

# تعیین عدد فالینگ مطلوب برای آرد نانهای بربری و لواش و بررسی اثر آن بر روی کیفیت نانهای تولیدی

احمد رضا فیضی پور<sup>۱</sup>، سید مهدی سیدین اردبیلی<sup>۲</sup> و اقدس تسلیمی<sup>۳\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- استادیار مرکز پژوهشهای غلات

۳- عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

## چکیده

مناسب نبودن فعالیت آنزیمی آمیلولیتیک و پروتئولیتیک آرد گندم که از شرایط نامناسب جوی (بارندگی زیاد یا بسیار اندک) و نگهداری نامطلوب گندم در سیلوها یا حمل و نقل آن ناشی می‌شود، مشکلاتی را در صنعت تولید نان و فرآورده‌های نانی ایجاد می‌کند.

هدف از تحقیق حاضر، تعیین بهترین عدد فالینگ برای نانهای بربری و لواش همچنین بررسی اثر افزودن آرد گندم جوانه زده به آرد گندم سالم بر ویژگیهای رئولوژیکی و پخت نان از خمیر حاصل بوده است. به این منظور، گندم جوانه زده تهیه و عدد فالینگ آن تعیین شد. با تعیین عدد فالینگ آرد ستاره (آرد نان بربری) و آرد سبوس گرفته (آرد نان لواش) و انجام محاسبات، درصدهایی از آرد گندم جوانه زده به آردهای ستاره و سبوس گرفته افزوده شد تا عددهای فالینگ آردهای مخلوط برابر  $10 \pm (350, 300, 250, 200, 150)$  ثانیه گردد. آردهای مخلوط حاصل، تحت آزمایش به وسیله دستگاههای فارینوگراف، اکستنسوگراف قرار گرفتند و عدد مالتوز و ارزیابی حسی نانهای بربری و لواش تهیه شده از آنها تعیین شدند.

نتایج آزمایش با دستگاههای فارینوگراف و اکستنسوگراف، نشان دهنده افزایش هیدرولیز آنزیمی گلوتن همراه با کاهش عدد فالینگ در اثر افزایش فعالیت پروتئولیتیک بوده که تضعیف شبکه گلوتنی و کاهش مقاومت خمیر را موجب شده است؛ همچنین آزمون عدد مالتوز که مبین افزایش فعالیت آمیلولیتیک در آرد است، نشان داد با کاهش عدد فالینگ، عدد مالتوز آرد افزایش قابل توجهی می‌یابد که از اثر آمیلازها بر نشاسته، هیدرولیز آن و افزایش قندهای احیا کننده ناشی می‌شود.

در نهایت ارزیابی حسی نانهای بربری و لواش تولید شده نشان داد با کاهش عدد فالینگ در مورد هردو نان، پذیرش کلی ارزیابها کاهش یافت؛ به طوری که در مورد نان لواش، نانهای حاصل از آردهای دارای عدد فالینگ ۳۵۰-۴۲۰ ثانیه و در مورد نان بربری، نانهای حاصل از آردهای دارای عدد فالینگ ۲۵۰-۳۵۰ ثانیه بدون وجود اختلاف معنادار با یکدیگر، دارای بهترین کیفیت، شناخته شدند.

نتایج این تحقیق نشان دهنده لزوم توجه به زمان برداشت گندم با توجه به فصل بارش، کنترل نگهداری گندمهای برداشت شده در سیلوها و نیز چگونگی حمل و نقل آنهاست که همگی مرتبط با لزوم کنترل و تنظیم عدد فالینگ گندم (یا آرد) قبل از پخت نانهای بربری و لواش به منظور تهیه نان با کیفیت بهتر و نتیجتاً مصرف بهینه نان و کاهش ضایعات آن می‌باشد.

\* مسؤول مکاتبات مقاله: [info@nftif.org](mailto:info@nftif.org)

کلید واژگان: بربری، لواش، عدد فالینگ، فارینوگراف، اکستنسوگراف، عدد مالتوز

در تحقیقی د

## ۱- مقدمه

بارندگی در طول برداشت گندم و شرایط نامساعد نگهداری و حمل و نقل آن موجب جوانه زدن گندم و افزایش فعالیت آنزیمی همراه با دیگر تغییرات شیمیایی در بذر می شود. هرچند تحقیقات نشان دهنده بهبود کیفیت تغذیه ای گندم در اثر جوانه زدن می باشد اما افزایش فعالیت آنزیمهای آمیلولیتیک و پروتئولیتیک در طول جوانه زدن، اثر نامطلوبی بر کیفیت نان تولیدی از آن داشته و عملاً این بذرها، کاربردی در تولید محصولات پختی ندارند [۱].

افزایش فعالیت آنزیم  $\alpha$ -آمیلاز موجب هیدرولیز نشاسته و افزایش میزان قندهای آزاد (نظیر گلوکز و مالتوز) می شود. نانهای حاصل از این آردها پوسته تیره و بافت مغزی چسبنده و کم حجم دارند. بخشی از این تغییرات ناشی از افزایش فعالیت پروتئولیتیکی در گندم جوانه زده است که منجر به نرم شدن گلوتن شده، ویژگیهای رئولوژیکی خمیر را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می دهد [۲].

