول و یک ساعت پس از پخت نانها انجام شد (15).

برای ارزیابی بیاتی نان از روش AACC شماره 74-30 استفاده

1-Sinbo

2- Duncan s Multiple Range Test

جدول 1- ویژگیهای شیمیایی آرد شاهد

عدد فالینگ (ثانیه)		pH	خاکستر کل (%)	رطوبت (%)	ایندکس گلوتن	گلوتن (%)	پروتئین (%)
FFN	FN						
990	603	6	0/580	13/2	70	27	11

نتیجه حاصل از تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر روی کاهش مدت زمان توسعه خمیر با نتایج تحقیقات انجام شده توسط فیضی پوردرسال 1383 و غیراصولی درسال 1387 مطابقت دارد (6، 7).

محدوده های FFN تعیین شده توسط سازنده دستگاه فالینگ نامبر،  $FFN > 110$ : فعالیت آلفا آمیلازی بیش از حد،  $FFN = 110-170$ : فعالیت آلفا آمیلازی نرمال،  $FFN < 170$ : فعالیت آلفا آمیلازی پایین .

3-3-1-2- بررسی نتایج مربوط به میزان جذب آب خمیر  
نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه ها به روش دانکن (شکل 2) نشان داد که افزودن آنزیم آلفا آمیلاز سبب کاهش جذب آب خمیر می شود. دلیل این مساله حمله آنزیم آلفا آمیلاز به وسط ملکول آمیلوز و آمیلوپکتین و تبدیل آنها به واحدهای کوچکتری چون دکسترین و در نهایت آزاد شدن آب است که سبب کاهش جذب آب توسط خمیر می گردد (19). نتیجه تحقیقات انجام شده در مورد کاهش میزان جذب آب خمیر در اثر افزودن آنزیم آلفا آمیلاز با تحقیقات انجام شده توسط بردی در سال 2005 و هیونکیم و همکاران، در سال 2006 مطابقت دارد (11، 12).

جدول 2- نتایج حاصل از آزمون فالینگ نامبر

مقدار آنزیم عدد فالینگ (ثانیه)	
FFN	(ppm)
115	5
73	27
56	50

### 3-3-3- نتایج حاصل از آزمونهای انجام شده بر روی خمیر

#### 3-3-3-1- نتایج حاصل از دستگاه فارینوگراف

3-3-1-1- بررسی نتایج مربوط به مدت زمان توسعه خمیر  
تجزیه و تحلیل انجام شده به روش مقایسه میانگین چند دامنه ای دانکن (شکل 1) در مورد این متغیر وابسته نشان داد که بین نمونه های حاوی آنزیم آلفا آمیلاز با نمونه شاهد از نظر مدت زمان لازم برای توسعه یافتن خمیر، اختلاف معناداری وجود دارد و مطابق شکل (1)، افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به آرد، سبب کاهش مدت زمان توسعه خمیر شده است و هر قدر میزان آنزیم آلفا آمیلاز افزایش یابد مدت زمان توسعه خمیر کاهش خواهد یافت.

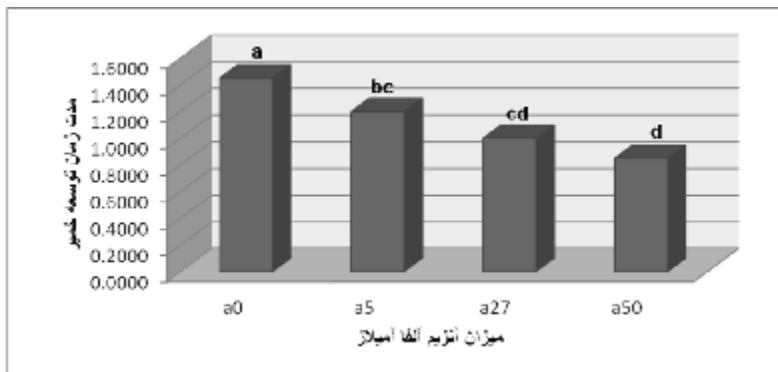
3-3-1-3- بررسی نتایج مربوط به مدت زمان مقاومت خمیر  
آنالیز آماری داده ها نشان داد، مقاومت خمیر بعد از افزودن آنزیم آلفا آمیلاز کاهش می یابد (شکل 3). دلیل کاهش مقاومت خمیر تحت تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز تشکیل مالتوز توسط هیدرولیز نشاسته است که سبب افزایش مقدار آب آزاد در خمیر و کاهش ثبات یا مقاومت خمیر شده است (13). نتیجه این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر میزان مقاومت خمیر با نتایج تحقیقات انجام شده توسط غیراصولی در سال 1387 مطابقت دارد (6).

