ارزیابی و بهینه سازی زمان مخلوط کردن خمیر بر ویژگی های کیفی نان بربری با استفاده از روش سطح پاسخ

سید حسین رضوی زادگان جهرمی[۱]*، فریده طباطبائی یزدی[۲]، مهدی کریمی[۳]، سید علی مرتضوی[۴]

(تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۸)

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- به ترتیب دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی
۴- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در این پژوهش امکان ارتقاء و بهینه سازی فرآیند تولید نان بربری (مدت زمان مخلوط کردن خمیردر سرعت پائین (۶۳ rpm) به مدت ۲-۸ دقیقه و مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا (۱۸۰ rpm) به مدت ۲-۸ دقیقه) جهت بهبود کیفیت (رطوبت، فعالیت آبی، حجم مخصوص) و ماندگاری (سفتی نان در روزهای ۰ الی ۶) نان بربری از طریق روش سطح پاسخ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز نشان داد اثر خطی مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا به عنوان موثرترین عامل بر رطوبت و سفتی نان بربری در روز ۴ تعیین شد. اثر درجه دوم مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا و پائین به ترتیب موثرترین فاکتور در تغییرات فعالیت آبی و حجم مخصوص نان بربری مشاهده شد. همچنین اثر متقابل آنها نیز بر سفتی نان تاثیر بسزایی داشت. نتایج بهینه یابی نشان داد که بهترین کیفیت و ماندگاری نان بربری زمانی حاصل می شود که مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا و پائین به ترتیب ۷/۲۴ و ۳/۴۵ دقیقه باشد.

کلید واژه گان: نان بربری، ماندگاری، کیفیت، فرآیند تولید، بهینه سازی.

* مسئول مکاتبات: Sh.razavizadegan@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

۱- مقدمه

در چند دهه اخیر، تلاش چشمگیر محققان جهت ارتقاء کیفیت و ماندگاری فرآورده های نانوایی منجر به ارائه راهکارهای مختلفی برای این منظور شده است که در این بین، ارتقاء کیفیت و ماندگاری از طریق بهبود فرآیند تولید، روشی است که نسبت به راهکارهای دیگر (از جمله استفاده از انواع افزودنی ها شامل امولسیفایر ها، صمغ ها، آنزیم ها و ...) کمتر مورد توجه قرار گرفته است. نان بربری یکی از نان های مسطح مشهور در ایران است که بدلیل الاستیک و انعطاف پذیر بودن بافت و همچنین طعم خوبی که دارد، قابلیت مصرف آن همراه با غذاهای دیگر زیاد است [۱]. این نوع نان نیز مانند دیگر نان های مسطح، کیفیت و ماندگاری خوبی ندارد. همچنین استفاده از روشهای نامناسب تولید از دیگر مشکلات آن است که ویژگی های کیفی و ماندگاری آن را تحت تاثیر قرار داده است. لذا ضرورت تعیین روشی مناسب برای تولید نان بربری به شدت احساس می شود.

مرحله مخلوط کردن خمیر یکی از مراحل تاثیر گذار بر کیفیت خمیر و محصول نهایی می باشد که چندین نقش اساسی ایفا می کند: ۱- مخلوط کردن مواد اولیه ۲- هیدراته کردن پروتئین های گلوتن ۳- شکل گیری و مسدود شدن مولکول های هوا درون خمیر به منظور تولید سلول های گازی [۲]. در بررسی های به عمل آمده مشاهده شده است که همبستگی بالایی بین زمان مخلوط کردن خمیر و پارامتر های کیفی نان مانند حجم مخصوص وجود دارد [۳]. همچنین بیان شده است که طی فرآیند مخلوط کردن خمیر، مبادله گروههای سولفیدی و دی سولفیدی[1] به وفور اتفاق می افتد. تیول گلوتاتیون[2] به سرعت کاهش یافته در حالیکه باندهای دی سولفیدی بین پروتئین گلوتن و گلوتاتیون[3] و گلوتاتیون ها[4] با هم افزایش می یابد [۴]. این تبادلات سبب شده تا علی رغم تولید گاز در مرحله تخمیر نهایی، نقش زمان مخلوط کردن در حجم نان، کلیدی و موثرتر باشد [۵].

سرعت مخلوط کن و انرژی ورودی بر خمیر نقش بسزایی بر کمیت و کیفیت حبابچه های (سلول های گازی) شکل گرفته در این مرحله دارد که به مجرد تحرک خمیر در مرحله مخلوط کردن، حباب های هوا درخمیر ترکیب شده و سلول های گازی تولید می شود. حباب های تولیدی با افزایش سرعت مخلوط کن، شکسته شده لذا میانگین اندازه حبابچه ها کاهش و تعداد آن افزایش می یابد. اندازه حبابچه ها بر چگونگی رشد حبابچه ها در مرحله تخمیر و کیفیت نهایی بافت نان بسیار موثر است [۶و۷]. در تحقیقی دیگر بیان شده است که استفاده از انرژی ورودی بالاتردر فرآیند مخلوط کردن خمیر منجر به تولید نان با بافتی متخلخل تر (حجم بیشتر) می شود [۸].