از سوی دیگر، در صورتی که فعالیت آنزیمی آرد کم باشد، نانهای حاصل کم حجم و دارای مغز خشک با حفره های بزرگ خواهند بود [۳]. از این رو فعالیت آنزیماتیکی آرد باید در حد متعادلی باشد. بدین ترتیب با اثر محدود آمیلولیتیک، مقداری قند قابل تخمیر به وجود می آید که موجب تشدید فعالیت مخمرها، افزایش تولید دی اکسید کربن و افزایش حجم نان، ایجاد رنگ پوسته مطلوب در اثر شرکت قندها در واکنشهای قهوه ای شدن و ایجاد عطر و طعم مطلوب می شود. همچنین با اثر محدود پروتئولیتیک، گلوتن کشش پذیری بیشتری داشته، قابلیت اتساع خمیر و در نتیجه حجم نان حاصله افزایش یافته و نیز آمینو اسیدهای آزاد شده از هیدرولیز پروتئینی با قندها در واکنش میلارد شرکت کرده و به رنگ، عطر و طعم محصول کمک می کند [۴].

نان مطلوب از آرد گندم جوانه زده و کیفیت پروتئین در آن بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد فعالیت زیاد آمیلولیتیک و پروتئولیتیک در آن مانع تولید نان با کیفیت با استفاده از ۱۰۰٪ آرد گندم جوانه زده می شود. اضافه کردن مقدار کم آرد گندم جوانه زده (۵٪) حجم نان را بدون هیچ اثر نامطلوب بر دیگر ویژگیهای آن بهبود بخشید اما با افزودن ۲۰٪، نان غیر قابل قبول تولید شد [۵].

در تحقیق دیگری به وسیله Leelavathi در سال ۱۹۹۰، اثر شدتهای مختلف جوانه زدن بر تغییر خواص کاربردی گندمها بررسی و مشاهده شد با جوانه زدن گندم به مدت ۷۲ ساعت، رنگ آرد حاصل تیره شده، میزان گلوتن، کاهش و مقدار قندهای احیاکننده و فعالیت دیاستاتیک افزایش یافت. عدد فالینگ گندم در ۲۴ ساعت جوانه زدن از ۴۹۲ به ۶۰ ثانیه کاهش یافت. بررسیهای فارینوگراف نشان دهنده کاهش ظرفیت جذب آب بوده است. در نهایت نتایج ارزیابی خواص کیفی نانهای تهیه شده از گندمهای جوانه زده نشان داد کیفیت کلی نان در جوانه زدن گندم به مدت بیشتر از ۲۴ ساعت شدیداً کاهش یافت [۶].

در تحقیق دیگری در سال ۱۹۸۸ توسط شهرام<sup>۱</sup>، اختلاط گندم جوانه زده به نسبتهای مطلوب با گندمهای سالم به عنوان روش ساده در برطرف کردن مشکل گندمهای جوانه زده بررسی شد. نتایج، نشان دهنده کاهش میزان پروتئین و نشاسته و افزایش قندهای آزاد به نسبت افزایش درصد اختلاط آرد گندم جوانه زده بوده است. میزان آمینواسیدهای آزاد به عنوان شاخص غیرمستقیم فعالیت پروتئولیتیک نیز افزایش تدریجی داشته است. اختلاط تا میزان ۳۰٪ آرد گندم جوانه زده موجب افزایش حجم نان شد اما رنگ پوسته تیره تر شد. اختلاط تا ۳۰٪ به تدریج جذب آب نمونه ها را کاهش داد. اختلاط تا ۲۰٪، خمیر غیرچسبنده تولید کرد اما افزایش درصد، خمیرهای چسبنده تولید نمود که فرآوری

1. Ranhotra  
2. Sharma

آن مشکل بود [۷].

است [۱۰].

تحقیقی با هدف تعیین بهترین گونه تری تیکال<sup>۱</sup> برای تولید نان در سال ۲۰۰۴ توسط Tohver و همکاران انجام گرفت. نتایج نشان داد ارتباط بین پروتئین و حجم نان مثبت و معنادار ( $T=+0/696$ ) بوده است. همچنین مشخص شد خواص ویسکوالاستیک خمیر، توانایی حفظ گاز در طول تخمیر و حفظ شکل نان، تحت تأثیر عدد فالینگ قرار دارد به طوری که خمیر حاصل از گندمهای با عدد فالینگ پایین، سیال بوده و قابلیت تولید نان را نداشتند. در مقابل آرد با عدد فالینگ بالا خمیر نسبتاً پایداری به دست آمد اما بافت نان حاصل متراکم و سفت بود [۸]. در تحقیق دیگری که به وسیله خلیل<sup>۲</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۰ انجام گرفت، اثرات افزودن مالت به نسبتهای مختلف بر خواص رئولوژیک و فعالیت  $\alpha$ -آمیلاز خمیر آرد گندم بررسی شد. نتایج نشان داد تغییر معناداری در میزان جذب آب با افزودن مالت ایجاد نگردید. با افزودن ۱ و ۲٪ مالت به آرد، زمان اختلاط اندکی و با ۳، ۴ و ۵٪ مالت شدیداً کاهش یافت. همچنین پایداری خمیر با افزودن ۱٪ مالت بهبود یافت اما با ۲٪ یا بیشتر، پایداری خمیر شدیداً کاهش یافت و نیز افزودن ۱٪ مالت، سست شدن خمیر را کاهش، اما افزودن ۲٪ یا بیشتر، سست شدن را به طور معناداری افزایش داد [۹].

