اثر اختلاط آرد قوی و ضعیف بر شاخص رِئولوژیکی و کیفی آرد و نان تولیدی

حسن گوران[۱]، سکینه واثقی[۲*]، مریم ولی نژاد[۲]

۱- کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

۲-استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

*نویسنده مسئول: vaseghi_s76@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۰۹، پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

چکیده

آرد و نان سهم زیادی از سفره و رژیم غذایی ایرانیان را تشکیل می‌دهد؛ اما ضعیف بودن گندم‌های تولیدی کشور، از مشکلات همیشگی صنعت آرد و نان می‌باشد که عامل مشکلات فراوانی در این صنعت شده است و اختلاط آرد همواره به‌عنوان راهکار اصلی اجرا می‌شود. در تحقیق حاضر، اختلاط آرد قوی با آرد ضعیف در نسبت‌های مختلف و اثر آن بر شاخص‌های مختلف کیفی آرد و نان تولیدی، بررسی گردید. ابتدا نمونه‌های آرد ۱۸ درصد از واریته گندم سرداری که از ارقام ضعیف گندم می باشد، تهیه و به نسبت‌های ۲۰-۸۰، ۳۰-۷۰، ۵۰-۵۰، ۷۰-۳۰ و ۸۰-۲۰ درصد با آرد ۱۸ درصد با نمونه گندم قوی رقم N۸۰-۱۹ اختلاط شده و شاخص‌های رئولوژیکی و کیفی (شامل درصد گلوتن مرطوب، درصد گلوتن خشک، اندیس گلوتن، آزمون زلنی، فالینگ نامبر، درصد خاکستر، درصد رطوبت، اندازه‌گیری رنگ آرد با تکنیک پردازش تصویر) بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمار اختلاط ۷۰ درصد آرد ضعیف با ۳۰ درصد آرد قوی، به دلیل بالا بودن کلیه شاخص‌های مربوط به آرد و نان شامل: درصد گلوتن خشک و مرطوب، اندیس گلوتن، عدد زلنی و فالینگ، درصد خاکستر و رطوبت و پروتئین، بافت، عطر و بو، قابلیت جویدن، تخلخل، شکل ظاهر و شاخص‌های رنگ نان، نسبت به سایر اختلاط‌ها و نیز عدم اختلاف معنی‌دار نسبت به اختلاط‌های با درصد آرد قوی بالاتر، می‌تواند به‌عنوان بهترین اختلاط پیشنهاد گردد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت آرد، اختلاط آرد، آرد ضعیف، آرد قوی

مقدمه

نان، فراورده اصلی گندم می‌باشد و اهمیت نان در سبد غذایی مردم و نقش آن در تغذیه و سلامت جامعه بر کسی پوشیده نیست. نان، غذای اصلی مردم ایران و تأمین‌کننده بخش اعظم کالری و پروتئین دریافتی آن‌ها است. به‌طور متوسط بیش از نیمی از انرژی و پروتئین دریافتی خانوارها از محل مصرف نان، تأمین می‌شود به‌طوری‌که بر اساس آمار، هر فرد کم‌درآمد شهری ۶۰ درصد انرژی و ۶۷ درصد پروتئین دریافتی خود و هر فرد کم‌درآمد روستایی ۶۶ درصد انرژی و ۷۲ درصد پروتئین دریافتی خود را از محل مصرف نان تأمین می‌نماید (۱). کیفیت فرآورده‌های آردی ارتباط مستقیمی با شاخص‌های کیفی آرد مصرفی دارد تا جایی که ۵۱ درصد کیفیت این محصولات به کیفیت مواد اولیه من‌جمله آرد باز می‌گردد؛ اما از آن جائیکه کیفیت ماده اصلی تولید آرد یعنی گندم در ارقام مختلف، شرایط متفاوت آب و هوایی و شرایط کاشت، داشت و برداشت متفاوت می‌باشد و کارخانجات آرد با توجه به استاندارد ۱۰۳ آرد می‌بایست آرد با خصوصیات تعریف شده تولید کنند، اقدام به اختلاط گندم در سیلوها و کارخانجات آرد می‌نمایند و از سوی دیگر در نانوایی‌ها و صنایع نیز با توجه به نوع محصول تولیدی آردهایی با خصوصیات مختلف را با درصدهای موردنظر اختلاط نموده و ترکیب مناسب را ایجاد و مصرف می‌نمایند. امینی و همکاران در سال ۱۳۹۱ بر روی ۲۰ رقم کشت شده در ایران مطالعه کردند و گزارش نمودند که ارقام شیراز، بم، شاه‌پسند، اکبری، بزوستایا، گاسپارد و هامون به دلیل بالا بودن مقدار پروتئین، گلوتن و اندیس گلوتن

