بررسی اثر دما و زمان پخت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی نان بربری نیمه حجیم

فریبا نقی‌پور[1]، بهاره صحرائیان[1*]، زهرا شیخ الاسلامی[2]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، گروه علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

[2] عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: 90/11/5 تاریخ پذیرش: 91/3/10

چکیده

کیفیت و ماندگاری نان به عنوان اصلی‌ترین غذای جامعه که از اهمیت خاصی بر سلامت مردم و اقتصاد ملی برخوردار است، ذهن محققان زیادی را به خود جلب کرده است. با توجه به اهمیت دما و زمان پخت در سرعت بیاتی و ضایعات نان، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر دما و زمان پخت بر خواص کمی و کیفی (بافت، رطوبت، فعالیت آبی، حجم، تخلخل، رنگ پوسته و مغز نان و پذیرش کلی) نان بربری نیمه حجیم است که به ترتیب از دمای 150، 180، 210، 240،270 و 300 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 30، 25، 20، 15، 10 و 5 دقیقه استفاده گردید. در این تحقیق به منظور اندازه‌گیری میزان تخلخل و رنگ پوسته و مغز نان، نرم‌افزار Image J مورد استفاده قرار گرفت. بر مبنای نتایج به دست آمده، میزان دما و زمان پخت بر سرعت بیاتی و ماندگاری نان در سطح $P<0.05$ اثرگذار بود و نمونه‌های پخت شده در دماهای 240، 270 و 300 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان‌های 15، 10 و 5 دقیقه نسبت به سایر نمونه‌ها از سرعت بیاتی کم‌تری در طی 72 ساعت پس از پخت برخوردارند. سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده هم در مورد این نمونه‌ها دارای مقبولیت بیش‌تری بود.

واژه‌های کلیدی: نان نیمه حجیم، زمان پخت، دمای پخت، ماندگاری، کیفیت.