حجتی و همکاران در سال ۱۳۸۱، در تحقیقی تأثیر میزان فعالیت آلفا آمیلازی آرد گندم را بر کیفیت نان باگت و بیاتی آن بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد فعالیت آنزیمی  $\alpha$ -آمیلازی آردها برای تولید نان باگت، کم بوده (عدد فالینگ بالا: ۳۱۹/۷ تا ۴۵۰/۷)؛ لذا برای کاهش عدد فالینگ آردها، ۲/۴-۰/۷٪ آرد مالت جو افزوده شد. قبل از بهینه سازی عدد فالینگ، حجم نانهای باگت تهیه شده با میزان فعالیت  $\alpha$ -آمیلاز رابطه مستقیم داشت (معکوس با عدد فالینگ) ولی پس از بهینه سازی، حجم نانها تقریباً یکسان بود. همچنین نتایج ارزیابی حسی نشان داد افزودن آرد مالت جو تأثیر مثبتی در به تأخیر انداختن بیاتی داشته

مطلبی و همکاران در سال ۱۳۸۲، در تحقیقی به بررسی اثرات افزودن مالت روی کیفیت نانهای حجیم پرداختند. به این منظور، آرد مالت جو به میزان ۰/۵، ۱ و ۲٪ به آرد گندم اضافه شد. نتایج نشان داد با افزودن مالت به آرد گندم، جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان مقاومت خمیر، و ارزش نانوائی کاهش و درجه سست شدن پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه افزایش یافت که بیشترین اثر مربوط به افزودن ۲٪ مالت بوده است. در ارزیابی حسی نانهای تولید شده، نان حاوی ۰/۵٪ مالت دارای عطر و بو و نیز طعم و مزه بهتر از نان شاهد بوده ولی در حالت های ۱ و ۲٪ مالت، این شاخصها کاهش داشته اند. در نهایت پیشنهاد گردید که مالت در تولید نان نمی تواند در مقادیر بالاتر از ۰/۵٪ استفاده شود [۱۱].

## ۲- مواد و روشها

آرد ستاره و سبوس تولیدی کارخانه آرد آزادگان-تهران تهیه و ویژگیهای شیمیایی آنها شامل رطوبت (روش AACC ۱۶-۴۴)، پروتئین (۱۲-۴۶)، گلوتن مرطوب (۱۱-۳۸)، چربی (۲۵-۳۰)، خاکستر (۰۱-۰۸) و عدد فالینگ (دستگاه فالینگ نامبر مدل ۱۶۰۰، روش AACC ۸۱-۵۶) تعیین شد [۱۲].

به منظور تنظیم عدد فالینگ آردها، گندم، تهیه و به مدت ۹ ساعت در آب معمولی در دمای محیط خیسانده شد؛ سپس در دستگاه ژرمیناتور (مدل WEISS TECHNIK آلمان) در شرایط جوانه زدن (۲۴ ساعت در دمای  $25-30^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۸۰-۷۵٪) قرار گرفت. پس از جوانه زدن، گندمها به وسیله آسیاب (برابندر آلمان) تبدیل به آرد گندم جوانه زده (GWF)<sup>۳</sup> گردید. با تعیین عدد فالینگ GWF و انجام محاسبات (فرمول PLN) [۱۳]، درصدهایی از GWF به آردهای ستاره و سبوس گرفته افزوده شد تا در نهایت عددهای فالینگ آردهای مخلوط حاصله برابر

1. Triticale  
2. Khalil

3. Germinated Wheat Flour

### ۳- نتایج و بحث

#### ویژگیهای شیمیایی آردها

ویژگیهای آردهای اولیه (ستاره و سبوس گرفته) در جدول ۱ آمده است.

#### تنظیم عدد فالینگ

عددهای فالینگ به دست آمده برای آردهای ستاره، سبوس گرفته و GWF به ترتیب برابر بودند با: ۴۳۸، ۴۲۰ و ۶۲ ثانیه. به منظور تنظیم عدد فالینگ آردهای ستاره و سبوس گرفته معادل  $10 \pm$  (۳۵۰، ۳۰۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰) ثانیه، درصدهای مختلفی GWF به آنها افزوده شد (جدول ۲).

#### نتایج حاصل از فارینوگرام

شش ویژگی خمیر مانند جذب آب، زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر، درجه سست شدن خمیر به وسیله فارینوگرام پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه و ارزش نانوائی (والریمتری) آرد مشخص شد. نتایج حاصل نشان داد در مورد هر دو نوع آرد با کاهش عدد فالینگ، جذب آب، زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر و ارزش والریمتری آرد کاهش و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه افزایش یافت. آنچه مشخص است اینکه تفاوت معناداری عمدتاً بین آردهای دارای اعداد فالینگ متوالی به دست نیامد؛ اما با افزایش تفاوت بین اعداد فالینگ (مثلاً از ۳۵۰ به ۱۵۰)، کلیه پارامترها تفاوت معناداری نشان دادند. نتایج حاصل نشان می‌دهد افزایش درصد GWF، مستقل از نوع آرد موجب افزایش فعالیت پروتئولیتیکی شده و با هیدرولیز گلوتن؛ پروتئین اصلی آرد که عامل مقاومت خمیر است، موجب تضعیف شبکه گلوتن، کاهش جذب آب و در نهایت کاهش ارزش نانوائی آرد می‌شود که کاملاً منطبق با نظرات Harinder می‌باشد [۱۴]. هرچند کاهش جذب آب تا حدودی می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آمیلولیتیک و هیدرولیز نشاسته آسیب دیده باشد؛ زیرا نشاسته آسیب دیده نسبت به نشاسته سالم جذب آب بالاتری

$10 \pm (350, 300, 250, 200, 150)$  ثانیه شود.