با توجه به مطالب ذکر شده، این پژوهش بمنظور روشن شدن تاثیر مدت زمان و سرعت مخلوط کردن بر ویژگی های کیفی و ماندگاری نان بربری و همچنین ارتقاء ویژگی های نان بربری از طریق بهینه سازی متغیرهای فرآیند مخلوط کردن خمیرجهت تعیین روشی مناسب برای تولید نان بربری طراحی شد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

آرد ستاره از کارخانه آرد گلمکان تهیه شد. برای این منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سرد خانه نگهداری گردید. مخمر مورد استفاده ساکارومایسس سرویسیا[5] بود که به شکل پودر مخمر خشک فعال بصورت بسته بندی تحت خلاء از شرکت خمیر مایه رضوی (مشهد، ایران) تهیه شد. سایر مواد مورد استفاده در آزمایشات از شرکت های معتبر خریداری شد.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- ویژگی های کیفی آرد گندم

ترکیبات شیمایی آرد ستاره بر اساس روش های استاندارد اندازه گیری شد [۹]. مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره ۱۶-۴۴، مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره ۰۱-۰۸، مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال به شماره ۱۲-۴۶، مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۱۰-۳۰، گلوتن مرطوب با روش مصوب ۱۱-۳۸ و عدد فالینگ با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر و براساس دستورالعمل سازنده این دستگاه تعیین گردید.

۲-۲-۲- تولید نان

نان مورد بررسی در این تحقیق نان بربری بود که مراحل تولید آن بدین صورت می باشد: اجزاء تشکیل دهنده نان شامل:

1. SH/SS
2. GSH
3. PSSG
4. GSSG

5. *S.cerevisiae*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

۱۰۰٪ آرد گندم،۱٪ مخمر خشک، ۲٪ نمک، ۱٪ شکر، ۱٪ شورتنینگ و آب (مقدار لازم برای رسیدن به ۴۰۰ واحد برابندر) مخلوط گردید [۱۰]. پس از مخلوط کردن اجزا (مخلوط کن اسپیرال، ساخت تایوان) ، تخمیر اولیه (۶۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵٪) و در ادامه چانه کردن (خمیر به چانه های با وزن ۲۰۰ گرم تقسیم بندی شد)، شکل دهی و پانچ کردن انجام شد. در مرحله بعد چانه های حاصل، تخمیر ثانویه را به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ۴۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵٪ سپری کردند و در نهایت به مدت ۱۳ دقیقه در ۲۶۰ درجه سانتیگراد پخت گردید. پس از پخت، نمونه های نان در دمای محیط سرد و بسته بندی شدند. در این پژوهش تاثیر استفاده از ترکیب دو زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت پائین به مدت ۲ الی ۸ دقیقه (با سرعت rpm ۶۳) و بالا به مدت ۲ الی ۸ دقیقه (با سرعت rpm ۱۸۰) مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۲-۳- اندازه گیری رطوبت نان

رطوبت نان بر اساس روش استاندارد ای ای سی[۶] شماره۱۶- ۴۴ ارزیابی شد [۹].

۲-۲-۴- اندازه گیری فعالیت آبی[۷] نان

تعیین فعالیت آبی با استفاده از دستگاه واتراکتیویته متر[۸] در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام گردید [۱۱].

۲-۲-۵- اندازه گیری حجم مخصوص[۹] نان

حجم مخصوص نمونه های نان بر اساس روش جایگزینی دانه‌ی کلزا تعیین شد [۱۲]. بدین منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعاتی با ابعاد ۱ سانتی متر در ۱ سانتی متر از مرکز هندسی نان تهیه گردید و در نهایت حجم آنها به روش جایگزینی دانه‌ی کلزا ارزیابی شد.

۲-۲-۶- ارزیابی بافت نان

ارزیابی بافت نان با استفاده از دستگاه بافت سنج[۱۰] بر اساس روش پورفرزاد و همکاران [۲۰۰۹] مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۳]. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب سیلندری شکل با ابعاد ۲/۵ سانتیمتر قطر و ۱/۸ سانتیمتر ارتفاع با سرعت ۳۰ میلیمتر در دقیقه به داخل قطعه مربعی شکل ۱۰ سانتیمتر در ۱۰ سانتیمتری بریده شده از مرکز نان، به عنوان شاخص سفتی[۱۱] نان محاسبه گردید. نقطه شروع[۱۲] و نقطه هدف[۱۳] به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلیمتر بود. خصوصیات بافت مغز نان در روزهای صفر (یک ساعت پس از تولید)، دوم، چهارم و ششم، مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۲-۷- طرح آزمایشی و روش آنالیز نتایج

برای بررسی تاثیر پارامتر های مراحل تولید نان و بهینه یابی آنها از طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر[۱۴] با دو فاکتور و سه سطح استفاده شد. در این طرح صفت های (پاسخ ها) مورد بررسی به عنوان متغیر وابسته و متغیر های مراحل تولید نان (مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین (۲ الی ۸ دقیقه)، مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا (۲ الی ۸ دقیقه)) به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. بنابراین نتایج آنالیز داده ها بصورت مدلی رگرسیونی که پاسخ ها در آن تابعی از متغیر های مستقل به همراه ضرایب مربوطه، می باشد. مقدار ضرایب در معادلات چند جمله ای درجه دوم سهم تاثیر متغیر های مستقل در پاسخ مربوطه نمایش می دهد. ۵ تکرار در نقطه مرکزی برای تخمین خطای خالص در مجموع مربعات در نظر گرفته شده است. طرح آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج با روش رگرسیونی چندگانه پس رونده آنالیز شد. آنالیز نتایج در این تحقیق با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت[۱۵] ورژن ۶،۰،۲ صورت گرفت. گفتنی است که آلفا اعمال شده در این طرح ۱/۶۸ بود. تمام فرمولها در دو تکرار (دو بچ مجزا و از هر بچ سه تکرار) انجام پذیرفت. به منظور بهینه سازی مراحل تولید نان بربری در طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر حد پائین[۱۶]، بالا[۱۷] و مطلوب[۱۸] حداکثر۱۳ متغیر وابسته و وزن[۱۹] و اهمیت آنها را بر اساس بررسی منابع و تجربیات کسب شده در حین تولید و ارزیابی نمونه ها تعیین شد (جدول ۲).