[*] مسوول مکاتبه: baharehsahraiyan@yahoo.com

1- مقدمه

نان، یکی از منابع اصلی الگوی غذایی روزانه‌ی مردم به خصوص قشر کم درآمد جامعه است که بخش عمده ای از انرژی، پروتئین و ویتامین‌های مورد نیاز روزانه‌ی بدن را تأمین می‌کند (13). با توجه به پیشرفت‌های فناوری در تولید نان صنعتی و نیاز روز افزون جامعه به محصولات صنایع پخت به ویژه نان، ارتقاء کیفیت، ماندگاری و کاهش ضایعات نان، مساله ای است که سالیان سال، ذهن محققان زیادی را به خود مشغول کرده است. میزان ضایعات نان بر اساس گزارش سازمان غله‌ی کشور، حدود 30 درصد و براساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی، حدود 35 درصد، برآورد شده است که این ضایعات عمدتاً در نتیجه‌ی فرآیند تولید غیراصولی و ناصحیح که منجر به تولید محصولی با بافت سفت و خشک، بو، مزه و رنگ نامطلوب و بیاتی زودرس می‌شود، به وجود می‌آید (1،5). با توجه به مطالعات صورت گرفته در این زمینه، یکی از دلایل ضایعات نان و بیاتی آن، عدم توجه به دما و زمان صحیح پخت است. در همین راستا قنبری و شاهدی (1387) در پژوهشی به مطالعه‌ی تأثیر دما و زمان پخت بر کیفیت و سرعت بیاتی نان تافتون پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داده است که نان‌های پخت شده در شرایط متفاوت دما و زمان دارای اختلاف معنی داری در مقدار رطوبت و سرعت بیاتی بودند و نمونه‌هایی که در زمان زیاد و دمای کم پخت شدند، دارای کم‌ترین میزان رطوبت و بیش‌ترین مقدار سفتی مغز نان هستند (5). در پژوهشی دیگر، قنبری و همکاران (1384) شرایط مناسب پخت برای نان تافتون را مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج به دست آمده از مقدار نشاسته‌ی محلول و سرعت بیاتی هریک از تیمارها نشان داد که نان‌های پخت شده در دمای بالا و زمان کم، دارای کم‌ترین میزان نشاسته‌ی محلول و سفتی مغز نان بودند (6). بهرامی و شاهدی (1383) به بررسی اثر رقم گندم، درجه‌ی استحصال، دما و زمان پخت بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و خواص حسی نان طی نگه داری، پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داده است که رقم گندم و درجه‌ی استحصال آرد می‌تواند به طور معنی داری بر حداکثر تنش برشی موثر باشد. از طرفی، این محققین بیان کرده‌اند که دما و زمان پخت اثر معنی داری بر سفتی بافت نان نداشته است (3). اکرم و همکاران (1377) روند تغییرات دما و رطوبت در فرآیند پخت کیفی نان بربری در تنور الکتریکی را مورد ارزیابی قرار دادند. در پژوهش آن‌ها از سه دمای 215، 230 و 240 درجه‌ی سانتی‌گراد استفاده شد که در نهایت بر اساس آزمون‌های حسی، نان پخت شده تحت شرایط 230 درجه‌ی سانتی‌گراد و مدت زمان 24 دقیقه به عنوان نمونه‌ی مطلوب انتخاب شد (2). تردتای و همکاران (2002) به بهینه سازی دمای پخت نان باگت پرداختند. این محققین دریافتند که استفاده از دمای 115، 130، 156 و 176 درجه‌ی سانتی‌گراد جهت پخت نان باگت در مدت زمان 27/4 دقیقه، کم‌ترین افت را در میزان وزن نمونه‌ها ایجاد می‌کند و رنگ پوسته و لبه‌های کناری نمونه‌های نان در یک سطح قابل قبول است (16). فریدی و روبنتالر (1984) تاثیر زمان و دمای پخت را بر میزان ژلاتینه شدن و بیاتی یک نوع نان مسطح مصری در تنور الکتریکی بررسی نمودند. طبق یافته‌های این محققین، مشخص گردید بین سرعت بیاتی و میزان نشاسته ژلاتینه شده هر یک از نمونه‌ها رابطه‌ی مثبتی وجود دارد و نمونه‌های پخت شده در دمای بالا و زمان کم از کیفیت بالاتری برخوردار هستند. از سوی دیگر، نتایج تحقیق آن‌ها بیانگر آن است که دمای کم و زمان طولانی می‌تواند باعث سفت و خشک شدن بافت مغز نمونه‌ها گردد (11). با توجه به بررسی‌های انجام شده و گسترش روز افزون تولید نان به صورت صنعتی، هدف ار انجام این پژوهش، ارزیابی اثرات دمای پخت در شش سطح 150، 180، 210، 240، 270 و 300 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان پخت در شش سطح 30، 25، 20، 15، 10 و 5 دقیقه بر سفتی مغز نان، میزان حجم، تخلخل، مؤلفه‌های رنگ پوسته و مغز (L*a*b)، رطوبت، فعالیت آبی و ویژگی‌های حسی نان بربری نیمه حجیم است.

2- مواد و روش‌ها

آرد گندم (ستاره) با درجه‌ی استخراج 83 درصد و ویژگی‌های شیمیایی شامل رطوبت (13/6 درصد)، پروتئین (10/3 درصد)، خاکستر (0/64 درصد)، گلوتن خشک (9/3 درصد) و عدد فالینگ (402) از کارخانه‌ی آرد گلمکان مشهد خریداری شد و آرد خبازی (درجه‌ی استخراج 88 درصد) با خصوصیات شیمیایی رطوبت (13/8 درصد)، پروتئین (10/8 درصد)، خاکستر (0/86 درصد)، گلوتن خشک (8/7 درصد) و عدد فالینگ (423) از کارخانه‌ی آسه آرد مشهد تهیه گردید. به منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی هر دو نوع آرد از آزمون استاندارد (AACC، 2000) استفاده شد. در این تحقیق از آرد خبازی و ستاره به ترتیب به میزان 60 و 40 درصد استفاده گردید. فرمولاسیون نان تولیدی حاوی