برای تولید فرآورده‌هایی مثل نان مناسب هستند (۲). بهرامی و شاهدی در سال ۲۰۰۷ ویژگی‌های شیمیایی سه رقم مهدوی، کویر و M7318 را در منطقه اصفهان بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که آرد کویر دارای بالاترین فعالیت آنزیمی و بیشترین درصد پروتئین و گلوتن بود، درحالیکه آرد M7318 کمترین فعالیت آنزیمی و درصد پروتئین و گلوتن را داشت. نان‌های حاصل از این ارقام اختلاف معنی‌داری ازلحاظ بیاتی داشتند و کیفیت نان حاصل از رقم کویر بهتر از دو رقم دیگر بود و علت آن تفاوت بین ویژگی‌های شیمیایی ارقام گندم به‌ویژه فعالیت آلفا آمیلازی، درصد پروتئین و گلوتن است (۳). طبق یافته‌های ناصحی و طاهانژاد (۱۳۹۳) آرد قوی از گندم با مقدار پروتئین بالا به دست می‌آید و برای تهیه نان مناسب است، در حالیکه آرد حاصل از گندم نرم، مقدار پروتئین پایینی دارد و برای تهیه شیرینی‌جات مناسب است (۴). صحرائیان و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی برای، بهبود کیفیت آرد با اختلاط گندم مروارید از کردکوی و گندم وارداتی با رقم بزوستایا برای تعیین مصرف در صنایع پخت مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ویژگی‌های شیمیایی آرد حاصل از رقم‌های مروارید درصد گندم رقم بزوستایا ۳۰ و ۱۵ و بزوستایا شامل (رطوبت، خاکستر، پروتئین، گلوتن مرطوب و عدد فالینگ) اندازه‌گیری شد. سپس با افزودن نسبت‌های وزنی به گندم رقم مروارید، نمونه‌های آرد آماده شدند. در مرحله بعد ویژگی‌های نمونه‌های آرد تعیین و با حدود قابل‌قبول استاندارد ملی ایران مقایسه شدند. درصد، پروتئین و گلوتن مرطوب آردهای حاصل افزایش یافت. مقدار رطوبت، ۳۰ و ۱۵ نتایج نشان داد که با افزایش رقم بزوستایا به رقم مروارید در سطوح خاکستر و پروتئین کلیه نمونه‌ها با حدود قابل‌قبول استاندارد ملی ایران مطابقت داشت، اما آرد نول حاصل از رقم بزوستایا با حدود قابل‌قبول استاندارد ملی ایران مطابقت نداشت. همچنین در عدد فالینگ آردهای حاصل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بیشتر از حد قابل‌قبول استاندارد ملی ایران بود. نمونه‌ی حاوی ۳۰ درصد رقم بزوستایا، بهترین تیمار برای صنایع نانوایی و قنادی پیشنهاد گردید (۵). میر مجیدی و عباسی (۱۳۹۱) نشان دادند که گونهٔ گندم و نسبت اختلاط آرد با عصاره به‌تنهایی و به‌طور همزمان تأثیر معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده دارند و نیز اینکه گونهٔ هیرمند و نسبت اختلاط آرد بر مبنای ۱:۲ (دو قسمت آرد به یک قسمت گندم اولیه) ازلحاظ تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به‌عنوان تیمارهای برتر انتخاب شدند (۶). پورصفر و همکاران (۱۳۸۹) دو نمونه گندم از واریته‌های مختلف کرج ۱ (کیفیت نانوایی ضعیف تا متوسط) و آذر (متوسط مختلف تا خوب) جهت استحصال نشاسته و گلوتن با استفاده از روش مارتین مورد فرآوری قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق تأثیر واریته گندم را در جداسازی نشاسته و گلوتن تائید کرد. همچنین مشخص شد که کیفیت نانوایی، نحوه عملکرد آرد و جداسازی نشاسته و گلوتن از آن با یکدیگر ارتباط مستقیم دارند، هرچه کیفیت آرد در تولید نان بیشتر باشد، میزان بازیابی نشاسته و گلوتن از آن بیشتر خواهد بود (۷). ازآنجایی‌که هر گندم شرایط آسیابانی خاص خود را دارد، اختلاط گندم به دلایل فنی و صنعتی توصیه نمی‌شود و در کشورهای پیشرفته در کارخانجات آرد، اختلاط آرد به‌جای گندم انجام می‌شود که متأسفانه این عمل در کشور ما مرسوم نمی‌باشد و در مراکز مصرف آرد مانند نانوایی‌ها و صنایع آردی نیز اختلاط آرد به‌درستی صورت نمی پذیرد که بخش اعظم این مشکل به ضعف دانش فنی و اطلاعات علمی در این خصوص باز می‌گردد که متأسفانه با وجود مصرف بالای آرد و فرآورده‌های آرد تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام نشده است و اختلاط گندم و آرد بر اساس تجربه مسئولین کنترل کیفیت و آسیابانان و با توجه به کیفیت انواع مختلف آرد و آزمون و خطا صورت می‌پذیرد و از قاعده و قانون خاصی تبعیت نمی‌کند. لذا در این تحقیق نمونه‌های آرد از ارقام ضعیف گندم تهیه و در نسبت‌های مختلف با آرد از ارقام قوی گندم اختلاط شده و شاخص‌های رئولوژیکی و کیفی بررسی نموده و ترکیب مناسب اختلاط اعلام و در ادامه با پخت نان بربری و با انجام آزمون‌های تکمیلی بهترین تیمار معرفی گردد.