آردهای اولیه و آردهای مخلوط به وسیله دستگاههای فارینوگراف (روش ۲۱-۵۴) و اکستنسوگراف برابندر (روش ۱۰-۵۴) آزمایش شدند. همچنین عدد مالتوز آنها تعیین (روش ۱۵-۲۲) و در ادامه از تمامی آردهای ستاره (شاهد و مخلوط) در شرایط یکسان نان بربری و از آردهای سبوس گرفته نان لواش تهیه و در اختیار ۸ نفر ارزیاب متخصص برای ارزیابی حسی کیفیت تام<sup>۱</sup> نانها به روش رتبه بندی<sup>۲</sup> قرار گرفت به طوری که نان با کیفیت بهتر به لحاظ شکل، رنگ، ویژگیهای پوسته و مغز نان، طعم و قابلیت جویدن حائز رتبه ۱ و نان با کیفیت نازل حائز رتبه ۶ گشت. شرایط تولید نانهای بربری و لواش به صورت زیر بوده است:

نان لواش: ۳ kg آرد، ۱۰ gr مخمر، ۱۵ gr نمک، زمان اختلاط ۱۵ دقیقه، زمان تخمیر اولیه ۵۵ دقیقه، زمان تخمیر ثانویه ۷ دقیقه، دمای تنور  $350-300^{\circ}\text{C}$ ، مدت زمان پخت حدود ۱ دقیقه

نان بربری: ۳ kg آرد، ۱۵ gr مخمر، ۴۵ gr نمک، زمان اختلاط ۷ دقیقه، زمان تخمیر اولیه ۵۵ دقیقه، زمان تخمیر ثانویه ۱۰ دقیقه، دمای تنور  $320-280^{\circ}\text{C}$ ، مدت زمان پخت حدود ۸ دقیقه.

#### ۱-۲ تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشها به استثنای ارزیابی حسی، در ۳ تکرار انجام گرفت و نتایج ارائه شده، میانگین سه تکرار می باشد. به منظور ارزیابی داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد؛ به این ترتیب که برای تعیین وجود اختلاف معنادار بین داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حاصل از ارزیابی حسی، آزمون فریدمن مورد استفاده قرار گرفت.

1. Overall quality
2. Ranking

دارد [۱۵] (جدول ۳).

جدول ۱ ویژگیهای آردهای اولیه (ستاره و سبوس گرفته)

| ویژگی      | رطوبت (%) | پروتئین (%) | گلو تن مرطوب (%) | چربی (%) | خاکستر (%) | عدد فالینگ (Sec) |
|------------|-----------|-------------|------------------|----------|------------|------------------|
| سبوس گرفته | ۱۰/۰۴     | ۱۰/۶۷       | ۲۹/۱             | ۱/۴۰     | ۰/۸۳       | ۴۲۰              |
| ستاره      | ۱۰/۶۳     | ۱۰/۳۲       | ۲۹/۲             | ۱/۲۱     | ۰/۶۰       | ۴۳۸              |

جدول ۲ درصدهای GWF افزوده شده به آردهای ستاره و سبوس گرفته برای رسیدن به عدد فالینگ مورد نظر

| عدد فالینگ مورد نظر | درصد آرد سبوس گرفته | درصد آرد گندم | عدد فالینگ مورد نظر | درصد آرد ستاره | درصد آرد گندم |
|---------------------|---------------------|---------------|---------------------|----------------|---------------|
| ۳۵۰                 | ۹۹/۲۱               | ۰/۷۹          | ۳۵۰                 | ۹۹/۰۶          | ۰/۹۴          |
| ۳۰۰                 | ۹۸/۳۹               | ۱/۶۱          | ۳۰۰                 | ۹۸/۲۴          | ۱/۷۶          |
| ۲۵۰                 | ۹۷/۱۵               | ۲/۸۵          | ۲۵۰                 | ۹۷/۰۰          | ۳/۰۰          |
| ۲۰۰                 | ۹۵/۰۸               | ۴/۹۲          | ۲۰۰                 | ۹۴/۹۴          | ۵/۰۶          |
| ۱۵۰                 | ۹۰/۹۵               | ۹/۰۵          | ۱۵۰                 | ۹۰/۸۱          | ۹/۱۹          |

جدول ۳ نتایج حاصل از فارینوگرام آرد سبوس گرفته و ستاره

| ردیف | نوع آرد                      | درصد جذب آب (%) | زمان گسترش خمیر (min) | زمان مقاومت خمیر (min) | درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه | شدن خمیر پس از ۲۰ دقیقه | ارزش والریمتری |
|------|------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------|
| ۱    | سبوس گرفته شاهد (فالینگ ۴۲۰) | ۶۰/۳            | ۳/۹۲                  | ۴/۰۸                   | ۶۰/۰۰                            | ۱۰۰/۰۰                  | ۵۲/۰۰          |
| ۲    | سبوس گرفته فالینگ ۳۵۰        | ۵۹/۹            | ۳/۶۱                  | ۴/۲۵                   | ۶۱/۶۷                            | ۱۰۱/۶۷                  | ۵۰/۳۳          |
| ۳    | سبوس گرفته فالینگ ۳۰۰        | ۵۹/۸            | ۳/۴۲                  | ۳/۹۲                   | ۶۶/۶۷                            | ۱۱۰/۰۰                  | ۴۸/۶۷          |
| ۴    | سبوس گرفته فالینگ ۲۵۰        | ۵۹/۸            | ۳/۱۷                  | ۴/۰۰                   | ۷۰/۰۰                            | ۱۱۶/۶۷                  | ۴۸/۳۳          |
| ۵    | سبوس گرفته فالینگ ۲۰۰        | ۵۹/۱            | ۳/۳۶                  | ۳/۴۲                   | ۷۶/۶۷                            | ۱۲۸/۳۳                  | ۴۷/۶۷          |
| ۶    | سبوس گرفته فالینگ ۱۵۰        | ۵۸/۸            | ۳/۰۸                  | ۳/۵۰                   | ۸۱/۶۷                            | ۱۳۰/۰۰                  | ۴۶/۰۰          |
|      |                              |                 |                       |                        |                                  |                         |                |
| ۱    | ستاره شاهد (فالینگ ۴۳۸)      | ۵۸/۸            | ۳/۱۷                  | ۴/۳۶                   | ۷۱/۱۰                            | ۱۲۶/۱۰                  | ۴۸/۶۷          |
| ۲    | ستاره فالینگ ۳۵۰             | ۵۷/۹            | ۳/۰۸                  | ۴/۱۷                   | ۷۳/۳۳                            | ۱۳۰/۰۰                  | ۴۸/۳۳          |
| ۳    | ستاره فالینگ ۳۰۰             | ۵۷/۴            | ۳/۵۰                  | ۳/۹۲                   | ۸۰/۰۰                            | ۱۳۶/۶۷                  | ۴۸/۳۳          |
| ۴    | ستاره فالینگ ۲۵۰             | ۵۷/۴            | ۳/۱۷                  | ۳/۷۵                   | ۸۳/۳۳                            | ۱۴۰/۰۰                  | ۴۶/۶۷          |
| ۵    | ستاره فالینگ ۲۰۰             | ۵۷/۱            | ۲/۵۰                  | ۳/۶۷                   | ۹۰/۰۰                            | ۱۵۶/۶۷                  | ۴۲/۳۳          |
| ۶    | ستاره فالینگ ۱۵۰             | ۵۶/۶            | ۲/۱۷                  | ۳/۳۳                   | ۱۰۳/۳۳                           | ۱۷۰/۰۰                  | ۳۸/۶۷          |