آرد (3000 گرم)، آب (1650 گرم)، مخمر خشک فعال (60 گرم) (خریداری شده از شرکت خمیرمایه‌ی رضوی، مشهد)، نمک طعام (30 گرم)، شکر (30 گرم) و روغن (30 گرم) بود. همچنین از بهبود دهنده‌ی مخصوص نان‌های نیمه حجیم با آرم تجاری پویش (خریداری شده از شرکت دلسانان، مشهد) به میزان 3 گرم در فرمولاسیون استفاده شد (7). به منظور تولید نان، ابتدا کلیه‌ی مواد اولیه خشک در مخزن همزن (Electra EK-230M) ریخته شد و آب مورد نیاز به آن افزوده گردید و خمیر با 150 دور در دقیقه به مدت 10 دقیقه هم زده شد. روغن فرمولاسیون در دقیقه‌ی ششم پس از تشکیل بافت اصلی خمیر به فرمول، اضافه گردید. پس از تهیه‌ی خمیر، تخمیر اولیه به مدت 30 دقیقه در دمای 25 درجه‌ی سانتیگراد صورت گرفت. سپس، خمیر به قطعات 250 گرمی تقسیم و پس از عمل چانه گیری به منظور سپری شدن زمان تخمیر میانی به مدت 10- 8 دقیقه در دمای اتاق (25 درجه‌ی سانتی‌گراد) قرار داده شد. بعد از طی شدن این مرحله و رول کردن خمیر، تخمیر نهایی در گرمخانه (مجهز به نمایشگر دما و رطوبت) (Zuccihelli Forni, Italy) با دمای 40 درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 80-75 درصد و در مدت زمان 45 دقیقه انجام شد. سپس، عمل پخت در فر گردان با هوای داغ (Zuccihelli Forni, Italy) به ترتیب با دمای 150، 180، 210،240، 270 و 300 درجه‌ی سانتی‌گراد و مدت زمان 30، 25، 20، 15، 10 و 5 دقیقه انجام شد. طبقه‌بندی تیمارها بر اساس دما و زمان پخت مورد بررسی در جدول 1 ارائه گردیده است. پس از سرد شدن (به مدت 20 دقیقه در محیط اتاق تا دمای 25 درجه‌ی سانتی‌گراد)، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کیفی و کمی، بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای اتاق (25 درجه‌ی سانتی‌گراد) نگه داری شدند (4، 8 و 10).

2-1- آزمون ارزیابی بافت

به منظور ارزیابی بافت نان نیمه حجیم صنعتی از بافت سنج QTS [1] مدل CNS Farnell, UK ساخت کشور انگلستان استفاده گردید. بدین طریق، نیروی لازم برای نفوذ یک پروب با انتهای صاف (2/5 سانتی‌متر عرض در 1/8 سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت 30 میلی‌متر در دقیقه به داخل نان محاسبه گردید (Trigger Value: 0.05 N و Target Value: 30 mm) (14). این آزمون 3، 24 و 72 ساعت پس از نگه داری نان در دمای اتاق (25 درجه‌ی سانتی‌گراد) انجام شد و پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی مغز نان بود.

جدول 1- کدگذاری تیمارهای آزمایش

تیمار	دمای پخت (درجه‌ی سانتیگراد)	زمان پخت (دقیقه)
1	150	30
2	180	25
3	210	20
4	240	15
5	270	10
6	300	5

2-2- آزمون رطوبت سنجی

رطوبت مغز هر یک از نمونه‌ها سه ساعت پس از پخت با استفاده از دستگاه رطوبت سنج [2] مدل MX-50A&D Co. Limited, (Tokyo, Japan) محاسبه گردید.

2-3- آزمون اندازه گیری فعالیت آبی

فعالیت آبی هر یک از نمونه‌ها یک و سه روز پس از پخت با استفاده از فعالیت آب‌سنج [3] مدل Novasina ms1-aw Axair Ltd، ساخت کشور سوئیس در دمای 25 درجه‌ی سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید.