6. AACC
7. Water activity
8. water activity meter, Novasina ms1-aw, Axair Ltd., Switzerland.
9. Specific Volume (cm3/gr)
10. QTS texture analyzer, CNS Farnell, Hertfordshire, UK.
11. Hardness
12. Trigger point
13.Target Value
14. Central composite rotatable design (CCRD
15. Design expert
16. Lower
17. Upper
18. Target
19. Weight

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

جدول ۱ تیمار های تصادفی آزمایش بر اساس متغیر های مراحل تولید در طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر.

شمارش	نمایش کد دار متغیرهای فرآیند تولید		نمایش بدون کد متغیرهای فرآیند تولید		پاسخ ها						
	MTHS X ۱	MTLS X ۲	MTHS X ۱	MTLS X ۲	Y ۱	Y ۲	Y ۳	Y ۴	Y ۵	Y ۶	Y ۷
۱	-۱	۰	۰	۵	۲۷/۳۱	۰/۹۱۳	۴/۳۸	۳/۵۲	۳/۴۲	۳/۷	۵/۳
۲	۱	۰	۹/۲۴	۵	۲۹/۹۵	۰/۹۱۶	۴/۶۶	۱/۹۹	۲/۷۳	۳	۳/۸۸
۳	۱	۱	۸	۸	۳۰/۵۳	۰/۹۱۱	۳/۸۱	۲/۰۸	۲/۳۷	۲/۴۵	۳/۷
۴	۰	۰	۵	۵	۲۸/۳۲	۰/۹۱۳	۴/۷۹	۲/۵۸	۲/۷۷	۳/۰۹	۴/۵
۵	۰	۰	۵	۵	۲۸/۵۱	۰/۹۱۲	۴/۶۴	۲/۷۷	۳/۲۹	۳/۳۷	۴/۴
۶	۰	۰	۵	۵	۲۸/۶۹	۰/۹۱۳	۳/۱۷	۲/۳۳	۳/۲۶	۳/۰۷	۴/۲۸
۷	-۱	۱	۲	۸	۲۷/۶۲	۰/۹۱	۴/۴	۴/۱۸	۴	۳/۸	۵/۵
۸	۰	-۱	۵	۰	۲۷/۷۵	۰/۹۱۴	۴/۸۲	۲/۶۶	۲/۸۱	۲/۹۹	۳/۶
۹	۰	۱	۵	۹/۲۴	۲۷/۶	۰/۹۰۷	۵/۱۲	۳/۲۴	۳/۲۴	۳/۲۴	۴/۳
۱۰	۱	-۱	۸	۲	۲۹/۰۴	۰/۹۱۷	۴/۹۲	۳/۱۳	۳/۴	۳/۳۲	۴/۲۷
۱۱	-۱	-۱	۲	۲	۲۸/۰۶	۰/۹۱۷	۴/۲۸	۲/۵۶	۲/۹۶	۳/۶۵	۴
۱۲	۰	۰	۵	۵	۲۷/۳۱	۰/۹۱۳	۴/۳۶	۲/۷۷	۲/۹۵	۳/۱۴	۴/۰۴
۱۳	۰	۰	۵	۵	۲۷/۷۳	۰/۹۱۴	۴/۴۶	۲/۵۶	۳/۰۸	۳/۲۸	۴

MTLS (مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین برحسب دقیقه (۶۳ rpm)) ، MTHS (مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا برحسب دقیقه (۱۸۰ rpm)). Y1(رطوبت (٪))، Y۲ (فعالیت آبی)، Y۳ (حجم مخصوص (cm3/g))، Y۴ (سفتی در روز۰ (N))، Y۵ (سفتی در روز ۲ (N))،۶ Y (سفتی در روز ۴ (N))، ۷ Y (سفتی در روز ۶ (N)).

جدول ۲ متغیر های وابسته مورد استفاده در بهینه سازی و ویژگی های آنها.

صفت	هدف	حد پائین	حد مطلوب	حد بالا	وزن	اهمیت
رطوبت	بیشینه	۲۷/۳۱	۳۰/۵۳	-	۱۰	۵
فعالیت آبی	کمینه	-	۰/۹۰۷	۰/۹۱۷	۱۰	۵
حجم مخصوص	بیشینه	۳/۱۷	۵/۱۲	-	۱۰	۵
سفتی در روز صفر	کمینه	-	۱/۹۹	۴/۱۸	۱۰	۵
سفتی در روز دوم	کمینه	-	۲/۳۷	۴	۱۰	۵
سفتی در روز چهارم	کمینه	-	۲/۴۵	۳/۸	۱۰	۵
سفتی در روز ششم	کمینه	-	۳/۶	۵/۵	۱۰	۵