روش کار

این تحقیق در سال ۱۳۹۷ در شرکت غله و خدمات بازرگانی استان مازندران (ساری) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۷ تیمار و ۳ تکرار، انجام گردید. نمونه‌های آرد ۱۸ درصد از واریته گندم سرداری (از ارقام ضعیف گندم) و واریته گندم N۸۰-۱۹ (از ارقام قوی گندم) تهیه و در نسبت‌های ۲۰-۸۰، ۳۰-۷۰، ۵۰-۵۰، ۷۰-۳۰ و ۸۰-۲۰ اختلاط شده و شاخص‌های رئولوژیکی و کیفی (شامل درصد گلوتن مرطوب، درصد گلوتن خشک، اندیس گلوتن، آزمون زلنی، فالینگ نامبر، درصد خاکستر، درصد رطوبت، اندازه‌گیری رنگ آرد با تکنیک پردازش تصویر) بررسی نموده و ترکیب مناسب اختلاط اعلام و در ادامه با پخت نان بربری و انجام آزمون‌های تکمیلی مربوطه (شامل کیفیت نان بر اساس استاندارد ۲۶۲۸، تخلخل و رنگ آرد و نان تولیدی با تکنیک پردازش تصویر، بیاتی و ماندگاری نان) بهترین تیمار معرفی شد. بر همین اساس، t1: آرد ضعیف، t2: آرد قوی، t3: آرد ضعیف و آرد قوی به نسبت ۵۰-۵۰، t4: آرد ضعیف و آرد قوی به نسبت ۲۰-۸۰، t5: آرد ضعیف و آرد قوی به نسبت ۷۰-۳۰، t6: آرد ضعیف و آرد قوی به نسبت ۳۰-۷۰، t7: آرد ضعیف و آرد قوی به نسبت ۸۰-۲۰. آنالیز داده‌ها با استفاده از جداول تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۹۵ درصد با آزمون دانکن انجام شد و کلیه نتایج ارائه شده بر اساس میانگین سه تکرار خواهد بود. کلیه جداول و نمودارها نیز با نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

نتایج و بحث

- بررسی شاخص‌های مرتبط با آرد

بر اساس جدول تجزیه واریانس، آزمون‌های اندیس گلوتن، زلنی، عدد فالینگ و آزمون *a آرد در سطح ۵ درصد معنادار شده است (P<۰/۰۵). در آزمون‌های درصد گلوتن مرطوب، درصد گلوتن خشک، درصد خاکستر، درصد رطوبت، درصد پروتئین، آزمون *L آرد و آزمون *b آرد تغییرات تیماری بی‌اثر بوده و آزمون مربوطه معنادار نشده است (P>۰/۰۵).