2-4- آزمون ارزیابی حجم نان

حجم نان‌های تولیدی سه ساعت پس از پخت، به روش جایگزینی دانه (AACC, 2000) و بر اساس 100 گرم وزن نمونه تعیین گردید. نمونه‌های مورد استفاده، دارای ابعاد یکسان (10×10 سانتی متر) بوده و از مرکز هندسی نان تهیه شدند.

2-5- آزمون ارزیابی میزان تخلخل مغز نان

به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز نان از تکنیک پردازش استفاده شد. بدین منظور، برشی به ابعاد 4 در 4 سانتی‌متر از مغز نان تهیه گردید و به وسیله‌ی اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح 300 پیکسل تصویر برداری شد (شکل 1 الف). تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن

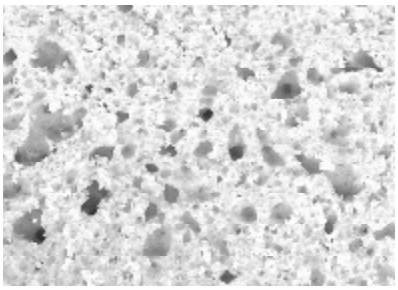
[1] Texture Analyzer

[2] Moisture Analysis

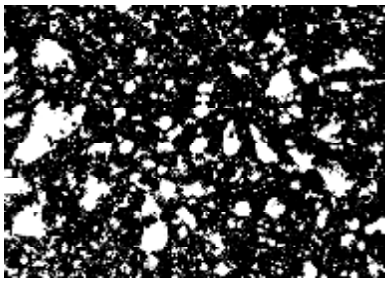
[3] Water activity meter

قسمت 8 بیت[1]، تصاویر سطح خاکستری[2] (شکل 1 ب) ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی[3]، قسمت دودویی نرم افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه ای از نقاط روشن و تاریک است (شکل 1 ج) که محاسبه‌ی نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت، بیش تر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت نان (میزان تخلخل) بیش تراست. در عمل با فعال کردن قسمت آنالیز نرم افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که این آزمون 24 ساعت پس از پخت انجام گرفت (12).

الف



ب



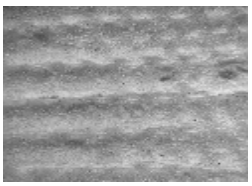
ج

شکل 1- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر مغز نان، ب: نمونه تصویر خاکستری، ج: نمونه تصویر دودویی.

[1] Bit
[2] Gray level images
[3] Binary images

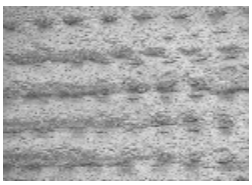
2-6- آزمون ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان

آنالیز رنگ پوسته و مغز نان سه ساعت پس از پخت از طریق تعیین سه شاخص L^*، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می باشد و دامنه‌ی آن از صفر (سیاه خالص) تا 100 (سفید خالص) متغیر است (شکل 2 ب). شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه‌ی آن از 120- (سبز خالص) تا 120+ (قرمز خالص) متغیر است (شکل 2 ج). شاخص *b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه‌ی آن از 120- (آبی خالص) تا 120 + (زرد خالص) متغیر می باشد (شکل 2 د). جهت اندازه گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد 4 در 4 سانتیمتر از مغز نان تهیه گردید (شکل 2 الف) و به وسیله‌ی اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح 300 پیکسل تصویربرداری شد سپس، تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد (15).

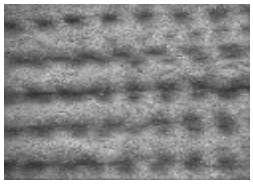


ب

الف



د



ج

شکل 2- نمونه تصویر تبدیل شده: الف: نمونه تصویر پوسته نان، ب: مولفه L^* تصویر، ج: مولفه a^* تصویر، د: مولفه b^* تصویر.