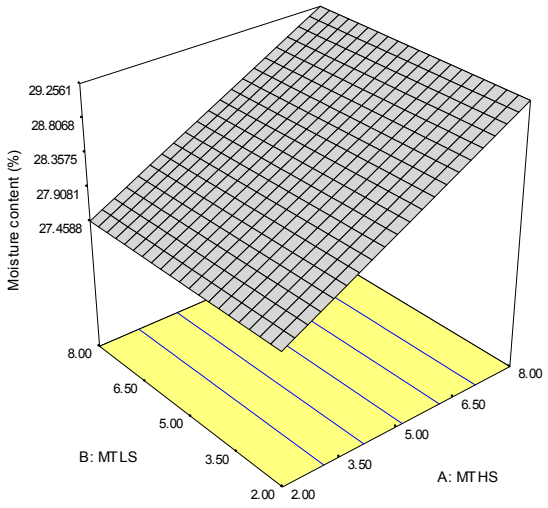
۳- نتایج و بحث

تاثیر متغیر های فرایند بر رطوبت نان بربری

شکل ۱ روند تغییرات محتوی رطوبت نان بربری را با توجه به مراحل تولید نشان می دهد. مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا تاثیر معنی داری بر محتوی رطوبتی نان بربری دارد و ۸۵ درصد (R^2=۰/۸۵) از تغییرات رطوبت را کنترل می کند. همانطور که در جدول۴ مشاهده می شود، مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا بیشترین اثر را بر رطوبت نان بربری دارد. ملاحظه می شود در مقادیر کم و زیاد زمان مخلوط کردن خمیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

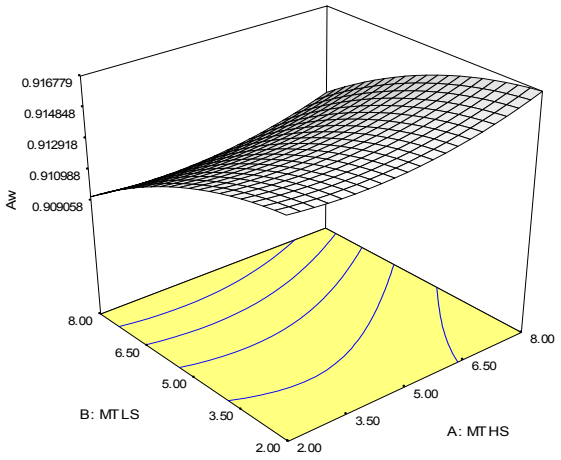
با سرعت پائین، با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا، رطوبت نان بربری افزایش می یابد این در حالی است که مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت پائین تاثیر معنی داری بر رطوبت نان بربری ندارد. به نظر می رسد که این روند صعودی رطوبت، به دلیل تاثیر تیمار ها برشبکه گلوتنی باشد که با افزایش زمان مخلوط کردن در سرعت بالا، مقادیرگلوتنین ماکروپلیمر افزایش یافته و به دنبال این افزایش، شبکه گلوتن قوی تر (الاستیک تر) شده و قدرت حفظ رطوبت در آن افزایش می یابد. گسترش شبکه گلوتنی خمیر در مخلوط کردن خمیر با سرعت بالاتر سریعتر و بیشتر می باشد که این یافته ها با نتایج چاین و کمپل (۲۰۰۵) مطابقت دارد [۶].



شکل ۱ نمودار سطح پاسخ تغییرات رطوبت نان بربری در مراحل مختلف تولید نان (مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا MTHS، مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت پائین MTLS).

تاثیر متغیر های فرآیند بر فعالیت آبی نان بربری

روند تغییرات محتوی رطوبت نان بربری بر اساس مراحل تولید در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل۲ نمودار سطح پاسخ تغییرات فعالیت آبی نان بربری در مراحل مختلف تولید نان (مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا MTHS، مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت پائین MTLS).

ملاحظه می شود، با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا در مقادیر پائین و بالای مدت زمان مخلوط کردن در سرعت پائین، فعالیت آبی نان بربری کاهش یافت. بررسی تغییرات فعالیت آبی نان بربری نشان داد معادله حاصل از R^2 (۰/۹۰) بالا و معنی داری ($p\leq$۰/۰۵) برای پیشگویی آن معین شده است. با توجه به ضریب هر جزء در جدول ۴، روشن است که مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا، بیشترین تاثیر بر تغییرات فعالیت آبی دارد. در فرآیند مخلوط کردن خمیر، استفاده از سرعت بالا، بدلیل نیروهای برشی اعمال شده به خمیر، سبب بالارفتن سهم اتصالات برگشت پذیر (پلیمر های شکسته شده مجدداً تشکیل باندهای دی سولفیدی می دهند) در گلوتن می شود لذا تراکم (توده ای شدن) گلوتنین ماکروپلیمر افزایش یافته و افزایش تراکم شبکه منجربه افزایش واکنشها (پیوندها) در خمیر، ایجاد شبکه گلوتن مستحکم تر با قابلیت نگهداری رطوبت بالاتر و در نهایت افزایش فعالیت آبی نان می شود [۱۴]. در تحقیقی دیگر مشاهده شد کاهش مقاومت خمیر طی مخلوط کردن به دلیل کاهش باند های دی سولفیدی یا به عبارتی دپلیمریزاسیون پروتئین گلوتن می باشد[۱۵]. بنابراین می توان عنوان کرد که با کاهش استحکام شبکه گلوتنی طی مخلوط کردن قدرت آن در حفظ رطوبت کاهش می یابد و به دنبال آن فعالیت آبی کاهش می یابد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

جدول ۳ آنالیز واریانس ویژگی کیفی و ماندگاری نان بربری با تکیه بر تیمارهای مراحل نولید نان.