## نتایج حاصل از اکستنسوگرام

سه ویژگی خمیر مانند مقاومت خمیر در مقابل کشش، قابلیت کشش خمیر و انرژی در سه زمان تخمیر ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه به وسیله اکستنسوگرام تعیین گردید. نتایج این تحقیق نشان داد کلیه فاکتورهای مذکور، در هر کدام از زمانهای تخمیر با کاهش عدد فالینگ در هردو نوع آرد کاهش داشته است؛ همانند فارینوگرام، نتایج اکستنسوگرام نشان دهنده افزایش فعالیت پروتولیتیک و هیدرولیز گلوتن بخصوص در آردهای با عدد فالینگ پایین و حاوی درصد بالاتری GWF می باشد [۱۶]. در این میان کاهش فاکتور انرژی - که بیانگر سطح زیر منحنی اکستنسوگرام و مبین قدرت خمیر است - اهمیت بیشتری دارد.

همچنین مشخص شد با کاهش عدد فالینگ، به تدریج خمیر مقاومت خود را در مقابل تخمیر از دست می دهد و تحمل تخمیر طولانی مدت را ندارد؛ به طوری که در مورد آرد ستاره با عدد فالینگ ۱۵۰ ثانیه، به علت سست بودن بیش از حد خمیر نمودار در زمان تخمیر ۱۳۵ دقیقه، رسم نگردید و در مورد آردهای دیگر، با افزایش زمان تخمیر از ۴۵ به ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه، فاکتورهای اندازه گیری شده با اکستنسوگرام کاهش معناداری نشان دادند. از این رو می توان نتیجه گرفت با کاهش عدد فالینگ باید مراحل تخمیر را کوتاه تر کرده تا خمیر سریع تر پخت شود. نتایج در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴ نتایج حاصل از اکستنسوگرام آرد سبوس گرفته و ستاره

| ردیف | آرد                          | زمان تخمیر | مقاومت به کشش (Bu) | قابلیت کشش خمیر (mm) | انرژی |
|------|------------------------------|------------|--------------------|----------------------|-------|
| ۱    | سبوس گرفته شاهد (فالینگ ۴۲۰) | ۴۵         | ۱۹۸/۶۷             | ۱۹۹/۳۳               | ۵۸/۶۷ |
|      |                              | ۹۰         | ۱۸۵/۳۳             | ۲۰۱/۶۷               | ۵۴/۶۷ |
|      |                              | ۱۳۵        | ۱۵۹/۶۷             | ۲۰۲/۰۰               | ۴۰/۳۳ |
| ۲    | سبوس گرفته فالینگ ۳۵۰        | ۴۵         | ۱۷۸/۳۳             | ۲۰۱/۰۰               | ۵۶/۰۰ |
|      |                              | ۹۰         | ۱۷۲/۳۳             | ۲۰۴/۳۳               | ۵۱/۳۳ |
|      |                              | ۱۳۵        | ۱۴۵/۶۷             | ۲۰۹/۰۰               | ۴۵/۳۳ |
| ۳    | سبوس گرفته فالینگ ۳۰۰        | ۴۵         | ۱۵۵/۰۰             | ۱۸۱/۶۷               | ۴۰/۳۳ |
|      |                              | ۹۰         | ۱۲۸/۳۳             | ۱۶۷/۶۷               | ۳۲/۰۰ |
|      |                              | ۱۳۵        | ۱۱۰/۰۰             | ۱۶۵/۳۳               | ۲۹/۳۳ |
| ۴    | سبوس گرفته فالینگ ۲۵۰        | ۴۵         | ۱۵۰/۰۰             | ۱۷۶/۳۳               | ۳۹/۰۰ |
|      |                              | ۹۰         | ۱۲۲/۶۷             | ۱۷۰/۰۰               | ۲۶/۳۳ |
|      |                              | ۱۳۵        | ۱۱۸/۳۳             | ۱۶۱/۰۰               | ۲۶/۰۰ |
| ۵    | سبوس گرفته فالینگ ۲۰۰        | ۴۵         | ۱۵۰/۰۰             | ۱۷۵/۰۰               | ۳۸/۰۰ |
|      |                              | ۹۰         | ۱۲۰/۰۰             | ۱۶۰/۰۰               | ۲۵/۶۷ |
|      |                              | ۱۳۵        | ۱۰۸/۳۳             | ۱۵۳/۰۰               | ۲۱/۰۰ |
| ۶    | سبوس گرفته فالینگ ۱۵۰        | ۴۵         | ۱۴۵/۰۰             | ۱۷۵/۰۰               | ۳۶/۶۷ |
|      |                              | ۹۰         | ۱۱۶/۶۷             | ۱۵۹/۶۷               | ۲۴/۳۳ |
|      |                              | ۱۳۵        | ۱۰۸/۳۳             | ۱۵۵/۳۳               | ۲۱/۰۰ |

