

## تأثیر دما و زمان پخت بر کیفیت و سرعت بیاتی نان تافتون

مسعود قنبری و محمد شاهدی<sup>\*۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۸۵/۷/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۹)

## چکیده

پخت نان قطعاً یکی از مهم‌ترین مراحل تهیه نان است. شرایط مختلف تنور مانند دما و زمان پخت تأثیر بسیار زیادی در کیفیت و نگهداری نان خواهد داشت. هدف از این تحقیق بررسی اثر تغییر دما و زمان پخت بر کیفیت و نگهداری نان است. در این تحقیق تأثیر سه سطح زمان و دمای پخت بر کیفیت و نگهداری نان تافتون مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای حرارتی عبارتند از: ۱- دمای زیر و روی نان به ترتیب  $300^{\circ}\text{C}$  و  $280^{\circ}\text{C}$  و زمان سه دقیقه و بیست ثانیه، ۲- دمای زیر و روی نان به ترتیب  $300^{\circ}\text{C}$  و  $350^{\circ}\text{C}$  و زمان دو دقیقه و سی ثانیه، ۳- دمای زیر و روی نان به ترتیب  $350^{\circ}\text{C}$  و  $380^{\circ}\text{C}$  و زمان ۲ دقیقه. روی تمامی نمونه‌ها آزمایش‌های تعیین رطوبت، میزان نشاسته محلول و بیاتی انجام شد. نتایج حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد ( $\alpha = 0.05$ ) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد نان‌هایی که در شرایط مختلف حرارتی پخت شدند، دارای تفاوت معنی‌داری در مقدار رطوبت هستند. نان‌هایی که در زمان طولانی و دمای کمتر پخت شدند دارای کمترین مقدار رطوبت هستند. نتایج ارزیابی مقدار نشاسته محلول در نان‌ها نشان می‌دهد با افزایش مدت زمان و کاهش دمای پخت میزان نشاسته محلول در نان افزایش می‌یابد. نتایج آزمون بیاتی نشان می‌دهد که میزان بیاتی در نان‌هایی که در شرایط مختلف تنور پخت شدند، تفاوت معنی‌داری با هم دارند. میزان بیاتی در نان‌هایی که در زمان کم و دمای بالا پخت شدند کمتر از نمونه‌های دیگر است.

واژه‌های کلیدی: تنور، پخت، تافتون، بیاتی، دما، زمان

## مقدمه

مشکل کیفیت نان ایرانی و ضایعات آن از مسائلی است که اهمیت آن بر کسی پوشیده نیست. میزان ضایعات نان بر اساس گزارش سازمان غله کشور حدود ۳۰٪ و براساس گزارش وزارت کشاورزی حدود ۳۵٪ برآورد شده است. که این ضایعات عمدتاً در نتیجه فرایند تولید غیر اصولی و ناصحیح به وجود می‌آید (۱). یکی از دلایل دور ریز نان، کیفیت پخت آن می‌باشد که

بستگی زیادی به خصوصیات تنور دارد. پخت نامناسب نان می‌تواند باعث عیوب زیادی در نان از جمله خمیری شدن، ایجاد بو، مزه و رنگ نامطلوب، سوختگی، آلوده شدن با باقی مانده‌های مواد سوختی و بیاتی زودرس گردد (۱).

تنظیم دمای مناسب تنور، یکی از عوامل موثر در تازه ماندن نان می‌باشد. افزایش مدت زمان پخت باعث خشک شدن نان و تشکیل پوسته ضخیم شده و سرعت بیاتی را افزایش می‌دهد. چنانچه

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد (در حال حاضر مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی) و استاد علوم و صنایع غذایی،

دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahedim@cc.iut.ac.ir

نان را کاهش داده و به طور قابل توجهی قشر رویی و زیر نان بلدی را سیاه کرده است (۹).