2-7- آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان

خصوصیات حسی نان‌های تولیدی بر اساس روش هدونیک 5 نقطه‌ای بررسی شد. 10 داور از بین افراد آموزش دیده، خصوصیات نان‌های تولیدی را بر اساس پذیرش کلی که شامل پارامترهایی از قبیل طعم و مزه، قابلیت جویدن، سفتی بافت، وضعیت سطح تحتانی و فوقانی و رنگ پوسته بود بر مبنای مقیاس

1-5 (5 بالاترین و 1 کم‌ترین امتیاز) 24 ساعت پس از پخت ارزیابی نمودند.

2-8- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به دست آمده از پژوهش با استفاده از نرم افزار Mstat-c نسخه‌ی 1/42 بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین‌ها سه تکرار هریک از نمونه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری 5 درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

3- نتایج و بحث

3-1- نتایج آزمون ارزیابی بافت

بررسی آماری نتایج حاصل از آزمون بافت سنجی که در جدول 2 آورده شده است، نشان داد که در بین تیمارها اختلاف معنی دار (در سطح آماری 5 درصد) وجود دارد. نمونه‌های پخت شده در دمای 240، 270 و 300 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 15، 10 و 5 دقیقه نسبت به سایر نمونه از میزان سفتی مغز کم تری در طی 72 ساعت پس از پخت برخوردار بودند که این امر را می توان به کاهش از دست دادن رطوبت در طی زمان پخت و سرعت بیاتی کم تر در طی زمان نگه داری نسبت داد. نتایج این پژوهش با نتایج قنبری و همکاران (1387) که گزارش نمودند استفاده از دمای 280 و 300 درجه‌ی سانتی‌گراد جهت پخت نان در کاهش پیشرفت بیاتی و میزان سفتی مغز نان در طی زمان نگه داری مؤثر است، مطابقت دارد.

3-2- نتایج آزمون ارزیابی میزان رطوبت و فعالیت آبی

با توجه به بررسی‌های انجام شده و نتایج به دست آمده از آنالیز آماری (جدول 3) مشخص گردید که با افزایش زمان پخت از 5 دقیقه تا 30 دقیقه، میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش می‌یابد که این امر خود می‌تواند دلیلی بر ایجاد بافتی بیش از اندازه سفت و خشک در نمونه‌های پخت شده در دمای 150 و 180 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 30 و 25 دقیقه نسبت به سایر نمونه باشد. از طرفی با توجه به رابطه‌ی مثبتی که میزان رطوبت با میزان فعالیت آبی دارد، انتظار می‌رود که نمونه‌های پخت شده در دمای کم و زمان زیاد (تیمار 1 و 2) دارای فعایت آبی کم‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها باشند که نتایج این پژوهش گواهی بر این امر است.

3-3- نتایج آزمون ارزیابی حجم و میزان تخلخل مغز نان

نتایج مربوط به ارزیابی حجم و میزان تخلخل مغز نان در جدول 4 ارائه گردیده است. پس از مقایسه‌ی تیمارها مشخص گردید که نمونه‌های پخت شده در دمای 150 و 180 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 30 و 25 دقیقه نسبت به سایر نمونه از حجم و تخلخل کم‌تری برخوردارند. علت این امر را می‌توان به بیش از حد خشک شدن نمونه‌های نان در دما و زمان نامناسب پخت نسبت داد که با نظر قنبری و همکاران (1384) که بیان کردند دمای پایین و زمان طولانی پخت باعث خشک شدن بیش از اندازه و تشکیل پوسته‌ی ضخیم در نان می‌شود، مطابقت دارد.