دلیل این مساله این است که آنزیم آلفا آمیلاز اندوگلوکاناز است یعنی این آنزیم به طور تصادفی به وسط ملکول آمیلوز و آمیلوپکتین نشاسته ژلاتینه شده یا صدمه دیده (نشاسته هیدراته) حمله می کند و پیوندهای آلفا 1 به 4 را هیدرولیز می کند و به این ترتیب پلی ساکارید نشاسته را به بخشهای کوچکتری و مونوساکارید تبدیل می کند، هیدرولیز پلی ساکارید سبب نرم شدن خمیر و در نتیجه کاهش مدت زمان توسعه خمیر می گردد (19).

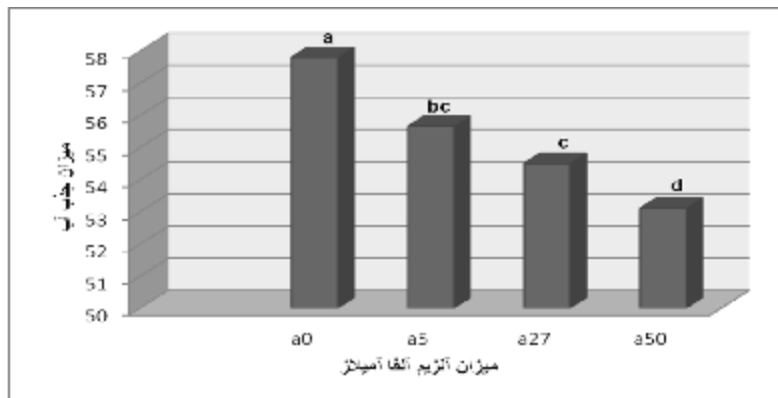
### 3-3-1-4- بررسی نتایج مربوط به درجه سست شدن خمیر

#### 10 دقیقه پس از شروع

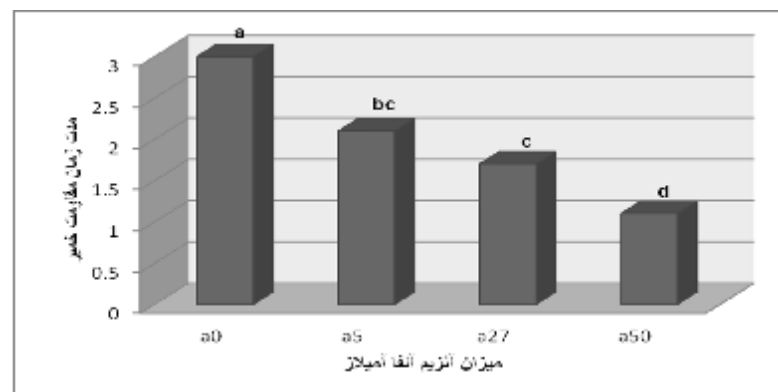
همانطور که از نمودار مقایسه میانگین (شکل 4) مشخص است، بین نمونه های حاوی آنزیم آلفا آمیلاز و نمونه آرد شاهد تفاوت معنی



شکل 1- نمودار مربوط به مدت زمان توسعه خمیر ((اعداد کنار حرف a در محور افقی نشان دهنده مقدار آنزیم مورد استفاده بر حسب PPM می باشد) ستونهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند ( $p < 0/05$ ).



شکل 2- نمودار مربوط به درصد جذب آب خمیر (اعداد کنار حرف a در محور افقی نشان دهنده مقدار آنزیم مورد استفاده بر حسب PPM می باشد) ستونهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند ( $p < 0/05$ ).



شکل 3- نمودار مربوط به میزان مقاومت خمیر (حرف a در محور افقی نشان دهنده آنزیم آلفا آمیلاز و اعداد کنار آن نشان دهنده مقدار آنزیم مورد استفاده بر حسب PPM می باشد) ستونهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند ( $p < 0/05$ ).

این آنزیم افزایش یابد خمیر نان ضعیف تر خواهد شد. اگر خمیر نان بیش از حد سست و ضعیف شود کار کردن با خمیر مشکل و میزان چسبندگی آن به دست و دستگاه ها افزایش خواهد یافت و از نظر اقتصادی به صرفه نخواهد بود (5) بنابراین همان طور که اعداد به دست آمده از طریق دستگاه فالینگ نامبر نشان داد بهترین میزان آنزیم آلفا آمیلاز در این تحقیق 5 PPM است و استفاده بیشتر از این حد فقط سبب سست تر شدن خمیر و مشکلات متعدد ناشی از آن خواهد شد و کار کردن با خمیر را مشکل خواهد کرد. بنابراین میزان 5 PPM آنزیم آلفا آمیلاز به عنوان دوز بهینه انتخاب شد و تأثیر افزودن این آنزیم در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد آنزیم آمیلاز) بر ویژگی کیفی نان تست بررسی مورد بررسی قرار گرفت.