جدول ۱- میانگین مربعات شاخص‌های مرتبط با آرد

تیمار	درصد گلوتن مرطوب	درصد گلوتن خشک	اندیس گلوتن	زلنی	عدد فالینگ	درصد خاکستر	درصد رطوبت	درصد پروتئین	L*	a*00	b*
t 1	۲۶/۵^{a}	۸/۷^{a}	۷۵/۰^{c}	۱۹/۰^{d}	۳۳۴^{d}	۰/۸۵^{a}	۱۴^{a}	۱۲/۴۱^{a}	۹۲/۶۸^{a}	۰/۷۵^{d}	۵/۱۱^{a}
t 2	۳۱/۰^{a}	۱۰/۵^{a}	۹۹/۳۹^{b}	۲۹^{a}	۴۰۹^{a}	۰/۸۴^{a}	۱۳/۹^{a}	۱۳/۴۵^{a}	۹۵/۷۱^{a}	۲/۲۵^{a}	۳/۵۲^{a}
t 3	۲۸/۶^{a}	۸/۹^{a}	۹۵/۸^{a}	۲۵^{abc}	۳۷۶^{b}	۰/۸۵^{a}	۱۳/۹^{a}	۱۲/۸۶^{a}	۹۴/۰۲^{a}	۱/۴۲^{bc}	۴/۶۱^{a}
t 4	۲۹/۸^{a}	۹/۷^{a}	۹۷/۱۰^{a}	۲۷^{ab}	۳۹۰^{b}	۰/۸۵^{a}	۱۳/۹^{a}	۱۳/۲۲^{a}	۹۵/۱۱^{a}	۲/۲۱^{a}	۳/۷۵^{a}
t 5	۲۷/۹^{a}	۸/۶^{a}	۹۴/۴۲^{a}	۲۳^{bcd}	۳۸۸^{b}	۰/۸۴^{a}	۱۴^{a}	۱۲/۷۹^{a}	۹۳/۲۵^{a}	۱/۱۸^{cd}	۴/۷۳^{a}
t 6	۲۹/۳^{a}	۹/۱^{a}	۹۶/۹^{a}	۲۶^{abc}	۳۵۱^{c}	۰/۸۵^{a}	۱۳/۹^{a}	۱۲/۹۸^{a}	۹۴/۹۱^{a}	۱/۹۵^{ab}	۳/۹۲^{a}
t 7	۲۷/۳^{a}	۸/۳^{a}	۹۳/۳۵^{b}	۲۲^{cd}	۳۴۵^{cd}	۰/۸۵^{a}	۱۴^{a}	۱۲/۵۸^{a}	۹۲/۹۱^{a}	۱/۲۵^{cd}	۴/۹۱^{a}

*اعداد به‌صورت میانگین (Mean) بیان شده است.

**حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲- جدول مقایسات میانگین تیمارهای مختلف با روش دانکن

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد گلوتن مرطوب	درصد گلوتن خشک	اندیس گلوتن	زلنی	عدد فالینگ	درصد خاکستر	درصد رطوبت	درصد پروتئین	L*	a*	b*
نوع آرد (تیمارها)	۶	ns ۷/۱۳۷	ns ۱/۷۰۴	* ۴/۳۴۵	* ۳/۸۵۷	* ۲۲۸۰/۸۵۷	ns ۰/۰۰۰۰۷۱	ns ۰/۰۰۹	ns ۰/۳۸۴	ns ۴/۲۱۴	* ۰/۹۸۳	ns ۱/۱۶۸
خطا (MSE)	۱۴	۶/۸۳۰	۱/۰۹۷	۲۷/۰۶۵	۶/۲۸۶	۷۵/۷۱۴	۰/۱۸۹	۱/۳۶۴	۱/۰۱۶	۲۶/۲۱۹	۰/۱۱۵	۱/۶۴۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۹/۱۸	۱۲/۴۱	۱۳/۷۵	۱۴/۶۱	۷/۳۳	۱۲/۹۵	۷/۰۱	۷/۰۵	۴/۷۱	۱۳/۸۹	۱۲/۸۱

ns: عدم اختلاف معنی‌دار * در سطح ۵ درصد

*: اختلاف معنی‌دار

درصد گلوتن خشک و مرطوب

مطابق جداول (۱) و (۲)، در خصوص درصد گلوتن خشک و درصد گلوتن مرطوب اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت و اثر اختلاط آردهای قوی با ضعیف بر این شاخص‌ها معنی‌دار نبود. هر چه درصد اختلاط آرد قوی با درصد گلوتن بیشتر در تیمارها بالاتر باشد درصد گلوتن مرطوب و خشک نمونه‌های مورد آزمون نیز بالاتر است. درصد گلوتن مرطوب در تیمار t4 که دارای ۸۰ درصد آرد قوی است، بالاترین مقدار بوده (۲۹/۸ درصد) و پس از آن تیمار t6 با ۷۰ درصد آرد قوی (۲۹/۳ درصد)، قرار دارد و در ادامه تیمار t3 با ۵۰ درصد آرد قوی (۲۸/۶ درصد) و درنهایت، تیمار شماره t5 (۲۷/۳ درصد)، قرار دارد. در خصوص درصد گلوتن خشک نیز، همانند درصد گلوتن مرطوب همین روند مشاهده شده است. مشاهده شد که هر چه درصد آرد قوی بالاتر باشد درصد گلوتن نیز بیشتر است. اگرچه این افزایش ازلحاظ آماری معنی‌دار نگردید.