3-4- نتایج آزمون ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان

نتایج مربوط به ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان با استفاده از تکنیک پردازش تصویر در جدول 5 ارائه گردیده است. پس از مقایسه‌ی تیمارها با توجه به طرح آماری مورد استفاده مشخص گردید که بهترین رنگ به ترتیب مربوط به نمونه‌های پخت شده در دمای 240 و 270 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 15 و 10 دقیقه است. همچنین، نتایج نشان داد که تیمارهای تحت تأثیر دماهای 150، 180 و 210 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان‌های 30، 25 و 20 دقیقه دارای مؤلفه L^* یا میزان روشنایی بالاتری نسبت به سایر تیمارها می باشد و از طرفی با توجه به این که مؤلفه‌ی a^* میزان قرمزی و مؤلفه‌ی b^* میزان زردی را نشان می‌دهد، انتظار می‌رفت که این سه تیمار نسبت به سایر تیمارها از میزان مؤلفه‌ی a^* کم تر و b^* بیش‌تری برخوردار باشند که نتایج موجود گواهی بر این امر است.

از سوی دیگر، نمونه‌ی پخت شده در دمای 300 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 5 دقیقه به دلیل دمای بالای پخت دارای کم‌ترین میزان مؤلفه‌ی L^* و b^* و بیش‌ترین مؤلفه‌ی a^* نسبت به سایر تیمارها بود. بنابراین، می‌توان از نتایج این بخش چنین نتیجه گرفت که نمونه‌های پخت شده در دما و زمان نامناسب به دلیل رنگ بسیار روشن و یا تیره از مقبولیت چندانی برخوردار نیستند و دمای پخت، فاکتور بسیار حائز اهمیت در رنگ محصول نهایی است که این امر به نوبه‌ی خود بر ارزیابی حسی مؤثر خواهد بود.

جدول 2- نتایج ارزیابی سفتی مغز نمونه‌های نان در 3، 24 و 72 ساعت پس از پخت.

تیمار	سفتی مغز نان (نیوتن)		
	3 ساعت پس از پخت	24 ساعت پس از پخت	72 ساعت پس از پخت
1	17/40±0/6[a]	19/21±0/4[b]	22/57±0/5[b]
2	17/43±0/3[a]	19/45±1[a]	22/91±0/4[a]
3	16/72±0/5[b]	18/59±0/7[c]	21/64±0/7[c]
4	15/57±1[d]	17/21±0/4[d]	20/49±0/3[f]
5	15/64±0[cd]	17/22±0/5[d]	20/95±0/4[d]
6	15/69±0/5[c]	17/19±0/4[d]	20/71±1[e]

*حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

جدول 3- نتایج ارزیابی رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های نان.

تیمار	رطوبت (درصد)	فعالیت آبی	
	(3 ساعت پس از پخت)	1 روز پس از پخت	3 روز پس از پخت
1	21/7 ± 0/0[c]	0/971 ± 0/01[c]	0/969 ± 0/05[d]
2	22/0 ± 0/3[bc]	0/974 ± 0/04[bc]	0/971 ± 0/01[c]
3	22/3 ± 0/1[b]	0/978 ± 0/02[b]	0/972 ± 0/01[c]
4	24/5 ± 0/1[a]	0/981 ± 0/03[ab]	0/975 ± 0/01[b]
5	24/5 ± 0/0[a]	0/982 ± 0/01[a]	0/977 ± 0/01[a]
6	24/6 ± 0/1[a]	0/985 ± 0/04[ab]	0/978 ± 0/02[a]

*حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

جدول 4- نتایج ارزیابی حجم و میزان تخلخل مغز نمونه‌های نان.