تحقیقات زیادی در مورد تأثیر حرارت و زمان بر بیاتی انجام گرفته است. اسکوچ و فرنچ در سال ۱۹۴۷ تئوری خود را در مورد بیاتی نان اظهار کردند. طبق نظر آنها، در طی پخت گرانول‌های نشاسته متورم شده و قسمتی از آمیلوز، از گرانول نشاسته خارج می‌شود و آمیلوپکتین منبسط می‌شود. نان تازه دارای گرانول‌های نرم و قابل انعطاف است که در یک شبکه ژل محکم آمیلوز قرار دارند. آنها سفتی نان در طی نگه‌داری را به تغییراتی که در آمیلوپکتین در دانه نشاسته ایجاد می‌شود نسبت دادند. در طی نگه‌داری نان بین مولکول‌های آمیلوپکتین پیوند ایجاد می‌شود. ژلی که گرانول‌ها را فرا گرفته، سفت و به تدریج سخت می‌شود. نان سفت می‌شود. این تئوری تا چند سال پیش به عنوان یک واقعیت پذیرفته شده بود. اما این تئوری فقط نقش نشاسته را نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر محققان زیادی نشان دادند که سفتی نان تنها مترادف با تغییر وضعیت نشاسته نیست. چیزی که در نظر گذشته طرح نشده است، نقش گلوتن است (۱۰).

پونته و همکاران در ۱۹۶۲ و ملکی نشان دادند که سرعت سفتی نان به کیفیت پروتئین آرد نیز بستگی دارد (۶ و ۸). به‌طور کلی عواملی چون کیفیت آرد (مقدار گلوتن، فعالیت آلفا آمیلازی، درصد سبوس و مقدار صمغ‌های موجود در آرد) و ترکیبات بهبود دهنده مثل امولسیفایرها و روغن قنادی بر سرعت بیات شدن نان موثر است.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از مخلوط آرد نانوائی تهیه شده از کارخانه جرحه اصفهان و آرد حاصل از گندم رقم روشن به نسبت وزنی ۷۰ درصد آرد خبازی دارای درجه استخراج ۹۳/۵ درصد و ۳۰ درصد آرد روشن استفاده شد. با توجه به این‌که آرد روشن سبوس‌گیری شده بود از مخلوط دو آرد، آردی با درصد استخراج ۸۸-۸۵ به دست آمد. با توجه به این‌که فعالیت آلفا

حرارت ابتدای تنور بالا باشد و سپس کاهش یابد یا به عبارت دیگر، ابتدا چانه را در قسمتی از تنور که حرارتش بالاتر است قرار دهیم، پوسته بهتر تشکیل شده و این امر در تازه ماندن نان اثر می‌گذارد.

حرارت بالای تنور، باعث تیرگی رنگ پوسته به خصوص سطح زیرین که در تماس مستقیم با سطح داغ است، می‌شود (۲).

دما و زمان پخت بر میزان ژلاتینه شدن نشاسته در طی پخت مؤثر هستند. فریدی و ربتالر در ۱۹۸۴ تأثیر زمان و دمای پخت را بر میزان ژلاتینه شدن و بیاتی نان بلدی مصری (یک نوع نان مسطح) در تنورالکتریکی بررسی کردند. طبق یافته‌های آنها، نانی که در دمای بالاتر و زمان کمتر پخت شود، نسبت به نانی که در دمای کمتر و زمان طولانی‌تر پخت می‌شود، از کیفیت بهتری برخوردار خواهد بود. زمان بیشتر و دمای پایین‌تر باعث تولید نان‌های خشک‌تر می‌شوند. همچنین گزارش کردند که قشر نان نیز در این مورد نامطلوب بود. نان‌ها در شرایط دما و زمان متفاوتی پخت شدند:  $54^{\circ}\text{C}$  و یک دقیقه،  $415^{\circ}\text{C}$  و دو دقیقه  $370^{\circ}\text{C}$  و سه تا چهار دقیقه،  $260^{\circ}\text{C}$  و شش تا هفت دقیقه. مشاهده شد که بین سرعت بیاتی و ژلاتینه شدن نشاسته رابطه مثبتی وجود دارد. مقدارنشاسته ژلاتینه شده در نانی که در شرایط حرارتی متوسط ( $370^{\circ}\text{C}$  و سه تا چهار دقیقه) پخت شد، بیشتر از بقیه نمونه‌ها بود. در این دما و زمان شرایط دما و رطوبت برای ژلاتینه شدن بهتر از سایر حالت‌ها گزارش شد. این نان بعد از پخت و همچنین در طی نگه‌داری سفت‌تر از نان‌های دیگر بود (۳).