#### 3-4- نتایج تحقیقات انجام شده بر روی نان تست

##### 3-4-1- آزمون حجم مخصوص نان تست

نتایج حاصل از این آزمون حاکی از افزایش حجم مخصوص نانها بعد از افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به آرد (شکل 7) بوده است که دلیل این مساله هیدرولیز نشاسته و شکسته شدن زنجیره های آمیلوز و آمیلوپکتین تحت تأثیر این آنزیم و تبدیل آن به زیرساختارهای دی ساکارید می باشد که سبب رشد بهتر مخمرها و تولید گاز دی اکسید کربن بیشتر در خمیر شده است، این مساله سبب افزایش در حجم نان شد.

نتیجه این تحقیق در مورد تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر روی حجم مخصوص نان با تحقیقات انجام شده توسط هیونکیم در سال 2005 و زنگ در سال 2011 مطابقت دارد (20، 12).

##### 3-4-2- نتایج ارزیابی حسی نان تست

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به آرد سبب بهبود ویژگیهای حسی نان از جمله حجم نان، رنگ پوسته نان، عطر و طعم نان، بو، قابلیت جویدن نان و بافت نان، تناسب شکل نان در سطح معنی دار 5 درصد می شود ولی در ویژگیهایی چون یکنواختی پخت، ویژگی پوسته، ترک و پارگی پوسته نان، حفره و دانه ای بودن و رنگ مغز نان تفاوت معنی داری بین نمونه تهیه شده از آرد شاهد با تیمارهای حاوی آنزیم آلفا آمیلاز مشاهده نشد.

داری وجود دارد و افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به آرد، سبب افزایش درجه سست شدن خمیر شده است. دلیل این مساله، شکسته شدن پیوندهای گلیکوزی دی آلفا 1 به 4 نشاسته تحت تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز و ایجاد مالتودکسترین، الیگوساکاریدها و مالتوتریوزها می باشد. که این ترکیبات نیز در صورت ادامه هیدرولیز نشاسته به مالتوز تبدیل می شوند. تشکیل مالتوز در نتیجه هیدرولیز پلی ساکارید نشاسته توسط آنزیم آلفا آمیلاز سبب افزایش آب آزاد در خمیر و سبب کاهش ثبات و افزایش نرمی و سستی خمیر شده است (11). هر قدر میزان آنزیم آلفا آمیلاز افزایش می یابد درجه سست شدن خمیر نیز بیشتر می شود.

نتیجه این تحقیق در مورد تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر روی سست شدن خمیر با نتایج تحقیقات انجام شده توسط هیونکیم در سال 2006، فیضی پور در سال 1383 مطابقت دارد (7، 12).

##### 3-3-1-5- بررسی نتایج مربوط به درجه سست شدن خمیر

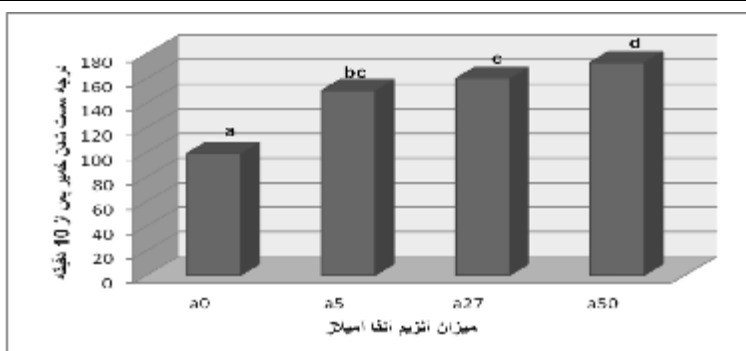
##### 12 دقیقه پس از حداکثر

همانطور که از نمودار مقایسه میانگین (شکل 5)، مشخص است، افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به آرد سبب افزایش درجه سست شدن در حدمعنی داری نسبت به نمونه آرد شاهد شد. در مورد نحوه تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر روی افزایش درجه سست شدن خمیر می توان گفت این آنزیم با هیدرولیز نشاسته سبب آزاد شدن آب در خمیر و افزایش نرمی و سستی خمیر شده است (20).