ادامه جدول ۴ نتایج حاصل از اکستنسوگرام آرد سبوس گرفته و ستاره

| ردیف | آرد                         | زمان تخمیر | مقاومت به کشش<br>(Bu) | قابلیت کشش خمیر<br>(mm) | انرژی |
|------|-----------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| ۱    | ستاره شاهد (فالینگ<br>(۴۳۸) | ۴۵         | ۲۰۳/۳۳                | ۱۶۷/۰۰                  | ۵۰/۳۳ |
|      |                             | ۹۰         | ۱۲۶/۰۰                | ۱۶۵/۰۰                  | ۲۴/۰۰ |
|      |                             | ۱۳۵        | ۹۵/۰۰                 | ۱۶۰/۳۳                  | ۲۱/۰۰ |
|      |                             | ۴۵         | ۱۹۰/۰۰                | ۱۶۶/۶۷                  | ۴۸/۳۳ |
| ۲    | ستاره فالینگ ۳۵۰            | ۹۰         | ۱۳۸/۳۳                | ۱۴۸/۰۰                  | ۲۷/۰۰ |
|      |                             | ۱۳۵        | ۱۱۴/۰۰                | ۱۵۱/۰۰                  | ۲۰/۶۷ |
|      |                             | ۴۵         | ۱۳۵/۰۰                | ۱۶۴/۶۷                  | ۳۳/۳۳ |
|      |                             | ۹۰         | ۹۷/۶۷                 | ۱۴۳/۳۳                  | ۲۲/۶۷ |
| ۳    | ستاره فالینگ ۳۰۰            | ۱۳۵        | ۸۵/۰۰                 | ۱۴۰/۶۷                  | ۱۵/۳۳ |
|      |                             | ۴۵         | ۱۳۱/۶۷                | ۱۶۶/۳۳                  | ۳۱/۳۳ |
|      |                             | ۹۰         | ۹۵/۶۷                 | ۱۴۶/۰۰                  | ۱۸/۰۰ |
|      |                             | ۱۳۵        | ۷۰/۰۰                 | ۱۲۳/۰۰                  | ۱۰/۶۷ |
| ۴    | ستاره فالینگ ۲۵۰            | ۴۵         | ۱۲۰/۰۰                | ۱۴۸/۳۳                  | ۲۶/۳۳ |
|      |                             | ۹۰         | ۷۸/۶۷                 | ۱۳۰/۰۰                  | ۱۶/۳۳ |
|      |                             | ۱۳۵        | ۷۳/۳۳                 | ۱۲۲/۰۰                  | ۱۲/۰۰ |
|      |                             | ۴۵         | ۱۱۵/۰۰                | ۱۵۲/۶۷                  | ۲۵/۶۷ |
| ۵    | ستاره فالینگ ۲۰۰            | ۹۰         | ۷۵/۶۷                 | ۱۳۰/۳۳                  | ۱۷/۳۳ |
|      |                             | ۱۳۵        | —*                    | —                       | —     |

\* نمودار رسم نگردید

## نتایج آزمون عدد مالتوز

عدد مالتوز عبارتست از میزان مالتوز ایجاد شده در ۱۰۰ g آرد در مدت ۱ ساعت و با روش استاندارد بلیش و سانسند اندازه گیری می شود. نتایج این آزمون نشان داد در هر دو نوع آرد با کاهش عدد فالینگ، عدد مالتوز افزایش می یابد. این افزایش حتی در مورد آردهایی با عدد فالینگ متوالی هم، معنادار بود. این نتیجه نشان دهنده افزایش فعالیت آمیلولیتیک در اثر افزایش درصد GWF، هیدرولیز نشاسته و افزایش قند احیاکننده و قابل تخمیر در آرد می باشد. این نتایج با بررسی Lukow در سال ۱۹۸۴ تطابق دارد [۱۷] (جدول ۵).

## نتایج ارزیابی حسی نانهای بربری و لواش

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که افزودن GWF به آردها و افزایش فعالیت آنزیمهای آمیلولیتیک و پروتئولیتیک بر کیفیت نان حاصله نیز مؤثر است [۱۸] به طوری که با کاهش عدد فالینگ، نان حاصله دارای کیفیت نازل تر تشخیص داده شد. در مورد نان لواش، نان حاصل از آرد با عدد فالینگ ۴۲۰ ثانیه بهترین کیفیت را داشته ولی اختلاف معناداری با نان حاصل از آرد با عدد فالینگ ۳۵۰ ثانیه نداشت. در مورد نان بربری، نان حاصل از آرد با عدد فالینگ ۳۵۰ ثانیه بهترین کیفیت را داشته ولی اختلاف معناداری با نان حاصل از آردهایی با عدد فالینگ ۳۰۰ و ۲۵۰ ثانیه نداشت. از این رو عدد فالینگ مطلوب آرد سبوس گرفته برای تولید نان لواش، ۳۵۰-۴۲۰ ثانیه و آرد ستاره برای تولید نان بربری، ۳۵۰-۲۵۰ ثانیه تشخیص داده شد.

جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون عدد مالتوز آرد سبوس گرفته و ستاره در مقایسه با آرد گندم سالم و جوانه زده

| نوع آرد    | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته   | آرد گندم جوانه زده |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------------|
| شاهد       | ۳۵۰        | ۳۰۰        | ۲۵۰        | ۲۰۰        | ۱۵۰        | فالینگ       | گندم               |
| عدد مالتوز | ۱/۴۴       | ۱/۶۱       | ۱/۸۶       | ۲/۱۹       | ۲/۷۶       | ۳/۳۶         | ۵/۱۷               |
| نوع آرد    | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته | سبوس گرفته   | آرد گندم جوانه زده |
| شاهد       | ۳۵۰        | ۳۰۰        | ۲۵۰        | ۲۰۰        | ۱۵۰        | ستاره فالینگ | گندم               |
| عدد مالتوز | ۱/۱۶       | ۱/۳۳       | ۱/۸۲       | ۲/۰۳       | ۲/۰۵       | ۳/۲۸         | ۵/۱۷               |

آرد با عدد فالینگ ۲۵۰ ثانیه داشت؛ به این معناکه افزایش عدد فالینگ از حد مطلوب نیز کیفیت نان حاصل را کاهش می دهد (جدول ۶).

آنچه در ارزیابی مشخص بود اینکه اولاً اختلاف معناداری بین ارزیابها در ارزیابی وجود نداشته ثانیاً در مورد نان بربری، نان حاصل از آرد شاهد (فاقد GWF) رتبه ای همانند نان حاصل از

جدول ۶ نتایج ارزیابی حسی نانهای بربری و لواش

| نوع نان | عدد فالینگ | مجموع رتبه ها* |
|---------|------------|----------------|
| بربری   | ۴۳۸ (شاهد) | ۲۹ b           |
|         | ۳۵۰        | ۱۲ a           |
|         | ۳۰۰        | ۱۴ a           |
|         | ۲۵۰        | ۲۵ a,b         |
|         | ۲۰۰        | ۴۴ c           |
|         | ۱۵۰        | ۴۴ c           |
| لواش    | ۴۲۰ (شاهد) | ۹ d            |
|         | ۳۵۰        | ۱۶ d,e         |
|         | ۳۰۰        | ۲۴ e,f         |
|         | ۲۵۰        | ۳۲ f,g         |
|         | ۲۰۰        | ۴۴ g           |
|         | ۱۵۰        | ۴۳ g           |

\*رتبه هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند، طبق آزمون فریدمن با یکدیگر اختلاف معنادار دارند

## ۵- نتیجه گیری

GWF به مقدار اندک، تغییر معناداری در ویژگیهای خمیر حاصل، ایجاد نکرد؛ اما با افزایش درصد GWF و کاهش شدید عدد فالینگ، آرد حاصله مقاومت خود را از دست داده، خمیر در هنگام تولید نان چسبنده، شل و وارفته بوده، به علت انجام

نتایج حاصل از آزمونهای مختلف نشان می دهد افزودن GWF به آرد سالم موجب کاهش ارزش نانوائی خمیر می شود. افزودن

wheat cultivars: their carbohydrate profile and its relation to tandoori roti quality. Food Chemistry 2000; 68: 185-90.

- [2] Leelavathi K, Rao PH. Chapati from germinated wheat. Journal of Food Science and Technology 1988; 25: (3) 162-64.
- [3] Kaur M, Bains GS. Effect of amylase supplements on the rheological and baking quality of Indian wheats, Journal of Food Science and Technology 1976; 13: 328-32.
- [4] Chavan JK, Kadam SS. Nutritional improvement of cereals by sprouting. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 1989; 28 : (5) 401-37.
- [5] Ranhotra GS, Loewe RJ, Lehmann TA. Breadmaking quality and nutritive value of sprouted wheat". Journal of Food Science 1977; 42 : (5) 1373-75.
- [6] Leelavathi K, Vetrmani R, Rao H. Change in functional characteristics of wheat during soaking and subsequent germination. Journal of Food Science and Technology 1990; 27 : (5) 349-54.
- [7] Sharma S, Nagi HPS, Sekhon KS. Effect of blending laboratory sprouted grains on milling and baking properties of wheat. Journal of Food Science and Technology 1988; 25: (6) 330-34.
- [8] Tohver M, Kann A, Tahl R, Mihhalevski A, Hakman J. Quality of triticle cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. Food Chemistry, in press 2004.

واکنشهای قهوه ای شدن، رنگ نان حاصل، تیره تر و در ارزیابی حسی، رتبه پایین تری را به خود اختصاص دادند.

معنادر نبودن اختلاف بین آردهای دارای عدد فالینگ متوالی در نتایج حاصل از فارینوگرام و اکستنسوگرام در مورد هر دو نوع آرد و در مقابل، معنادر بودن اختلاف در عدد مالتوز بین عددهای فالینگ متوالی نشان می دهد در اثر جوانه زدن گندم، افزایش فعالیت پروتئولیتیک در مقایسه با افزایش فعالیت آمیلولیتیک بسیار کمتر است [۱۹].