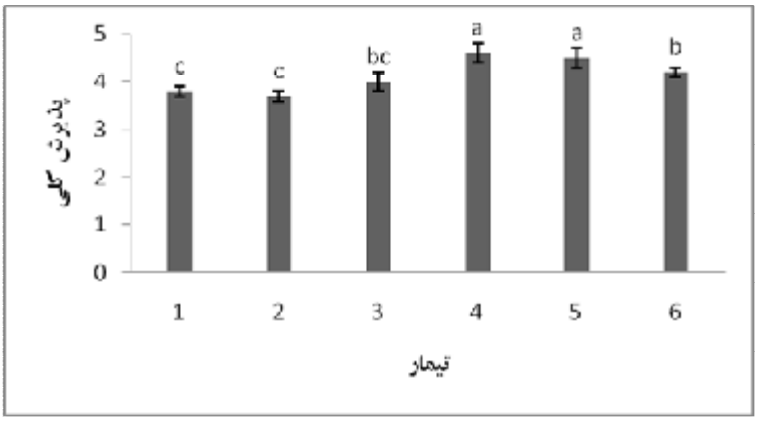
تیمار	حجم ($100/cm^3$گرم نان)	تخلخل (درصد)
1	195 ± 1/0[e]	39/7 ± 0/9[d]
2	199 ± 2/0[d]	41/4 ± 0/5[cd]
3	209 ± 2/0[c]	41/9 ± 0/2[c]
4	230 ± 4/0[a]	51/2 ± 1/1[a]
5	218 ± 2/0[b]	48/9 ± 0/5[b]
6	214 ± 5/0[bc]	49/4 ± 0/5[b]

*حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

جدول 5 - نتایج ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان.

تیمار	مغز			پوسته		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	49/42±0/00[a]	-0/47±0/03[a]	14/11±0/19[a]	51/17±1/31[c]	13/52±0/00[c]	15/14±0/09[b]
2	47/11±2/02[ab]	-0/31±0/04[c]	14/01±0/17[a]	51/29±1/02[c]	12/99±0/09[d]	15/43±0/28[ab]
3	44/92±0/06[b]	-0/25±0/01[d]	13/48±0/24[ab]	51/70±0/59[c]	12/28±0/00[e]	15/72±0/10[a]
4	42/12±0/19[c]	-0/22±0/03[d]	13/08±0/12[b]	40/01±0/10[b]	13/92±0/07[b]	14/18±0/00[c]
5	42/31±0/00[c]	-0/24±0/01[d]	13/09±0/11[b]	40/09±0/08[b]	13/87±0/11[b]	15/11±0/07[b]
6	47/18±0/04[ab]	-0/41±0/04[b]	14/05±0/21[a]	36/80±0/97[a]	14/78±0/38[a]	13/72±0/11[d]

*حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.



شکل 3- نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌های نان ($p<0.05$).

نتایج این بخش از پژوهش با نتایج آزمایش تردتای و همکاران (2002) که عنوان نمودند، دمای بهینه پخت برای هر نوع نان می‌تواند عامل موثری بر رنگ سطح و لبه‌های کناری نمونه باشد، مطابقت دارد.

3-5- نتایج آزمون ارزیابی خصوصیات حسی نان

نتایج آزمون حسی نشان داد که در بین نمونه‌های نان، داوران چشایی بیش‌ترین امتیاز را به دو نمونه‌ی پخت شده در دمای 240 و 270 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان 15 و 10 دقیقه دادند. با توجه به این امر که دما و زمان پخت از مهم‌ترین پارامترهای موثر بر میزان سفتی بافت و رنگ پوسته و مغز نان است و این دو فاکتور در میزان پذیرش کلی توسط داوران چشایی از اهمیت زیادی برخوردارند می‌توان چنین نتیجه گرفت که نمونه‌های پخت شده در دمای کم و زمان زیاد به دلیل بافت سفت و خشک، پوسته‌ای ضخیم و بسیار روشن امتیاز پایینی را در این ارزیابی کسب کرده‌اند. همچنین نمونه‌ی پخت شده در دمای 300 درجه‌ی سانتی‌گراد هرچند که دارای بافت قابل قبولی است اما به دلیل بیش از حد تیره بودن رنگ پوسته نتواست امتیاز بالایی در آزمون حسی به دست آورد. نتایج در شکل 3 ارائه گردیده است.