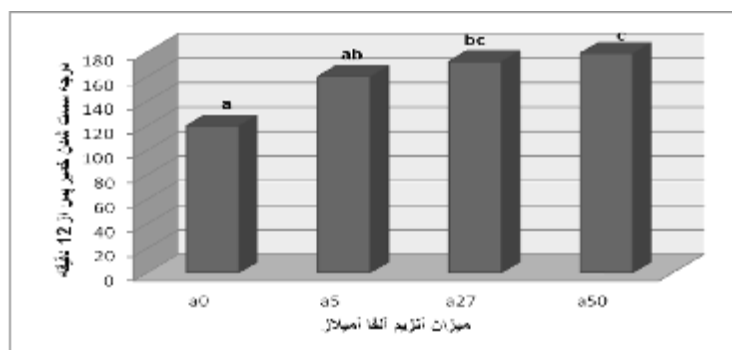
##### 3-3-1-6- بررسی نتایج مربوط به عدد کیفی فارینوگراف

همانطور که از روش آماری دانکن در (شکل 6)، مشخص است افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به تنهایی به آرد سبب کاهش عدد کیفی فارینوگراف شده است به گونه ای که دارای تفاوت معنی داری با نمونه شاهد است. دلیل این مساله ضعیف شدن آرد تحت تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز به دلیل شکسته شدن پلیم نشاسته و هیدرولیز شدن آن بوده است. نتایج این تحقیق در مورد تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز با تحقیقات انجام شده توسط هیونکیم در سال 2006، فیضی پور در سال 1383 و تحقیقات انجام شده توسط غیوراصلی در سال 1387، مطابقت دارد (6، 7، 12).

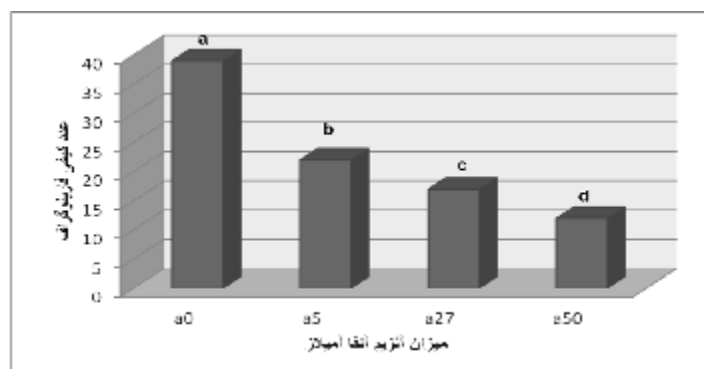
نتایج به دست آمده از دستگاه فارینوگراف بر روی ویژگیهای رئولوژیکی خمیر نان تست، نشان داد افزودن آنزیم آلفا آمیلاز به آرد سبب سست شدن خمیر نان می شود و هر قدر میزان استفاده از



شکل 4- نمودار مربوط به درجه سست شدن خمیر (حرف a در محور افقی نشان دهنده آنزیم آلفا آمیلاز و عدد کنار آن نشان دهنده مقدار آنزیم مورد استفاده بر حسب PPM می باشد) ستونهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند ( $p < 0/05$ ).



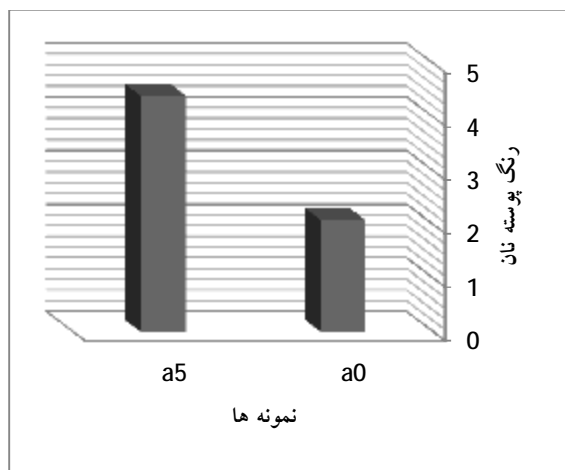
شکل 5- نمودار مربوط به درجه سست شدن خمیر پس از 12 دقیقه (حرف a در محور افقی نشان دهنده آنزیم آلفا آمیلاز و عدد کنار آن نشان دهنده مقدار آنزیم مورد استفاده بر حسب PPM می باشد) ستونهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند ( $p < 0/05$ ).



شکل 6- نمودار مربوط به عدد کیفی یارینوگراف (اعداد کنار حرف a در محور افقی نشان دهنده مقدار آنزیم مورد استفاده بر حسب PPM می باشد) ستونهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند ( $p < 0/05$ ).



آمیلاز با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نمی شود. دلیل تیره تر شدن رنگ پوسته نانها در اثر استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز، هیدرولیز پلی ساکارید نشاسته و تبدیل آن به منو و دی ساکاریدها می باشد که بروز این مساله سبب شدت یافتن واکنش مایلارد در طی پخت نان می شود و تیره تر شدن رنگ پوسته نان را سبب شده است (19).