با توجه به نتایج حاصل از آزمونهای فارینوگراف، اکستنسوگراف و بخصوص ارزیابی حسی نتیجه گرفته می شود در مورد نان لواش، نانهای حاصل از آردهای دارای عدد فالینگ ۳۵۰-۴۲۰ ثانیه و در مورد نان بربری، نانهای حاصل از آردهای دارای عدد فالینگ ۲۵۰-۳۵۰ ثانیه دارای بهترین کیفیت هستند.

از آنجا که افزایش فعالیت آنزیماتیک در گندم حتی با وجود جوانه زدن مخفی هم رخ می دهد و از طرفی آزمایش عدد فالینگ ساده و کاملاً مشابه فرایندهایی است که در طول پخت رخ می دهد و با توجه به اینکه این شاخص در تمامی کشورها به عنوان استاندارد صادرات، واردات و خرید گندم در نظر گرفته می شود [۲۰]، ضروری است تا این شاخص در تجارت گندم لحاظ شده با تهیه گندم مرغوب و نتیجتاً نان مطلوب، ضایعات نان در کشور کاهش یابد.

#### ۴- تشکر و قدردانی

از زحمات پرسنل محترم پژوهشکده غله و نان کشور برای ارائه امکانات مورد نیاز تحقیق، گروه ارزیابی حسی پژوهشکده غله و نان و پرسنل آزمایشگاه دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به جهت مساعدت در انجام آزمایشهای شیمیایی تشکر می شود.

#### ۵- مراجع

- [1] Saxena DC, Salimath PV, Rao PH. Indian

- [9] Khalil AH, Mansour EH, Dawoud FM. Influence of malt on rheological and baking properties of wheat-cassava composite flours. *Lebensmittel - Wissenschaft Und-Technologie*; 2000; 33: 159-64.
- [۱۰] حجتی م. تأثیر میزان فعالیت آلفاآمیلازی آرد گندم بر کیفیت نان باگت. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۸۱؛ ص ۱۲۸.
- [۱۱] مطلبی غ. بررسی اثرات مالت گندم و آرد سویا (فعال و غیرفعال) روی کیفیت نانهای حجیم. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات ۱۳۸۲، ص ۱۲۴.
- [12] AACC. Approved methods of american association of cereal chemists. 8<sup>th</sup> ed. The association, St. paul, minnesota, USA; 1983.
- [13] Mjorndal A. Benefits of the falling number method, calculation of mixtures and malt addition. NEWS. Published by falling number. Box 5101, S-141 05 HUDDINGE, Sweden 1985; No.56.
- [14] Harinder K, Singh T, Bains GS. Study of the effect of finger millet (*Eleusina Coracana*) and wheat malts in breadmaking. *Journal of Food Science and Technology* 1989; 26(2) 95-98.
- [15] Singh H, Singh N, Kaur L, Saxena SK. Effect of sprouting conditions on functional and dynamic rheological properties of wheat. *Journal of Food Engineering*; 2001; 47: 23-29.
- [16] Indrani D, Rao GV. Effect of chemical composition of wheat flour and functional properties of dough on the quality of south Indian parotta. *Food Research International* 2000; 33:875-81.
- [17] Lukow OM, Bushuk W. Influence of germination on wheat quality.I. Functional (breadmaking) and biochemical properties. *Cereal Chemistry*; 1984; 61 (4) 336-39.
- [18] Singh N, Sekhon KS, Nagi HPS. Laboratory sprout damage and effect of heat treatment on milling and baking properties of Indian wheats. *Journal of Food Science* 1987; 52 (1) 176-79.
- [19] Ariyama T, Khan K. Effect of laboratory sprouting and storage on physicochemical and breadmaking properties of hard red spring wheat. *Cereal Chemistry* 1990; 67(1) 53-58.
- [20] Lásztity R, Salgó A. Quality assurance of cereals- past, present, future. *Periodica polytechnica ser, Chemical Engineering* 2002; 46 (1-2) 5-13.

# Determination of Optimum Falling Number for the Iranian Bread Flours (Barbari and Lavash) and Its Relation with Bread Quality

Feyzipour A.R.<sup>1</sup>, Seyedain A. S.M.<sup>2</sup> & Taslimi A.<sup>3\*</sup>

1. M.Sc. Graduate Student of Food Science and Technology, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, The Center of Cereal Researches, Tehran, Iran
3. Instructor of Food Science and Technology, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

Enzymatic reactions (amylolytic and proteolytic) in wheat flour which are the results of improper pre- and post harvest practices, cause problems in bread production and its qualitative parameters.

This research was carried out to determine the proper falling number (FN) for the two Iranian traditional flat breads (Barbari and Lavash).

The falling number of the germinated wheat flour (GWF), Barbari and Lavash bread flours, was determined. In order to adjust the falling numbers, different amounts of Barbari and Lavash flours were mixed with the different percents of GWF to reach to FNs of (150, 200, 250, 300 and 350)  $\pm$  10 seconds. The mixtures were tested in Farinograph and Extensograph. Maltose value was also calculated and sensory analysis was done on the baked breads.

Results of Farinograph and Extensograph tests indicated that enzymic hydrolysis of gluten which is related to the increase of the percent of GWF, would weaken the strength of gluten network and the dough. Maltose figure test also showed that there is a negative correlation between maltose value and FN. The results of sensory analysis showed that acceptance of breads would be affected by FNs of the flours; therefore the proper FNs for Lavash and Barbari flours were determined to be 350-420 and 250-350 seconds, respectively.

Since the reduction of bread wastage is very important from economic point of view in our country, much attention should be paid to the pre and post harvest conditions and also due to the close relation of these practices to the falling number, it should be noticed in the baking process of both breads.

**Key words:** Barbari, Lavash, Falling Number, Farinograph, Extensograph, Maltose Figure.

\* Corresponding author E-mail address: info@nftif.org