صفت	مراحل تولید	درجه آزادی	F	درجه آزادی خطا	مجموع مربعات	ضریب تغییرات	انحراف معیار	ضغف برازش
رطوبت	خطی	۱	۱۵/۸۰	۱۱	۷/۰۸	۲/۳۶	۰/۶۷	۱/۵۶ ns
	درجه دوم	۱	۱۵/۸۰	۱۱	۷/۰۸	۲/۳۱	۰/۶۷	۱/۵۶ ns
فعالیت آبی	خطی	۱	۱۸/۷۱	۱۱	۰/۰۶۰۹	۰/۲	۰/۰۱۸	۹/۶۷
	درجه دوم	۴	۱۸/۷	۸	۰/۰۸۷	۰/۵	۰/۰۰۴۶	۳/۶۸ ns
حجم مخصوص	خطی	۱	۷/۱۹	۱۱	۲/۳۸	۱۴/۱۳	۰/۵۸	۰/۰۱۷
	درجه دوم	۴	۳۴/۴۸	۸	۵/۷	۵/۵۸	۰/۲۵	۰/۸ ns
سفتی روز صفر	خطی	۱	۷/۲۶	۱۱	۱/۷۱	۱۷/۳۵	۰/۰۴۹	۰/۰۱۸
	درجه دوم	۴	۲۵/۸	۸	۴	۷	۰/۲	۱/۳۳ ns
سفتی روز دوم	خطی	۰	۰	۱۲	۰	۱۳/۱۴	۰/۴۱	۴/۷۶ ns
	درجه دوم	۳	۱۷/۷۲	۹	۱/۷	۵/۷۷	۰/۱۸	۰/۴۲ ns
سفتی روز چهارم	خطی	۱	۱۵/۲۴	۱۱	۰/۸۹	۷/۴۴	۰/۲۴	۴/۸۴ns
	درجه دوم	۳	۹/۴۲	۹	۱/۱۶	۶/۲۴	۰/۲	۳/۵۷ns
سفتی روز ششم	خطی	۱	۸/۴۹	۱۱	۱/۶۴	۱۰/۲۴	۰/۴۴	۵/۷۴ns
	درجه دوم	۴	۲۳/۰۵	۸	۳/۴۶	۴/۵۲	۰/۱۹	۵/۷۴ns

ns نشاندهنده معنی دارنبودن اعداد در سطح ($p\leq$۰/۰۵) است.

جدول ۴ ضرایب رگرسیونی صفت ها با تکیه بر مراحل تولید نان بربری.

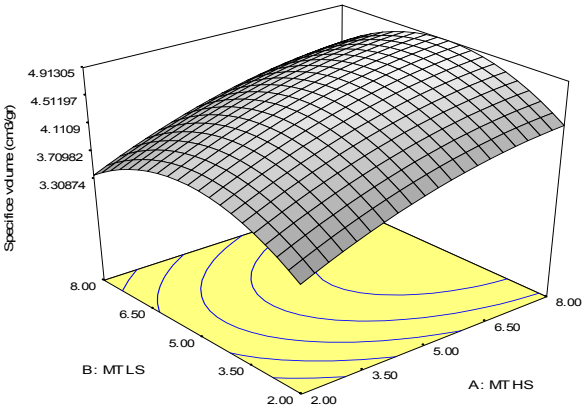
	پاسخ ها						
ضرایب	Y۱	Y۲	Y۳	Y۴	Y۵	Y۶	Y۷
Intercept	۲۸/۳۶	۰/۹۱	۴/۶۱	۲/۶۸	۳/۱	۳/۲۳	۴/۱۸
A	۷/۰۸	۰/۰۸۸	۰/۵	−۰/۴۴	−۰/۲۶	−۰/۳۲	−۰/۴
B	۰/۱۱ ns	−۰/۰۲۸	۰/۰۲۸ ns	۰/۱۹	۰/۰۷۹	−۰/۰۳۶	۰/۲۴
A^2	۰/۳۹ ns	۰/۰۹۲	−۰/۱۹	۰/۰۷۹ ns	۰/۰۶۴	۰/۰۵۸	۰/۱۶
B^2	−۰/۰۵۲ ns	۰/۰۱	−۰/۵۸	۰/۱۷	۰/۰۲۰۴	−۰/۰۳۴	−۰/۰۹
AB	۰/۴۸ ns	۰/۰۲۵ ns	−۰/۱۸ ns	−۰/۶۷	−۰/۵۲	−۰/۲۵	−۰/۵۲
R^2	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۹۲
R^2 (Adj)	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۸۰	۰/۶۷	۰/۸۸

ns نشاندهنده معنی دارنبودن ضراب رگرسیونی در سطح ($p\leq$۰/۰۵) است. A (مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا) ، B (مدت زمان مخلوط کردن در سرعت پائین).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

تاثیر متغیر های فرآیند بر حجم مخصوص نان بربری

همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می شود، با افزایش هر دو تیمار، تغییرات حجم مخصوص نان بربری روند صعودی دارد که ۹۴ درصد (R^2 = ۰/۹۴) از این تغییرات توسط تیمارهای مذکور کنترل می شود (جدول ۴). جدول آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می دهد که مراحل تولید نان به صورت معادله درجه دوم بر مقدار حجم مخصوص نان بربری موثر است و با توجه به ضرایب معادله در جدول ۴، مشخص است که مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین بیشترین اثر بر حجم مخصوص نان دارد. با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر، بدلیل ترکیب هوا با خمیر، انتظار می رود که حبابچه های بیشتری شکل گیرند (قبل از رسیدن به زمان بهینه مخلوط کردن) و در مرحله تخمیر، حجم بیشتری از گاز دی اکسید کربن را در خود جای دهند و حجم مخصوص نان بیشتر شود. این نتایج با یافته های فاینی و همکاران (۱۹۸۲) مطابقت دارد. در مطالعه ای بیان شد که برای تولید نانی با حجم مخصوص بالا، خمیر باید از ویسکوزیته (جهت جلوگیری از فرار سلول های گازی از خمیر) و اتساع مناسب (بجهت جلوگیری از تخریب ناگهانی دیواره سلول های گازی در خمیر) برخوردار باشد [۱۷]. تغییرات الاستیسیته گلوتن خمیر در ارتباط با تعداد اتصالات عرضی دی سولفیدی شبکه گلوتن است و بر ظرفیت نگهداری گاز در خمیر اثر دارد [۲۰و ۲۱] که با افزایش سرعت مخلوط کن، این اتصالات افزایش می یابد و گلوتن الاستیک تر می شود [۴] لذا قدرت شبکه گلوتن در نگهداری گاز افزایش یافته و باعث ازدیاد حجم مخصوص قرص نان می شود. علاوه بر این تغییرات، با افزایش سرعت در مخلوط کردن خمیر، هوادهی (تشکیل سلول های گازی) بیشتری در خمیر صورت گرفته همچنین بدلیل نیروهای برشی وارد شده به حبابچه های گازی، اندازه سلول ها کوچکتر و تعداد آنها بیشتر می شود لذا سبب افزایش قابل توجهی در حجم مخصوص نان می شود [۶ و ۱۹].