همین محققان در آزمایشی دیگر، گزارش دادند که نان پیتایی (یک نوع نان مسطح هندی) که در  $480^{\circ}\text{C}$  و  $90$  ثانیه پخت شد، نسبت به نانی که در  $260^{\circ}\text{C}$  و چهار تا شش دقیقه پخت شده از نظر کیفیت برتری قابل توجهی داشت. زمان طولانی‌تر و دمای پایین‌تر باعث سفت و خشک شدن مغز نان می‌شود (۴).

سمائی و تسن در ۱۹۸۱ گزارش کردند که افزایش دما از  $288$  به  $343^{\circ}\text{C}$  در مدت زمان ثابت چهار دقیقه، وزن قرص

دقیقه و بیست ثانیه،

۲- دمای زیر نان  $300^{\circ}\text{C}$  دمای روی نان  $350^{\circ}\text{C}$  به مدت دو دقیقه و سی ثانیه،

۳- دمای زیر نان  $350^{\circ}\text{C}$  و دمای روی نان  $380^{\circ}\text{C}$  به مدت دو دقیقه. دمای زیر و روی نان توسط دو ترموکپل اندازه‌گیری شد.

روی تمامی نمونه‌ها آزمون تعیین ماده خشک (با رطوبت) انجام گردید. جهت اندازه‌گیری رطوبت حدود  $50^{\circ}\text{C}$  گرم نمونه توزین شد و به ذرات ریز تبدیل گردید این ذرات نان در معرض هوای آزاد قرار گرفت. پس از خشک شدن در هوای آزاد نمونه‌ها به وسیله آسیاب آزمایشگاهی کاملاً خرد و یک‌نواخت شدند. از این نمونه حدود  $5$  گرم توزین شد و در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد به مدت  $3$  تا  $4$  ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. درصد ماده خشک از فرمول زیر به دست آمد:

$$[1] \quad \frac{B \times C}{A} \quad \text{درصد ماده خشک}$$

A: وزن نان اولیه ( $50$  گرم)

B: وزن نان خشک‌شده در معرض هوای آزاد

C: درصد ماده خشک در نمونه خشک‌شده در معرض هوا.

آزمون تعیین رطوبت در  $5$  تکرار انجام شد. برای تعیین نشاسته محلول در نان دو گرم نان توزین و توسط مخلوط‌کن با  $100$  میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و به صورت سوسپانسیون درآمد. سوسپانسیون حاصل در ظرفی ریخته شد و برای چند دقیقه بدون حرکت نگه داشته شد. سپس حدود  $30$  میلی‌لیتر از محلول شفاف روی ظرف سانتریفوژ گردید و یک میلی‌لیتر از محلول صاف‌شده با  $10$  میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر محلول یدین ( $2$  گرم یدید پتاسیم و  $0.2$  گرم ید در  $100$  میلی‌لیتر آب مقطر) مخلوط شدند. مقدار جذب این محلول در طول موج  $590$  نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (کام اسبک دوام ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد (۵).