اندیس گلوتن

مطابق جدول (۲)، اندیس گلوتن در اکثر تیمارهای آرد غیر از تیمار شماره ۵ اختلاف معنی‌داری را با آرد قوی نداشته ولی با آرد ضعیف اختلاف معنی‌دار دارند ($P<0/05$). بالاترین اندیس آرد در تیمار t4 (۹۷/۱ درصد) که بیشترین درصد آرد قوی را دارد، مشاهده شده است و پس از آن، آرد تیمار t6 با ۷۰ درصد آرد قوی (اندیکس ۹۶/۹ درصد)، قرار دارد و در ادامه تیمارهای شماره t3، t5 و t7 به ترتیب (با اندیکس ۹۵/۸ درصد، ۹۴/۴۲ درصد و ۹۳/۳۵ درصد)، قرار دارد. هر چه درصد آرد قوی در نمونه‌ها بیشتر باشد اندیکس گلوتن بالاتری نیز خواهد داشت. از یافته‌های این بخش می‌توان دریافت که آرد ضعیف در اختلاط ۳۰ درصد با آرد قوی دارای کیفیت مشابه با آرد قوی می‌باشد و اختلاط بیشتر نیاز نبوده است.

شاخص زلنی

شاخص زلنی ازجمله آیتم‌های مهم و مؤثر در کیفیت آرد می‌باشد و به‌صورت مستقیم با کیفیت پروتئینی آرد ارتباط دارد و هر چه این شاخص بالاتر باشد، بیانگر کیفیت بهتر و مرغوبیت بالاتر آرد می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، عدد زلنی در آرد قوی ۲۹ و در آرد ضعیف ۱۹ می‌باشد که با هم اختلاف معنی‌داری دارند ($P<0/05$) و در تیمارهای مورد بررسی نیز مشاهده می‌شود که عدد زلنی در تیمار t4 در رتبه دوم با عدد ۲۷ قرار دارد و با تیمارهای t3، t5 و t6 اختلاف معنی‌داری ندارد و به‌طورکلی در تیمارهایی که درصد آرد قوی بیشتر بوده است این رقم بالاتر می‌باشد. پایین‌ترین عدد زلنی و ضعیف‌ترین آرد نیز در تیمار t7 قرار دارد که

دارای ۸۰ درصد آرد ضعیف می‌باشد که با تیمارهای t3، t4، t6 و آرد ضعیف اختلاف معنی‌داری ندارد. نتایج نشان می‌دهد که عدد زلنی در تیمار آرد ضعیف با اختلاط ۳۰ درصد با آرد قوی دارای عدد زلنی مشابه با آرد قوی بوده است و اختلافشان معنی‌دار نیست. نتایج حاصل از طیف گسترده‌ای از تحقیقات رئولوژیکی در مورد خمیرهای آرد گندم، تأیید کرده است که رئولوژی خمیر با انتخاب رقم مناسب گندم (که با محتوای و ترکیب پروتئین‌های گلوتن مرتبط است) مطابق انتظار اصلاح می‌شود (۸). میر مجیدی و عباسی (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر گونهٔ گندم و نسبت اختلاط آرد بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی محصولات آردی پرداختند. در این پژوهش، نتایج نشان داده شد که گونهٔ گندم و نسبت اختلاط آرد به‌تنهایی و به‌طور همزمان تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده دارند و نیز اینکه گونهٔ هیرمند و نسبت اختلاط آرد بر مبنای (۲:۱، دو قسمت آرد به یک قسمت گندم اولیه) ازلحاظ تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به‌عنوان تیمارهای برتر، انتخاب شدند (۶).

عدد فالینگ

عدد فالینگ، از شاخص‌هایی است که بیانگر فعالیت آنزیماتیک آرد می‌باشد و می‌بایست در یک رنج خاصی باشد و بیشتر به شرایط آب و هوایی منطقه مورد کشت گندم و پس از آن ژنتیک دانه مربوط است و هر چه آب‌وهوای منطقه مرطوب‌تر باشد فعالیت آنزیماتیک آرد بالاتر و این شاخص نیز پایین‌تر است و معمولاً در آب‌وهوای خشک کمترین فعالیت آنزیماتیک و بیشترین عدد فالینگ را شاهد هستیم. مطابق جدول (۲)، عدد فالینگ در آرد قوی در بالاترین سطح ۴۰۹ ثانیه است که با همه تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد و در آرد ضعیف ۳۳۴ می‌باشد که غیر از تیمار t7 با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد ($P<۰/۰۵$) و در تیمارهای مورد بررسی نیز بیشترین عدد فالینگ در تیمارهای t4 و سپس t5 و بعد t3 است که با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. مشاهده شده است که طی عملیات اختلاط آرد با افزایش درصد آرد قوی میزان عدد فالینگ نیز افزایش می‌یابد و کمترین عدد فالینگ نیز در تیمار t7 (۳۴۵) و سپس t6 (۳۵۱) قرار دارد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و با سایر تیمارها اختلافشان معنی‌دار است و علت کاهش عدد فالینگ در این تیمارها درصد بیشتر آرد ضعیف در آن بوده است. رفتنی امیری و شمشیرساز (۱۳۹۶) در پژوهشی برای بهبود کیفیت آرد با اختلاط گندم مروارید از کردکوی و گندم وارداتی با رقم بزوستایا برای تعیین مصرف در صنایع پخت، مورد بررسی قرار گرفت. عدد فالینگ آردهای حاصل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بیشتر از حد قابل‌قبول استاندارد ملی ایران بود. نمونه‌ی حاوی ۳۰ درصد رقم بزوستایا، بهترین تیمار برای صنایع نانوایی و قنادی پیشنهاد گردید. این نتایج با یافته این تحقیق نیز مطابقت دارد و اختلاط آردهای قوی و ضعیف بهبود کیفیت آرد ضعیف منجر می‌شود (۹).