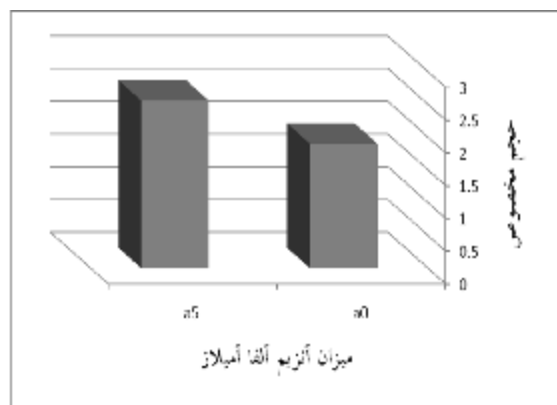
شکل 9- نمودار مربوط به رنگ پوسته نان (a0 نشان دهنده نمونه شاهد و a5 نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می باشد).

### 3-2-4-3- بافت نان

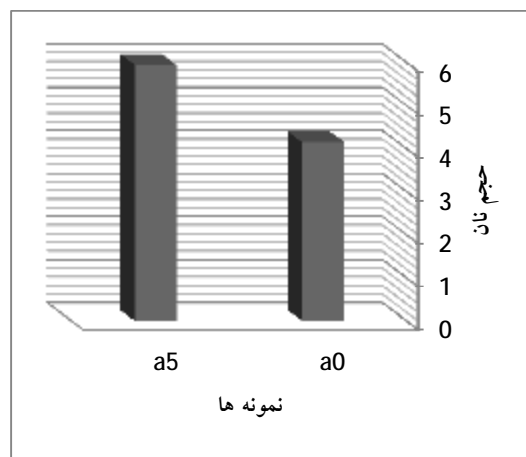
همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل 10)، تاثیر مثبت آنزیم آلفا آمیلاز را بر روی بافت نان نشان می دهد. دلیل بهبود بافت نان تحت تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز، تولید بیشتر گاز در اثر فعالیت بیشتر مخمرها و در نتیجه افزایش تعداد خلل و فرج نان می باشد (12).

### 3-2-4-4- قابلیت جویدن نان

(شکل 11)، نشان می دهد که افزودن آلفا آمیلاز، تفاوت معنی داری را در قیاس با نمونه شاهد در مورد قابلیت جویدن نان ایجاد کرده است و سبب بهبود این ویژگی شده است. دلیل این مساله هیدرولیز نشاسته می باشد که سبب تولید بیشتر گاز توسط مخمرها و افزایش تولید گاز توسط مخمرها شده است و در نهایت به دلیل افزایش تعداد حبابهای گاز در خمیر و افزایش سطح در واحد حجم سبب نرم شدن مغز نان گردیده و در نتیجه قابلیت جویدن نان در اثر استفاده از این آنزیم بهبود یافته است (12).



شکل 7- نمودار مربوط به حجم مخصوص نان (a0 نشان دهنده نمونه شاهد و a5 نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می باشد).



شکل 8- نمودار مربوط به حجم نان (a0 نشان دهنده نمونه شاهد و a5 نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می باشد).

### 3-2-4-1- حجم نان

حجم نمونه نانهای تولید شده بعد از افزودن آنزیم آلفا آمیلاز نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است (شکل 8). دلیل افزایش حجم نمونه ها، بعد از افزودن آنزیم آلفا آمیلاز، تولید گاز دی اکسید کربن بیشتر می باشد زیرا آنزیم آلفا آمیلاز سبب شکستن پلی ساکارید نشاسته و تولید قندهای قابل تخمیر برای مخمر، رشد آن و تولید گاز بیشتر توسط مخمر می گردد (18).

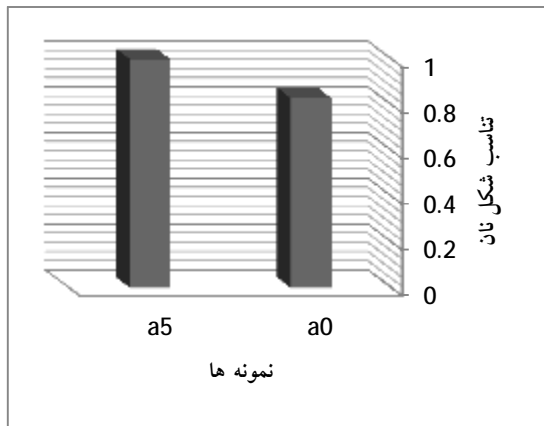
### 3-2-4-2- رنگ پوسته نان

تجزیه و تحلیل داده ها و مشاهده نمودار مقایسه میانگین (شکل 9)، نشان می دهد که بین نمونه شاهد و تیمار حاوی آنزیم آلفا آمیلاز تفاوت معنی داری وجود دارد ولی بین نمونه دارای آنزیم آلفا

شکل نان با تحقیقات انجام شده توسط زنگ و همکاران در سال 2011، مطابقت دارد (20).