غلظت نشاسته محلول با توجه به منحنی نمونه استاندارد نشاسته محلول اندازه‌گیری شد. برای تعیین منحنی استاندارد

آمیلازی آرد خبازی زیاد بود با افزایش  $30$  درصد آرد روشن با فعالیت آلفا آمیلازی کم، فعالیت آلفا آمیلازی آرد مخلوط تنظیم گردید، به نحوی که عدد فالینگ آن حدود  $250$  باشد. آرد مورد استفاده در طی زمان مصرف در دمای پایین نگه‌داری شد، مقادیر رطوبت، خاکستر، گلوتن و پروتئین آرد توسط روش‌های (American Associated Cereal Chemistry-AACC) اندازه‌گیری شد. مواد مختلف تشکیل دهنده خمیر به صورت درصد بر پایه آرد مصرفی عبارت‌اند از:

آرد  $100$  درصد، آب  $70$  درصد، نمک  $2$  درصد، مخمر  $1/5$  درصد، شکر  $5/0$  درصد، برای تهیه خمیر از روش مستقیم استفاده شد. در این روش آرد و کلیه مواد اولیه درون ظرف مخلوط کن (مدل هویارت  $100\text{-C}$ ) ریخته شد و خمیر طی یک مرحله و یکجا تهیه و آماده گردید. اختلاط به مدت  $3-5$  دقیقه انجام شد. سپس خمیر به مدت  $1/5$  ساعت در دمای  $30-32^{\circ}\text{C}$  نگه‌داری شد تا استراحت اولیه را بگذارند، سپس چانه‌گیری شده و چانه‌ها به مدت  $10$  دقیقه تخمیر میانی را گذارند. بعد از این مدت چانه‌ها را فرم داده و بعد از  $5$  دقیقه تخمیر نهایی پخت انجام شد. برای پخت نان از فرآیند آزمایشگاهی استفاده شد. این فرآیند دارای دو شعله یکی در بالا و دیگری در پایین بود. فرهم‌چنین دارای سینی‌هایی بود که موقعیت آنها در درون فر قابل تغییر بود. فر دارای درب شیشه‌ای و یک لامپ حبابی در درون بود که توسط آن افزایش حجم و تغییر رنگ خمیر مشاهده می‌شد. با قرار دادن سینی پخت در سه موقعیت مختلف نان‌ها در سه دمای مختلف پخت شدند با توجه به شرایط معمول پخت برای نان تافتون در این طرح از  $3$  شرایط مختلف حرارت و زمان برای تهیه نان استفاده شد. با افزایش درجه حرارت تنور، جهت حفظ کیفیت مطلوب نان و جلوگیری از سوختگی نان باید زمان پخت را کاهش داد. به همین دلیل در این طرح، شرایط پخت طوری انتخاب شده‌اند که با افزایش درجه حرارت، زمان پخت کاهش یابد. هر کدام از شرایط پخت (درجه حرارت و زمان مشخص) یک تیمار در نظر گرفته شده‌اند. در نتیجه هر کدام از این سه شرایط یک تیمار در نظر گرفته شد:

۱- دمای زیر نان  $300^{\circ}\text{C}$  و دمای روی نان  $280^{\circ}\text{C}$  به مدت  $3$

و آرد روشن در جدول ۱ آمده است. نان‌های حاصل دارای ضخامتی حدود ۶/۱۴ میلی‌متر بودند.

یکی از نظریه‌های که در مورد علت بیات شدن نان وجود دارد این است که نان در اثر ماندن آب خود را از دست داده و خشک می‌شود و از دست دادن آب موجب بیات شدن نان می‌شود. اسکوچ و فرنچ در سال ۱۹۴۷ گزارش کردند که در طی پخت، گرانول‌های نشاسته متورم می‌شوند. قسمتی از آمیلوز از گرانول خارج می‌شود و امیلوپکتین درون گرانول متورم می‌شود. هرچه مقدار آب کمتر باشد تورم آمیلوپکتین کمتر خواهد شد. نان تازه دارای گرانول نرم و منعطف است که در یک شبکه ژل سفیدی از آمیلوز محصور گشته است. آنها سفت شدن نان در طی نگهداری را به از دست دادن آب و تغییر در آمیلوپکتین درون گرانول نسبت داده‌اند. اگر چه امروزه در مورد علت بیاتی نان نظرات مختلفی مطرح می‌گردد که نقش آب را در بیاتی چندان مهم نمی‌دانند، نمی‌توان از نقش مقدار آب در این مورد صرف نظر کرد. در این راستا یکی از آزمایش‌ها که در این تحقیق انجام شد تعیین ماده خشک نان‌هایی بود که در شرایط مختلف حرارتی پخت شدند. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که نانی که در کمترین دما و بیشترین زمان پخت شده است دارای بیشترین ماده خشک است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که مقدار ماده خشک نان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با هم دارند. با توجه به جدول فوق همه تیمارها باهم تفاوت معنی‌داری دارند.