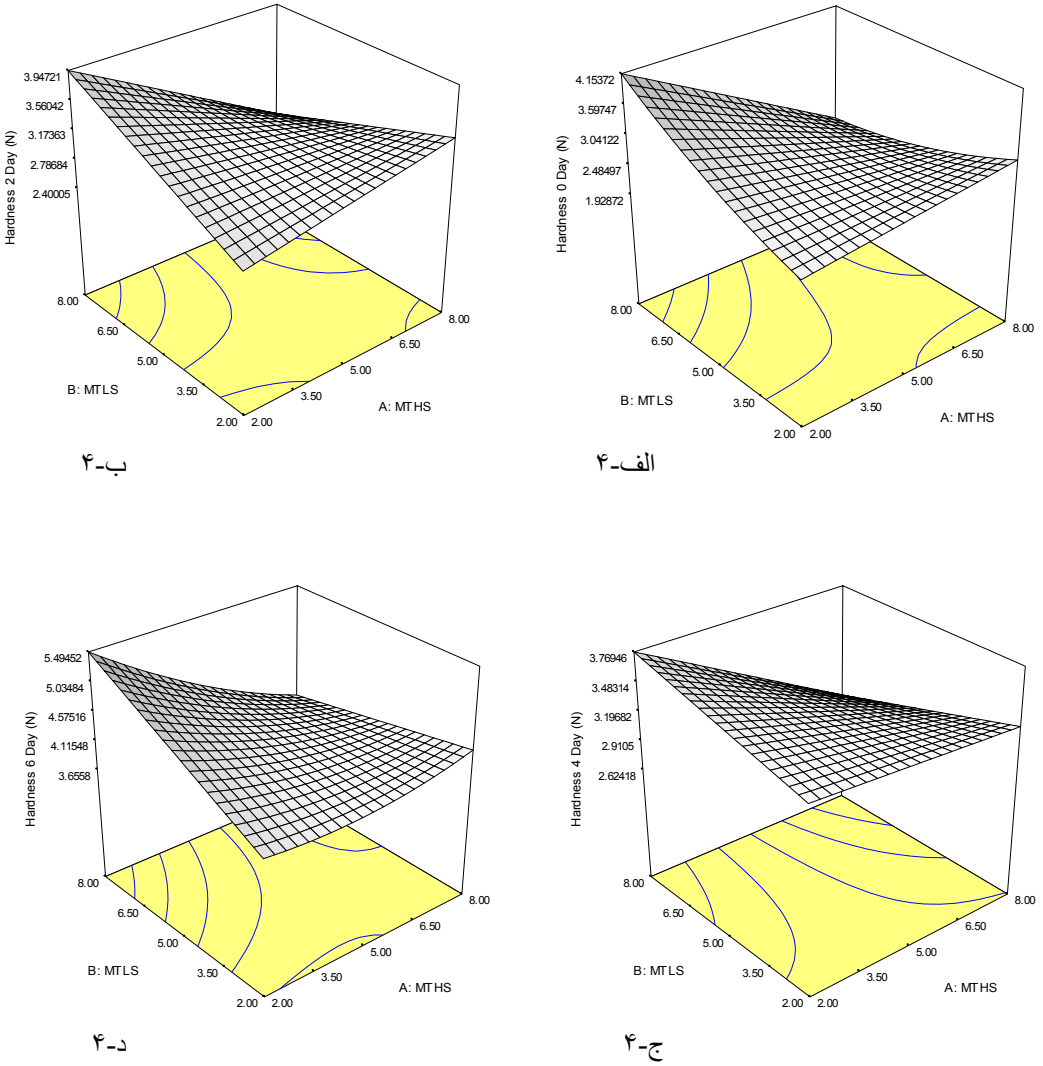


شکل ۳ نمودار سطح پاسخ تغییرات حجم مخصوص نان بربری در مراحل مختلف تولید نان (مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا MTHS، مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت پائین MTLS).