#### 3-4-2-6-عطر و بوی نان

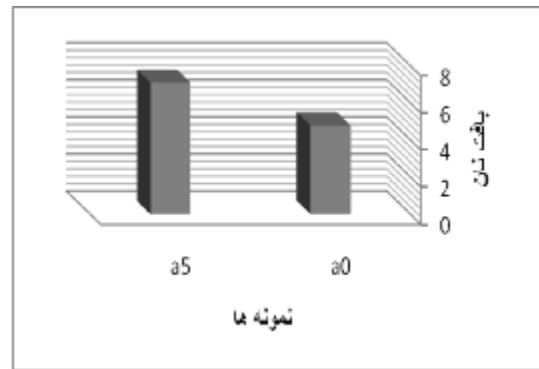
همان طور که در (شکل 13) مشاهده می شود، بین نمونه شاهد و تیمار حاوی آنزیم آلفا آمیلاز و سایر تیمارها تفاوت معنی داری از نظر عطر و بوی نان وجود دارد. دلیل این اختلاف، هیدرولیز پلی ساکارید نشاسته تحت تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز و تبدیل آن به منو و دی ساکاریدها است که سبب شدت یافتن واکنش مایلارد در طی پخت نان و افزایش یافتن عطر و بوی نان شده است (5). نتیجه این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر روی عطر و بوی نان با نتیجه تحقیقات انجام شده توسط پرابهاسانکار و همکاران در سال 2004 مطابقت دارد (17).



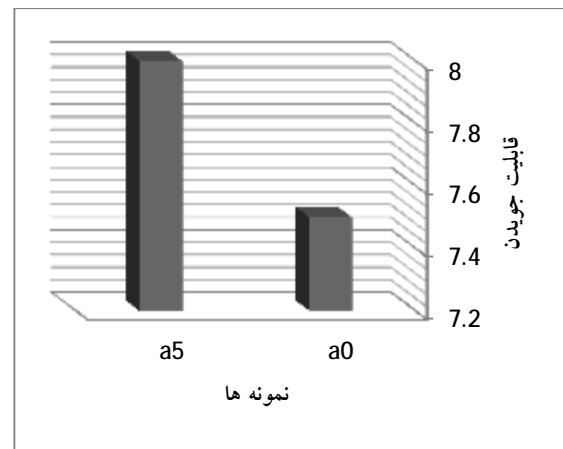
شکل 12- نمودار مربوط به تناسب شکل نان (a<sub>0</sub>) نشان دهنده نمونه شاهد و a<sub>5</sub> نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می باشد).

#### 3-4-2-7-امتیاز کل

تجزیه و تحلیل نتایج با روش آماری چند دامنه ای دانکن (شکل 14) نشان می دهد تفاوت معنی داری بین نمونه شاهد و نمونه حاوی آنزیم آلفا آمیلاز وجود دارد به نحوی که افزودن آنزیم آلفا آمیلاز سبب بهبود ویژگی کیفی نانها و افزایش امتیاز کلی نسبت نمونه شاهد گردیده است.



شکل 10- نمودار مربوط به بافت نان (a<sub>0</sub>) نشان دهنده نمونه شاهد و a<sub>5</sub> نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می باشد).

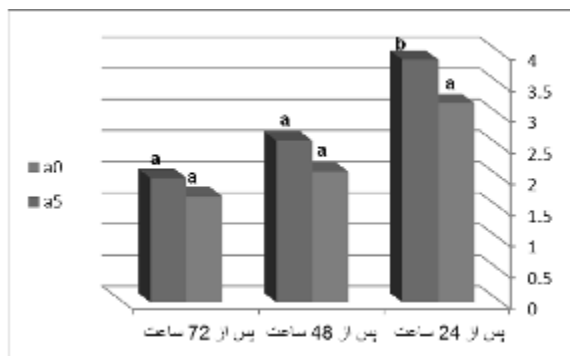


شکل 11- نمودار مربوط به قابلیت جویدن نان (a<sub>0</sub>) نشان دهنده نمونه شاهد و a<sub>5</sub> نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می باشد).