همان‌طور که اشاره شد یکی از نظریه‌های جدید در مورد بیاتی نان آن است که بر هم کنش بین نشاسته و پروتئین در نان سهم عمده‌ای در پیشرفت بیاتی دارد. در طی پخت نان مقدار زیادی از نشاسته ژلاتینه می‌شود و ممکن است در اثر شدت حرارت تنور حتی مقداری از نشاسته به صورت محلول درآید. چون مولکول‌های نشاسته با مولکول‌های پروتئین واکنش می‌دهند، احتمال می‌رود در نمونه‌هایی که نشاسته محلول بیشتری دارد واکنش بیشتری رخ دهد (۳).

نشاسته محلول، مقادیر ۰/۰۱، ۰/۰۱۵۰، ۰/۰۲، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۳ گرم از نشاسته محلول توزین شد و در یک ارلن به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. مقدار جذب هر نمونه توسط اسکپتروفوتومتر دو فام اندازه‌گیری شد. بر اساس غلظت نمونه استاندارد و جذب خوانده شده از دستگاه، منحنی استاندارد نشاسته محلول رسم گردید. آزمون تعیین نشاسته در ۵ تکرار انجام شد. آزمون بیاتی با استفاده از تست پانچر به کمک دستگاه اینستران (مدل ۱۱۴۰ ساخت انگلستان) انجام شد. نحوه این آزمایش بدین صورت بود که ابتدا یک پروب استوانه‌ای شکل روی دستگاه نصب و سپس دستگاه کالیبره گردید. نمونه مورد آزمایش (یک قطعه نان) بعد از تعیین ضخامت در جایگاه مخصوص روی دستگاه قرار داده شد. با روشن شدن دستگاه پروب استوانه‌ای شکل فولادی با قطر یک اینچ، به داخل نمونه نفوذ کرده، سپس دستگاه با رسم یک منحنی، میزان نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به داخل نان را نشان داد. هر چه نان به سمت بیاتی (سفت شدن) پیش رفته بود، این عدد بیشتر شد. به کمک فرمول زیر میزان بیاتی نان ارزیابی گردید.

$$S = \frac{F}{\pi DT} \quad [2]$$

که در آن S بیشینه تنش برش (بر حسب گرم بر سانتی‌متر مربع)، F نیرویی که اعمال می‌شود (گرم)، D قطر پروب (سانتی‌متر)، T ضخامت نمونه (سانتی‌متر) است. در این تحقیق ارزیابی نان از نقطه نظر میزان سفتی (میزان نفوذ پروب به داخل نان) در سه مرحله بلافاصله پس از پخت، ۲۴ ساعت پس از پخت و ۴۸ ساعت پس از پخت انجام گردید. نان پس از پخت در کیسه‌های پلی‌اتیلن و در دمای اتاق (۲۵°C) نگهداری شد. آزمون تعیین میزان بیاتی در ۳ تکرار انجام شد. در این تحقیق تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها و بررسی اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

## نتایج

نتایج آزمایش‌های شیمیایی بر روی دو نوع آرد نانوائی اصفهان

جدول ۱. نتایج آزمایش‌های شیمیایی آرد بر پایه خشک

| نوع آرد           | رطوبت (درصد) | خاکستر (درصد) | پروتئین (درصد) | گلو تن مرطوب (درصد) |
|-------------------|--------------|---------------|----------------|---------------------|
| آرد نانویی اصفهان | ۱۶/۴۱        | ۱/۲۶          | ۱۱/۷۷          | ۳۲/۶                |
| آرد روشن          | ۹/۶۷         | ۱/۹۷          | ۱۱/۲۳          | ۲۵/۶                |