تاثیر متغیر های فرآیند بر سفتی نان بربری

نتایج آنالیز آماری سفتی نان در روز صفر تولید، حاکی از تاثیر کاهنده معنی دار تیمار ($p\leq$۰/۰۵) مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا و تاثیر افزاینده معنی دار ($p\leq$۰/۰۵) مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین بر سفتی نان بربری است (شکل ۴) که ۹۲ درصد (R^2= ۰/۹۲) از این تغییرات توسط مراحل تولید کنترل شده است. با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا در مقادیر انتهایی و ابتدایی مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین، بترتیب روند نزولی و ثابتی مشاهده می شود. همچنین روند تغییرات سفتی نان بربری در مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین نیز عکس این روند می باشد. اثر متقابل مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا و پائین موثرترین فاکتور در کاهش سفتی نان می باشد (جدول ۴). با توجه به شکل های ب-۴ و ج-۴، ملاحظه می شودکه با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا و کاهش مدت زمان مخلوط کردن در سرعت پائین، سفتی نان در روز دوم و چهارم روند نزولی معنی داری ($p\leq$۰/۰۵) دارد. همچنین واضح است که اثر متقابل مدت زمان مخلوط کردن در سرعت پائین و بالا و مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا بترتیب بیشترین اثر را در روزهای دوم و چهارم دارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]



الف-۴ ب-۴

ج-۴ د-۴

شکل۴ تغییرات سطح پاسخ سفتی نان بربری در مراحل مختلف تولید نان در روز صفر، دوم، چهارم و ششم به ترتیب شکلهای الف، ب، ج و د. (مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت بالا MTHS، مدت زمان مخلوط کردن خمیر با سرعت پائین MTLS).

شکل د-۴ روند تغییرات سفتی نان بربری در روز ششم نشان می دهد. با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا و پائین سفتی نان در روز ششم بترتیب روندی نزولی و صعودی دارد. ضریب تبیین تغییرات سفتی نان در روز ششم ۹۲ درصد (R^2=۰/۹۲) می باشد. همچنین اثر متقابل هر دو تیمار موثرترین فاکتور بر سفتی نان در روز ششم است. طی پژوهشی بیان شده است که همبستگی معنی داری بین گلوتنین ماکروپلیمر[۲۰] و پارامترهای کیفی نان مانند حجم مخصوص و غیره وجود دارد. گزارش شده است که گلوتنین ماکروپلیمر طی مخلوط کردن خمیرکاهش می یابد و رابطه معنی داری میان ماکزیمم مقاومت (الاستیسیته) خمیر و گلوتنین ماکروپلیمر وجود دارد [۲۲]. مخلوط کردن باعث کاهش نسبی پروتئین گلوتنین با وزن مولکولی بالا و افزایش میانگین وزن مولکولی پروتئین در خمیر می شود [۲۳]. لی و همکاران[۲۱] [۲۰۰۳] گزارش کردند که با افزایش وزن مولکولی پروتئین، الاستیسیته خمیر کاهش می یابد بنابراین با افزایش زمان مخلوط کردن الاستیسیته خمیرکاهش می یابد [۲۴]. با توجه به رابطه ای که بین الاستیسیته خمیر و مقاومت و استحکام شبکه گلوتنی وجود

20. Glutenin Macro Polymer

21. Li et. al

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

دارد می توان چنین برداشت کرد که با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت پائین، شبکه گلوتنی تضعیف شده و توانایی آن در جلوگیری از خروج آب از این شبکه کاهش یافته اما با افزایش مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا، خمیر بدلیل افزایش الاستیسیته خمیر عکس این نتیجه مشاهده می شود بنابراین با افزایش مدت زمان مخلوط کردن در سرعت پائین، سفتی نان افزایش و با افزایش مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا، سفتی نان کاهش می یابد.

بهینه یابی فرایند تولید نان بربری

برای بهینه یابی فرآیند تولید نان بربری از تکنیک بهینه یابی ترسیمی چند پاسخه به منظور تعیین شرایط بهینه استفاده شد. بهینه یابی پاسخ ها با توجه به موارد ذکر شده در جدول ۲ صورت گرفت. نتایج بهینه یابی نشان داد که بهترین کیفیت و ماندگاری نان بربری زمانی حاصل می شود که مدت زمان مخلوط کردن خمیر در سرعت بالا و پائین به ترتیب ۷/۲۴ و ۳/۴۵ دقیقه باشد. در این حالت مقادیر رطوبت، فعالیت آبی، حجم مخصوص، سفتی در روزهای ۰ الی ۶ به ترتیب عبارت بودند از ۲۹/۲۵ درصد، ۰/۹۱۱، ۴/۴۴ سانتی متر مکعب بر گرم، ۱/۹۲ نیوتن، ۲/۴ نیوتن، ۲/۶۲ نیوتن و ۳/۶۵ نیوتن. در مقایسه ای که بین نان بربری تولیدی در شرایط بهینه و نان بربری تولیدی در شرایط معمولی (۱۵ دقیقه مخلوط کردن با سرعت ثابت) به عمل آمد مشاهده شد که رطوبت، حجم مخصوص و سفتی نان در روز ششم نان بربری تولیدی در شرایط بهینه معنی دار و مطلوب تر از نان تولیدی در شرایط معمولی بود.

۴- نتیجه گیری کلی

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که ارتقاء کیفیت و ماندگاری محصولات نانوایی از طریق فرآیند تولید امکان پذیر است. همچنین در این پژوهش مشخص شد که مرحله مخلوط کردن نقش تعیین کننده ای در کیفیت و ماندگاری نهایی نان بربری دارد که در این میان تاثیر مدت زمان مخلوط کردن در سرعت بالا نسبت به سرعت پائین موثر تر می باشد.

۵- تشکر و قدردانی

در پایان بر خود لازم می دانیم مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی به خاطر حمایت های مالی این پژوهش اعلام بداریم.

۶- منابع

[1] Koocheki, A., Mortazavi, S. A., Nassiri Mahalati, M., Karimi. M. 2008. Effect of emulsifiers and fungal α-amylase on rheological characteristics of wheat dough and quality of flat bread. J. Food Process Engineering, 32 (2): 187-205.

[2] Hamer, R. J. and Lichtendonk, W. J. 1987. Structure-function studies on gluten proteins. Reassembly of glutenin proteins aftermixing. In Proceedings of the 3rd International Workshop on Gluten Proteins' (R. La ´sztity and F. Be ´s. ´ke eds), World Scientific Publishers, Singapore, 227–237.