4- نتیجه گیری

با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که نمونه‌های پخت شده در دمای زیاد و زمان کم نسبت به نمونه‌هایی که تحت شرایط دمای کم و زمان زیاد قرار گرفته اند، از سرعت بیاتی کم‌تری در طی 72 ساعت پس از پخت برخوردارند همچنین، پارامترهایی از قبیل میزان رطوبت، حجم، میزان تخلخل، رنگ

پوسته و مغز نان و پذیرش کلی این نمونه‌ها دارای مقبولیت بیش‌تری است. در انتها انتظار می‌رود که با توجه به اهمیت دما و زمان پخت در بهبود کیفیت و ماندگاری نان به ویژه نان‌بربری نیمه حجیم، بهینه‌سازی دما و زمان پخت مورد توجه بیش‌تری قرار گیرد.

5- سپاس گزاری

از جناب آقای دکتر مهدی کریمی عضو هیات علمی و رییس بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که در انجام این تحقیق، مساعدت فرمودند، سپاس گزاری می گردد.

6- منابع

1- احمدی ندوشن، م. 1373. تغییر الگوی مصرف و صنعتی کردن تولید نان کشور. مجموعه مقالات اجلاس تخصصی نان. انتشارات انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، تهران.

2- اکرم، ا.، توکلی هشتجین، ت. و ایرانی، پ. 1377. بررسی روند تغییرات دما و رطوبت در فرآیند پخت کیفی نان بربری در تنور الکتریکی. *مجله‌ی علوم کشاورزی ایران*، جلد 29، شماره‌ی 4، 693-681.

3- بهرامی، س. و شاهدی، م. 1383. بررسی اثر رقم گندم، درجه‌ی استحصال، دما و زمان پخت بر خواص رئولوژیکی خمیر و خواص حسی نان طی نگه داری. *مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، شماره‌ی 8، 203-195.

4- شیخ الاسلامی، ز. 1388. بهبود کیفیت نانوایی گندم‌های آسیب دیده توسط سن گندم با راهکارهای فیزیکی و شیمیایی. پایان‌نامه‌ی جهت اخذ مدرک دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

5- قنبری، م. و شاهدی، م. 1387. تاثیر دما و زمان پخت بر کیفیت و سرعت بیاتی نان تافتون. *مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، شماره‌ی 43، 333-327.

6- قنبری، م.، شاهدی، م. و معتمدزادگان، ع. 1384. تعیین شرایط مناسب پخت برای نان تافتون.*پژوهشنامه‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر*، 80-72.

7- کریمی، م.، شیخ الاسلامی، ز.، فتحی، م.، صحرائیان، ب. و نقی پور، ف. تعیین مقادیر استفاده از امولسیفایرها جهت تقویت ترکیب‌پذیری گلوتن با نشاسته در تهیه‌ی خمیر و نان نیمه حجیم. 1389. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

8- نقی‌پور، ف.، صحرائیان، ب.، کریمی، م.، حداد خداپرست، م. ح. ارتقای کیفیت و ماندگاری نان ترکیبی با ارزیابی زمان تخمیر. *مجموعه مقالات بیستمین کنگره‌ی علوم و صنایع غذایی*، دانشگاه شریف، پاییز 1390.

9- AACC. (2000). Approved methods of the American Association of Cereal Chemist, 10th edition.

10- Caballero, P. A., Go'mez, M., and Rosell, C. M. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering*, 81(1): 42–53.

11- Faridi, H. A. and Rubenthaler, G. L. 1984. Effect of baking time and temperature on bread quality, starch gelatinization and staling of Egyptian Balady bread. *Cereal Chemistry*, 61(2): 151-154.

12- Haralick, R. M., K. Shanmugam. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6):1995-2005.

13- Kouhestani, A., Ghavifekr, H., Rahmanian, M., and Tersarkissian, N. 1969. Composition and preparation of Iranuan breads. *J. Am. Diet, Assoc*, 55:262-266.

14- Pourfarzad, A., Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A., et al. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*, Doi: 10.1111/j.1745-4530.2009.00541.x.

15- Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.

16- Therdthai, N., Zhou, W., and Adamczak, T. 2002. Optimization of temperature profile in bread baking. *Journal of Food Engineering*, 55: 41-48.