#### 3-4-2-5-تناسب شکل نان

مطابق نمودار (شکل 12)، بین نمونه شاهد با تیمار حاوی آنزیم آلفا آمیلاز و سایر تیمارها تفاوت معنی داری از نظر تناسب شکل نان وجود دارد. به این ترتیب که نمونه حاوی آنزیم آلفا آمیلاز، از تناسب شکل بهتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار است. دلیل تناسب شکل بهتر نمونه حاوی آنزیم آلفا آمیلاز نسبت به نمونه شاهد را می توان به تخمیر بیشتر و کامل تر نانهای حاصل از این آرد نسبت به نمونه شاهد نسبت داد زیرا در اثر هیدرولیز نشاسته تولید گاز دی اکسید کربن توسط مخمرها بیشتر تولید خواهند شد و این مساله سبب بیشتر شدن خلل و فرج نان به دلیل وجود گاز بیشتر در خمیر و در نتیجه شکل ظاهری بهتر نان شده است (19). نتیجه این تحقیق در مورد تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر روی بهبود

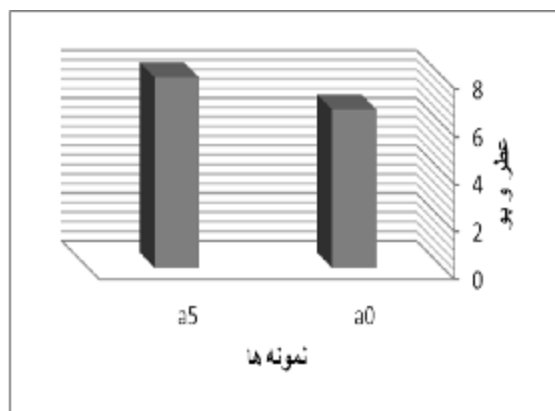
دنبال کاهش انرژی سنتتیک نان، سفتی پیوندها افزایش یافته و قوی تر می‌شوند، به عبارتی دیگر نان سفت تر می‌شود ولی در صورت استفاده از آنزیم آمیلاز به علت کاهش قدرت تورم نشاسته یا ممانعت از تشکیل پیوندهای عرضی بین پروتئین و گلوتن تحت تاثیر این آنزیم، سفتی و بیاتی نان کندتر می‌شود (5). همچنین شکل (15) نشان می‌دهد استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز سبب تازه تر ماندن نان پس از 48 و 72 ساعت نسبت به نمونه نان شاهد شده است ولی تفاوت بین آنها در سطح 5 درصد معنی دار نمی‌باشد.



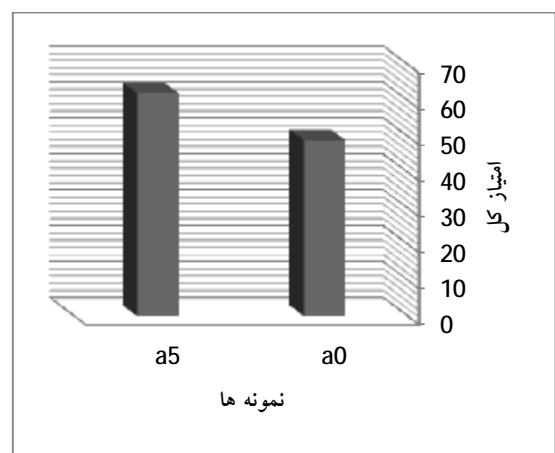
شکل 15- نمودار مربوط به بیاتی نان (a0) نشان دهنده نمونه شاهد و a5 نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می‌باشد).

#### 4- نتیجه گیری

نتایج حاصل از آزمونهای انجام شده بر روی خمیر نان تست نشان می‌دهد که افزودن آنزیم آلفا آمیلاز سبب کاهش مقاومت خمیر و افزایش درجه سستی آن می‌شود و هر قدر میزان استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز افزایش یابد سست شدن خمیر نیز بیشتر خواهد شد ولی نتایج آزمونهای انجام شده بر روی نان، نشان می‌دهد که افزودن این آنزیم سبب بهبود ویژگیهای کیفی نانهای حجیم شده است. به نحوی که افزودن این آنزیم می‌تواند سبب بهبود رنگ پوسته نان، قابلیت جویدن نان، تناسب شکل، عطر و بو و بافت نان نسبت به نمونه نان شاهد (بدون استفاده از آنزیم) گردد همچنین نتایج به دست آمده از آزمون حساسی بیاتی نان نشان دهنده به تعویق افتادن بیاتی نان تحت تاثیر این آنزیم است. در نتیجه می‌توان با استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز بسیاری از نواقص نان را که ناشی از کمبود این آنزیم در آرد می‌باشد جبران نمود ولی لازم است قبل از افزودن این آنزیم به آرد میزان مورد نیاز آن توسط دستگاه فالینگ نامبر مشخص گردد در غیر این صورت افزودن این آنزیم به آرد



شکل 13- نمودار مربوط به عطر و بوی نان (a0) نشان دهنده نمونه شاهد و a5 نشان دهنده آرد حاوی 5 ppm آنزیم آلفا آمیلاز می‌باشد).



شکل 14- نمودار مربوط به حجم مخصوص نان (a0) نشان دهنده نمونه شاهد و a5 نشان دهنده آرد حاوی 5ppm آنزیم آلفا آمیلاز می‌باشد).