درصد خاکستر و رطوبت

اثر تیمارهای مختلف بر درصد خاکستر و رطوبت معنی‌دار نمی‌باشد و از روند خاصی نیز تبعیت نمی‌کند (جداول ۱ و ۲).

درصد پروتئین

درصد پروتئین، مهم‌ترین شاخص کیفیت آرد می‌باشد و هر چه این عدد بالاتر باشد آرد دارای کیفیت بالاتری می‌باشد. بیشترین درصد پروتئین در آرد قوی و به مقدار ۱۳/۴۵ درصد و در آرد ضعیف ۱۲/۴۱ درصد مشاهده شده است. اثر تیمارهای مختلف بر درصد پروتئین معنی‌دار نمی‌باشد و در آردهایی که دارای درصد بیشتری از آرد قوی هستند این شاخص بالاتر است (جداول ۱ و ۲).

شاخص رنگی L^*

شاخص L^* بین ۰ تا ۱۰۰ مدرج است و بیانگر صفر (۰)، سیاه مطلق و ۱۰۰ سفید مطلق را نشان می‌دهد و هر چه این عدد به سمت ۱۰۰ میل کند

رنگ نان سفیدتر می‌شود. شاخص رنگی L^* در آرد قوی ۹۵/۷۱ و در آرد ضعیف ۹۲/۶۸ می‌باشد اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نیست ولی در تیمارهایی که درصد بیشتری از آرد قوی داشته‌اند این شاخص بالاتر، می‌باشد (جداول ۱ و ۲).

شاخص رنگی a^*

شاخص a^* از ۱۲۰- تا ۱۲۰+ مدرج بوده و ۱۲۰- شدت رنگ سبز و ۱۲۰+ رنگ قرمز را نشان می دهد. بیشترین شاخص a^* در آرد قوی به مقدار ۲/۲۵ است و غیر از تیمارهای t4 و t6 با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد و کمترین میانگین در آرد ضعیف به مقدار ۰/۷۵، دیده می‌شود که با تیمارهای t5 و t7 اختلاف معنی‌داری ندارد. با افزایش درصد آرد قوی این شاخص نیز افزایش می‌یابد بیشترین میانگین در تیمار t4 به مقدار ۲/۲۱ و سپس تیمار شماره ۴ به مقدار ۱/۹۵ مشاهده می‌شود که دارای بیشترین درصد آرد قوی است و کمترین میانگین نیز در تیمار t7 به مقدار ۱/۲۵ و سپس تیمار t5 به مقدار ۱/۱۸ دیده می‌شود که دارای بیشترین مقدار آرد ضعیف است (جداول ۱ و ۲). این نتایج با یافته‌های آپیچارتسرانگکون و همکاران (۲۰۲۰)، نیو و همکاران (۲۰۱۰) و مارتی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد (۱۲،۱۱،۱۰).

شاخص رنگی b^*

شاخص b^* درجه رنگ بین آبی و زرد را نشان می‌دهد و ۱۲۰- بیانگر آبی و ۱۲۰+ بیانگر زرد است. بیشترین رنگی شاخص b^* در آرد ضعیف به مقدار ۵/۱۱ و در آرد قوی ۳/۵۲، می‌باشد و اختلاف بین هیچکدام از نمونه‌های آرد اولیه و تیمارهای مورد آزمون معنی‌دار نبوده است، اما به نسبت افزایش درصد آرد ضعیف این شاخص نیز افزایش می‌یابد (جداول ۱ و ۲).