جدول ۲. تأثیر شرایط دما و زمان بر مقدار ماده خشک نان

| تیمار   | مقدار ماده خشک (درصد) |
|---|-----------------------|
| ۱- دمای پخت نان زیر ۳۰۰ و رو °C ۲۸۰ سه دقیقه ۲۰ ثانیه | SD=۱/۴۱ ۷۹/۱۷۹        |
| ۲- دمای پخت نان زیر ۳۰۰ و رو °C ۳۵۰ دو دقیقه ۳۰ ثانیه | SD=۱/۱۲ ۷۶/۲۷         |
| ۳- دمای پخت نان زیر ۳۵۰ و رو °C ۳۸۰ دو دقیقه          | SD=۱/۱۸ ۶۹/۸۹۱        |

جدول ۳. تجزیه واریانس مربوط به تأثیر شرایط دما و زمان بر مقدار ماده خشک نان

| منابع تغییر | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | عدد F    |
|-------------|------------|--------------|----------------|----------|
| تیمار       | ۲          | ۲۲۵/۷۲۲      | ۱۱۲/۸۶۱        | ۲۶/۹۹۶** |
| خطا         | ۱۲         | ۵۰/۱۶۸       | ۴/۱۸۱          |          |
| کل          | ۱۴         | ۲۷۵/۸۹       |                |          |

\*\* : معنی دار (R &lt; ۰/۰۱)

جدول ۴. نتیجه آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌های مقادیر مواد خشک برای تیمارهای مختلف

| تیمارها    | ۱                   | ۲                  | ۳                   |
|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| میانگین‌ها | ۷۹/۱۷۹ <sup>a</sup> | ۷۶/۲۷ <sup>b</sup> | ۶۹/۸۹۱ <sup>c</sup> |

جدول ۵ نشان می‌دهد نانی که در بیشترین زمان و کمترین دما پخت شده دارای بیشترین مقدار نشاسته محلول است و این مقدار در نانی که در کمترین زمان و بیشترین دما پخت گردیده به حداقل رسیده است. لازم به ذکر است که نتایج حاصل از این آزمایش با بررسی‌های جیووانلی در سال ۱۹۹۷ همخوانی دارد (۵).

همان‌طور که گفته شد، آزمون بیاتی به کمک دستگاه اینستران در سه زمان صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از پخت انجام شد و نتایج حاصل نشان می‌دهد که میزان سفتی بلافاصله پس از پخت در نان‌هایی که در بیشترین زمان و

کمترین دما پخت شدند کمتر از نمونه‌های دیگر بود اما تفاوت معنی‌داری با نمونه‌هایی که در شرایط متوسط دما و زمان پخت شدند ندارد. تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها در میزان بیاتی پس از ۲۴ ساعت وجود دارد. پایین‌ترین عدد ماکزیم تنش برشی مربوط به نمونه‌ای است که در شرایط بیشترین دما و کمترین زمان پخت شد. نتایج جداول ۶ و ۷ نشان می‌دهد که پس از ۴۸ ساعت، بالاترین عدد بیشینه تنش مربوط به نمونه‌ای است که در بیشترین زمان و کمترین دما پخت شده است و نمونه‌ای که در کمترین زمان و بیشترین دما پخت شده است دارای پایین‌ترین

جدول ۵. تأثیر شرایط دما و زمان بر مقدار نشاسته محلول در نان

| تیمار  | مقدار نشاسته محلول میلی گرم / گرم نان | SD      |
|--|---------------------------------------|---------|
| ۱- دمای پخت نان زیر ۳۰° و رو ۲۸° C سه دقیقه ۲۰ ثانیه | ۱۲/۳                                  | SD=۰/۸۵ |
| ۲- دمای پخت نان زیر ۳۰° و رو ۳۵° C دو دقیقه ۳۰ ثانیه | ۹/۵۱                                  | SD=۰/۶۷ |
| ۳- دمای پخت نان زیر ۳۵° و رو ۳۸° C دو دقیقه          | ۵/۹                                   | SD=۰/۳۲ |