#### 3-4-3- نتایج ارزیابی حسی بیاتی نان تست

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از ارزیابی حسی بیاتی نان توسط روش آماری چند دامنه ای دانکن (شکل 15) نشان می‌دهد تفاوت معنی داری بین نمونه شاهد و نمونه حاوی 5PPM آنزیم آلفا آمیلاز پس از 24 ساعت وجود دارد به نحوی که افزودن آنزیم آلفا آمیلاز سبب به تعویق انداختن بیاتی نان شده است. یکی از عوامل موثر در سفتی و بیاتی نان، گلوتن و نسبت آن با نشاسته است که در ایجاد تغییرات الاستیکی در حین ماندگاری نان تاثیر زیادی دارند به این ترتیب که در حین پخت پس از تورم شدن مغز نان، پیوندهای عرضی مابین نشاسته (فاز غیر پیوسته) و گلوتن (فاز پیوسته) تشکیل می‌شود و در طی نگهداری نان به

11-Bordei D .2005. Modern technology of bread manufacturer . AGIR Publishing House Bucharest.

12-Hyunkim J, Maeda T, Morita N.2006. Effect of fungal amylase on the dough properties and bread quality of wheat flour substituted with polished flours. *Food Research International* , 39: 117-126.

13-Jascanu V, Stefoane ED. 2006. The influence of Clarase and hemicellulose over the 650 flour type. *Seria F Chemistry* ,9:73-80.

14-Khalil AH ,Mansour EH, Dawoud FM.2000.Influence of malt on rheological and baking properties of wheat- cassava composite flours. *Lebensmittel- Wissenschaft Und-Technologie*,33: 159-164.

15- Marz SM. 1960. Bakery technology and engineering. The AVI publishing company. INC.

16-Popper L.2008.Enzymes best friends of flours the millers little helpers. Muhlen Chemie GmbH

17-Prabhansankar P, Indrani D, Jyotsna R, Rao GV.2004. Influence of enzymes on rheological microstructure and quality characteristics of Parota – an unleavened Indian flat bread. *Food Agriculture*, 84: 1989-2144.

18-Wang M , Vliet TV, Hamer RJ . 2005 . Interaction of water unextractable solids and Xylanase with gluten protein . *Journal of Cereal Science* , 41: 251-258 .

19-Whitehurst RJ,Oort MV.2010.Enzymes in Food Technology .2th edn ,India :John Wiley Sons Publishing, PP 388.

20-Zeng J,Gao H,Li G,Liang X.2011.Alpha amylase and glucose oxidase as promising improver for wheat bread. Proceeding of 4<sup>th</sup> International Conference on Computing, Phuket Island, 25-27 april, PP 522-524.

می تواند سبب سست شدن بیش از حد خمیر شود و کار کردن با خمیر را مشکل و نیز سبب هدر رفتن خمیر شود. در این تحقیق میزان 5 PPM آنزیم آلفا آمیلاز بعد از انجام آزمون فالینگ نامبر به عنوان میزان بهینه جهت بهبود فعالیت آمیلازی آرد انتخاب گردید.

#### 5- منابع

- 1-ایران نژاد ح ، شهپازیان ن. 1383. زراعت غلات . چاپ اول . تهران : کارنو، 272 صفحه.
- 2- ایران نژاد ن . 1387. در مورد نان تست. قابل دسترسی در : [http:// www. Portablekhabar.com](http://www.Portablekhabar.com)
- 3-بی بی نام . 1388. کیفیت گندم برای پخت نان. قابل دسترسی در : [http:// www. Breeder.blogfa.com](http://www.Breeder.blogfa.com) [تاریخ دسترسی، مهر، 1388].
- 4-حجتی م . 1381 . تاثیر فعالیت آلفا آمیلازی آرد گندم بر کیفیت نان باگت . پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- 5-رجب زاده ن. 1389. فن آوری تهیه نان و مدیریت تولید آن . چاپ اول . تهران : موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران ، 848 صفحه.
- 6-غیور اصلی م ، خداپرست م . کریمی م . 1387 . تاثیر آلفا آمیلاز و اسید آسکوربیک بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل . پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، 54-46.
- 7-فیضی پورا، اردبیلی م ، تسلیمی ا . 1383 . تعیین عدد فالینگ مطلوب برای آرد نانهای بربری و لواش و بررسی اثر آن بر روی کیفیت نانهای تولیدی . فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران ، 2 : 45-55.
- 8- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1381. ویژگیها و روشهای آزمون آرد گندم ، شماره 103، تجدید نظر چهارم.
- 9-مطلبی غ . 1382. بررسی اثرات مالت گندم و آرد سویا روی کیفیت نان حجیم . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- 10- AACC. 2012. Approved Methods of Analysis of the American Association of Cereal Chemists, St paul, Minnesota, USA.