جدول ۳- میانگین مربعات شاخص‌های مرتبط با نان

منابع تغییرات	درجه آزادی	شکل و ظاهر	سطح رویی	سطح زیرین	بافت	قابلیت جویدن	عطر و بو	تخلخل	L*	a*	b*
نوع آرد (تیمارها)	۶	۱/۱۰۷ *	۱/۱۳۲ *	۰/۹۵۹ *	۱/۴۴۰ *	۰/۷۴۴ *	۱/۷۳۸ *	۷/۴۱۲ *	۱۷/۶۳۶ *	۲/۴۷۵ ns	۶/۸۲۸ ns
خطا (MSE)	۱۴	۰/۳۶۴	۰/۳۴۱	۰/۳۲۰	۰/۴۲۰	۰/۲۵۳	۰/۵۵۹	۱/۴۱۷	۷/۳۸۴	۴/۷۶۴	۴/۸۹۴
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۴/۲۰	۱۴/۰۳	۱۳/۷۲	۱۴/۰۶	۱۳/۵۲	۱۲/۶۵	۱۴/۴۷	۴/۹۶	۱۱/۹۰	۵/۳۹

ns: عدم اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

همان‌طور که در جدول (۳)، مشاهده می‌شود تأثیر تیمارها بر کلیه شاخص‌های شکل و ظاهر، سطح رویی، سطح زیرین، بافت، عطر و بو، قابلیت جویدن، تخلخل و L^* نان در سطح ۵ درصد معنادار شده است و در شاخص‌های a^* و b^* نان تغییرات تیماری بی‌اثر بوده است.

جدول ۴- جدول مقایسات میانگین تیمارهای مختلف با روش دانکن

تیمارها	شکل و ظاهر	سطح رویی	سطح زیرین	بافت	عطر و بو	قابلیت جویدن	تخلخل	L*	a*	b*
t 1	۳/۶^{b}	۳/۵^{b}	۳/۶^{b}	۳/۸^{b}	۳/۹^{b}	۳/۴^{b}	۱۰/۳^{c}	۶۱/۵^{b}	۵/۲^{a}	۴۵/۱^{a}
t 2	۴/۷^{a}	۴/۵^{a}	۴/۶^{a}	۴/۹^{a}	۴/۵^{a}	۴/۶^{a}	۱۳/۵^{a}	۶۸/۲^{a}	۶/۳^{a}	۴۱/۶^{a}
t 3	۴/۱^{ab}	۴/۰^{ab}	۳/۹^{ab}	۴/۵^{ab}	۴/۲^{ab}	۳/۹^{ab}	۱۱/۲^{bc}	۶۵/۳^{ab}	۵/۹^{a}	۴۳/۲^{a}
t 4	۴/۵^{a}	۴/۴^{a}	۴/۴^{a}	۴/۷^{a}	۴/۴^{a}	۴/۵^{a}	۱۳/۰^{ab}	۶۷/۷^{a}	۶/۱^{a}	۴۱/۹^{a}
t 5	۳/۹^{ab}	۳/۹^{ab}	۳/۸^{ab}	۴/۲^{ab}	۴/۱^{ab}	۳/۷^{ab}	۱۰/۶^{c}	۶۴/۲^{ab}	۵/۶^{a}	۴۴/۳^{a}
t 6	۴/۲^{ab}	۴/۲^{ab}	۴/۲^{ab}	۴/۶^{ab}	۴/۳^{ab}	۴/۲^{ab}	۱۲/۹^{ab}	۶۶/۲^{ab}	۶/۱^{a}	۴۲/۱^{a}
t 7	۳/۸^{b}	۳/۸^{b}	۳/۷^{b}	۴/۰^{b}	۴^{b}	۳/۵^{b}	۹/۵۲^{c}	۶۳/۱۹^{ab}	۵/۴۲^{a}	۴۴/۹۱^{a}

*: اعداد به‌صورت میانگین (Mean) بیان شده است.

**: حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بررسی شاخص‌های مربوط به نان

شاخص رنگی L*

بررسی شاخص رنگی L* نان تولیدی، نشان می‌دهد که روشن‌ترین نان تولیدی در تیمار آرد قوی (۶۸/۲۵) و تیره‌ترین رنگ نان نیز در تیمار آرد ضعیف (۶۱/۵۲)، مشاهده شده است و اختلاف بین این شاخص بین آردهای قوی و ضعیف معنی‌دار است (جداول ۳ و ۴) و سایر تیمارها بین این دو میانگین قرار گرفته‌اند. این نتایج با یافته‌های دلکور (۲۰۱۴) مطابقت دارد (۸). در تمامی این تحقیقات به اثر مثبت اختلاط آردهای قوی با ضعیف بر بهبود کیفیت آرد ضعیف اشاره گردید.

شاخص رنگی a* و b*

مطابق جداول (۳ و ۴)، اختلاف معنی‌داری در اثر تیمارهای مختلف بر شاخص رنگی a* و b* وجود ندارد (P>۰/۰۵).