[3] Alava, J. M., Millar, S. J and Salmon S. E. 2001. The Determination of Wheat Bread making Performance and Bread Dough Mixing Time by NIR Spectroscopy for High Speed Mixers. Journal of Cereal Science, 33:71–81.

[4] Grosch, W and Wieser, H. 1999. Redox reactions in wheat dough as affected by ascorbic acid. Journal of Cereal Science, 29:1–16.

[5] Rouille, J., Le Bail, A and Courcoux, P. 2000. Influence of formulation and mixing condition on bread making qualities of French frozen dough. Journal of Food Engineering, 43: 197-203.

[6] Chin, N. L and Campbell, G. M. 2005. Dough aeration and rheology: Part 2. Effects of flour type, mixing speed and total work input on aeration and rheology of bread dough. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85:2194–2202.

[7] Wilde, P. 2003. Foam formation in dough and bread quality. wheat puroindoline-a into diacylgalactosylglycerol films. Journal of Cereal Science, 28:43-51.

[8] Hanselmann, W and Windhab, E. 1998. Flow characteristics and modeling of foam. Generation in a continuous rotor/stator mixer. Journal of Food engineering, 38(4): 393-405.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

[9] AACC, 2000. Approved methods of the American Association of Cereal chemist, 10th Edition.
[10] Maleki, M., Vetter, J. L., and Hoover, W.J. 1981. The Effect of Emulsifiers, Sugar, Shortening and Soya Flour on the Staling of Barbari Flat Bread. Journal of science food agriculture, 32:1209-1211.
[11] Roa, V and Tapia, D. D. 1991. Evaluation of water activity measurement with a dew point electronic humidity meter. Lebensmwiss. Technol., 24(3): 208-213.
[12] Barcenas, M. E and Rosell, C. M. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: Low temperatures and HPMC addition. Journal of food engineering, 72: 92-99.
[13] Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A., Razavizadegan Jahromi, S. H. 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.1745-4430.
[14] Letang, C., Piau, M and Verdier, C. 1999. Characterization of wheat flour-water doughs .Part I: Rheometry and microstructure. Journal of Food Engineering, 41: 121-132.
[15] Wang, G. I. J., Faubion, J. M., Hoseney, R. C.1992. Studies of the breakdown and reformation of SDS insoluble glutenin proteins with dough mixing and resting. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 25: 228–231.
[16] Finney, K. F., Jones, B. L and Shogren, M. D. 1982. Functional (bread-making) properties of wheat protein fractions obtained by ultracentrifugation. Journal of cereal chemistry, 59: 449.
[17] Sliwinski, E. L., Kolster, P., Prins, A and Van Vliet, T. 2004. Relationship between gluten protein composition of wheat flours and large-deformation properties of their doughs. Journal of cereal science 39: 247–64.
[18] Faubion, J. M and Hoseney, R.C.1997. The viscoelastic properties of wheat flour doughs. In: Faridi, H. and J.M. Faubion (eds.), Dough Rheology and Baked Product Texture: 29–63.
[19] Campbell, G. M., Sanchez, H. R., Driguez, P. R and Merchen, M. L.2001. Measurement of dynamic dough density and effect of surfactants and flour type on aeration during mixing and gas retention during proofing, Cereal Chemistry, 78: 272-277.
[20] Mani, K., Eliasson, A., Lindah, L and Trägårdh, C. H. 1992. Rheological properties and bread making quality of wheat flour doughs made with different dough mixers. Cereal Chemistry, 69: 222–225.
[21] Bloksma, A. H. 1975. Thiol and disulfide groups in dough rheology. Cereal Chemistry, 52:170-183.
[22] Weegels, P. L., Hamer, R. J and Schofield. 1996. Functional properties of wheat glutenin. Journal of Cereal Science, 23, 1-18.
[23] Borneo, R and Khan, K. 1999. Glutenin Protein Changes During Bread making of Four Spring Wheats: Fractionation by Multitasking SDS Gel Electrophoresis and Quantification with High-Resolution Densitometry. American Association of Cereal Chemists, 76(5): 718-726.
[24] Li, W., Dobraszczyk, B. J and Schofield, J. D. 2003. Stress relaxation behavior of wheat dough, gluten and gluten protein fractions. Journal of Cereal Chemistry, 80: 333–338.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]

Using response surface methodology to evaluation and optimization of dough mixing time on quality properties of barbari bread

Razavizadegan jahromi, S. H. [1*], Tabatabaee yazdi, F. [2], Karimi, M. [3], Mortazavi. S. A. [4]

1. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
2. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
3. Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center, Iran.
4. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.

(Received: 89/9/23 Accepted: 90/12/8)

In current study, rotatable response surface method was employed for optimizing the effect of dough mixing time in low speed (MTLS) (63 rpm, 2-8 min) and dough mixing time in high speed (MTHS) (180 rpm, 2-8 min) on bread quality (moisture, water activity and specific volume) and shelf life (bread hardness during 6 days) of Barbari bread. The results showed that linear term of MTHS was effective factor on moisture and bread hardness in day 4. Water activity and specific volume was forcefully affected with quadratic effects of MTHS and MTLS. Besides, interaction terms of MTHS×MTLS has the highest effect on bread hardness during storage. The best bread quality and shelf life was achieved in 7.24 min MTHS and 3.45 min MTLS.

Keywords: Barbari bread, Shelf life, Quality, Process variables, Optimization.

*Corresponding Author E-Mail Addreess: Sh.razavizadegan@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-19]