جدول ۶. تأثیر شرایط دما و زمان بر میزان بیاتی، ۴۸ ساعت پس از پخت

| تیمار  | متوسط میزان بیاتی (گرم بر سانتی متر مربع) | SD      |
|--|---|---------|
| ۱- دمای پخت نان زیر ۳۰° و رو ۲۸° C سه دقیقه ۲۰ ثانیه | ۸۳۱/۹۲۱                                   | SD=۲۴/۹ |
| ۲- دمای پخت نان زیر ۳۰° و رو ۳۵° C دو دقیقه ۳۰ ثانیه | ۶۱۲/۸۱۷                                   | SD=۲۱/۴ |
| ۳- دمای پخت نان زیر ۳۵° و رو ۳۸° C دو دقیقه          | ۴۴۹/۵۳۶                                   | SD=۱۳/۵ |

جدول ۷. تجزیه واریانس مربوط به تأثیر شرایط دما و زمان بر میزان بیاتی ۴۸ ساعت پس از پخت

| منابع تغییر | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | عدد F |
|-------------|------------|--------------|----------------|-------|
| تیمار       | ۲          | ۲۲۰۰۸۸۴/۸    | ۱۱۰۴۴۲/۴       | ۵/۹۰۷ |
| خطا         | ۶          | ۱۱۲۱۸۸       | ۱۸۶۹۷/۹۳۳      |       |
| کل          | ۸          | ۳۳۳۰۷۲/۸     |                |       |

جدول ۸. نتیجه آزمون دانکن مربوط به تأثیر شرایط دما و زمان بر میزان بیاتی، ۴۸ ساعت پس از

پخت (تیمارهای دارای حرف مشترک تفاوت معنی داری با هم ندارند)

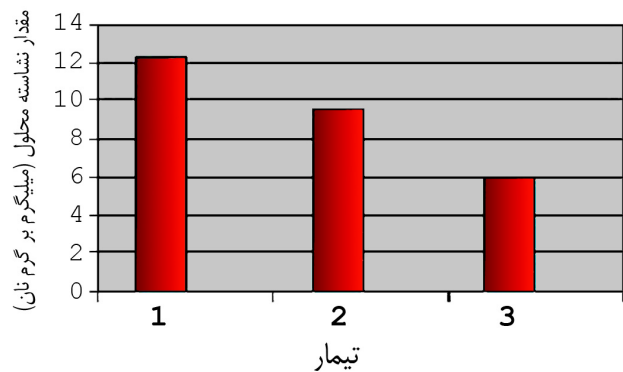
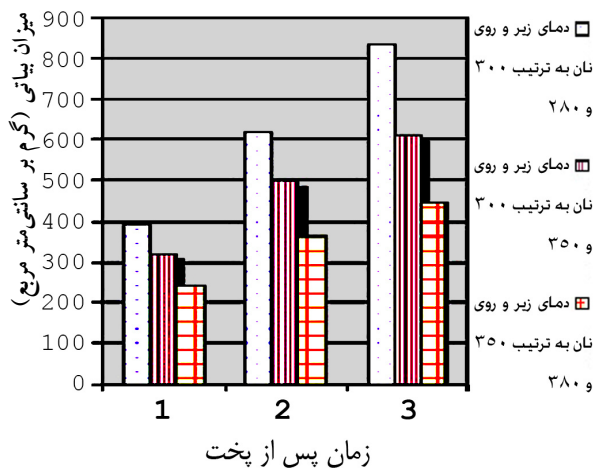
| تیمارها    | ۱                    | ۲                    | ۳                    |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| میانگین‌ها | ۴۴۹/۵۳۶ <sup>a</sup> | ۶۱۲/۸۱۷ <sup>b</sup> | ۸۳۱/۹۲۱ <sup>b</sup> |

متفاوت پخت شدند نشان می‌دهد که با طولانی شدن مدت زمان پخت رطوبت نان کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند بیاتی نان را افزایش دهد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان نشاسته محلول در نان نشان می‌دهد که با افزایش مدت زمان و کاهش درجه حرارت تنور، مقدار نشاسته محلول در نان زیاد می‌شود که می‌تواند منجر به افزایش میزان بیاتی در نان گردد. نتایج حاصل از آزمون بیاتی مویید این مطلب است که استفاده از دمای

عدد بیشینه تنش برشی است و تفاوت معنی داری با نمونه قبلی دارد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین میزان بیاتی تیمارها به روش دانکن در جدول ۸ آمده است.

با توجه به بررسی‌ها و آزمایش‌های انجام شده در مورد تأثیر دما و زمان بر کیفیت نان نتایج زیر حاصل شده است. نتایج حاصله از مقدار ماده خشک نان‌هایی که در شرایط حرارتی



نمودار ۲. مقایسه اثر شرایط دما و زمان بر میزان بیاتی (۱: بلافاصله پس از پخت، ۲: ۲۴ ساعت پس از پخت، ۳: ۴۸ ساعت پس از پخت)

نمودار ۱. مقایسه اثر شرایط دما و زمان بر مقدار نشاسته محلول (۱: دمای پخت زیر و روی نان به ترتیب  $300^{\circ}\text{C}$  و  $280^{\circ}\text{C}$  سه دقیقه ۲۰ ثانیه، ۲: دمای پخت زیر و روی نان به ترتیب  $350^{\circ}\text{C}$  و  $300^{\circ}\text{C}$  دو دقیقه ۳۰ ثانیه، ۳: دمای پخت زیر و روی نان به ترتیب  $350^{\circ}\text{C}$  و  $380^{\circ}\text{C}$  دو دقیقه)

استفاده از دمای زیاد و مدت زمان کم در پخت نان می‌تواند تأثیر مثبتی در میزان سفتی و زمان نگهداری نان داشته باشد (نمودارهای ۱ و ۲).

بالا و زمان کم در پخت نان در کاهش پیشرفت بیاتی موثر است و با افزایش مدت زمان پخت پیشرفت بیاتی در نان سرعت بیشتری خواهد یافت. با توجه به نتایج مذکور می‌توان گفت که

### منابع مورد استفاده

- احمدی ندوشن، م. ۱۳۷۳. تغییر الگوی مصرف و صنعتی کردن تولید نان کشور. مجموعه مقالات اجلاس تخصصی نان. انتشارات انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، تهران.
- رجب‌زاده، ن. ۱۳۷۵. تکنولوژی نان. انتشارات دانشگاه تهران.
- Faridi, H. A. and G.L.Rubenthaler. 1984. Effect of baking time and temperature on bread quality, starch gelatinization and staling of egyption Balady bread. *Cereal Chem.* 61(2):151-154 .
- Faridi, H. A. and G. L. Rubenthaler. 1983. Experimental baking techniques for evaluating pacific North African breads. *Cereal Chem.* 60:74-79.
- Giovanelli, G. and C. Peri. 1997. Effects of baking temperature on crumb – staling kinetics. *Cereal Chem.* 74(6):710-714.
- Maleki, M., J. L.Vetter and W. J. Hoover. 1980. The effect of emulsifiers, sugar, shortening and soya flour on the staling of barbari flat bread. *J. Sci. Food Agric.* 32: 1209-1211.
- Martin, M. L. and K. G. Zeleznak. 1992. A mechanism of bread firming, role of starch swelling. *Cereal Chem.* 68(5): 498 –503 .
- Ponte, J. G., S. T. Titcomb and R. H. Cotton. 1983. Some effects of oven temperature and barley level on bread baking. *Bakers Dig.* 41(3):44.
- Samahy, SK. and C. C. Tsen. 1981. Effects of varing baking temprature and time on the quality and nutritive value of Balady bread. *Cereal Chem.* 58(6): 546-548 .
- Schoch, T. J. and D. French. 1947. Studies on bread staling. *Cereal Chem.* 24:231-249.