شاخص‌های حسی نان تولیدی (شکل و ظاهر، سطح رویی، سطح زیرین، بافت، قابلیت جویدن، عطر و بو)

مطابق جدول (۴)، کلیه شاخص‌های حسی نان‌های تولیدی (شکل و ظاهر، سطح رویی، سطح زیرین، بافت، قابلیت جویدن، عطر و بو) در آرد قوی بالاترین میانگین را کسب نموده‌اند و در آرد ضعیف نیز پایین‌ترین میانگین را داشته‌اند. تمامی شاخص‌های مذکور در تیمار t4 که دارای ۸۰ درصد آرد قوی است بیشترین میانگین را داشته‌اند و پس از آن تیمار شماره ۳ و ۵ که به ترتیب دارای ۷۰ و ۵۰ درصد آرد قوی هستند، بهترین میانگین را داشته‌اند. ضعیف‌ترین شاخص‌های نان تولیدی نیز، در تیمار t7 مشاهده شده است که دارای ۸۰ درصد آرد ضعیف است. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد از آنجائی که اختلاف بین تیمارهای t3، t4، t5 و t6 معنی‌دار نیست می‌توان گفت که آرد ضعیف در اختلاط ۳۰ درصد (تیمار شماره t6) با آرد قوی دارای کیفیت مشابه با آرد قوی است.

تخلخل نان

تخلخل نان ازجمله شاخص‌هایی است که ارتباط مستقیمی با کیفیت پروتئینی و رئولوژیکی آرد دارد و هرچه آرد دارای کیفیت متناسب‌تری باشد، این شاخص نیز بهبود می‌یابد؛ اما در شرایطی که آرد خیلی قوی باشد این شاخص کاهش می‌یابد و به‌نوعی می‌توان گفت مخمر نانوایی با تولید گاز دی‌اکسیدکربن طی تخمیر توانایی ایجاد حفرات را در خمیر ندارد. بیشترین تخلخل در آرد قوی و کمترین تخلخل نیز در آرد ضعیف ایجاد شده است و با هم

اختلاف معنی‌داری دارند. بیشترین تخلخل در تیمار t4 با ۸۰ درصد آرد قوی (۱۳/۰۵) و پس از آن تیمار t6 با ۷۰ درصد آرد قوی (۱۲/۹۳)، قرار دارد که این دو تیمار با آرد قوی اختلاف معنی‌داری ندارد. کمترین تخلخل نیز در تیمار شماره t7 (۹/۵۲)، با ۸۰ درصد آرد ضعیف و قبل از آن تیمار شماره t5 (۱۰/۶۱) با ۷۰ درصد آرد ضعیف قرار دارد (جداول۳ و۴)؛ بنابراین با افزایش درصد آرد قوی در تیمارها میزان تخلخل نیز افزایش یافت. در مطالعاتی که توسط سایر محققین بر صفات رئولوژیکی و کیفی نان و خمیر آن انجام شده، نتایج مشابهی به‌دست‌آمده است. در مطالعه‌ای که توسط یازار در سال (۲۰۲۳)، انجام شد، گزارش کرد، استفاده از روش‌های رئولوژیکی اساسی برای تعیین کیفیت آرد گندم ازنظر عملکرد فرآوری تمرکز دارد. در طی انتقال از آرد گندم به نان، خمیر آرد گندم بیشتر در معرض تغییرشکل‌های بزرگ قرار می‌گیرد و کیفیت آرد گندم پاسخ آن به این تغییرشکل‌های بزرگ و کیفیت پخت آن را مشخص می‌کند (۱۳). کاپلی و همکاران در سال (۲۰۲۰)، تغییراتی را که در واکنش رئولوژیکی خمیر آرد گندم تحت پیکربندی‌های مختلف اختلاط رخ می‌دهد ارزیابی کردند و استراتژی‌هایی را برای بهبود کیفیت محصول پخته شده پیشنهاد کردند (۱۴). سان و همکاران در سال (۲۰۲۳)، با هدف ایجاد یک پایه نظری محکم در مورد چگونگی اصلاح خواص رئولوژیکی و عملکرد پخت خمیرها با دستکاری مواد تشکیل‌دهنده (به‌عنوان‌مثال، ترکیب پروتئین‌های گلوتن از آرد گندم تصفیه شده، خواص فیبر غذایی، تحقیقی را انجام داند و اندازه ذرات و افزودن هیدروکلوئیدها و آنزیم‌ها) و شرایط فرآوری (یعنی زمان، دما، سرعت و ورودی کار اختلاط، زمان، سرعت و هندسه نوع ورز دادن و زمان استراحت) در سراسر فرآیندهای تولید نان را بررسی کردند. همچنین از دیگر اهداف آن‌ها، نشان دادن فعل‌وانفعالات پروتئین‌های گلوتن، فیبر غذایی و مولکول‌های آب بود که نقش مهمی در تأثیر رئولوژی خمیر و کیفیت نان حاصل دارد. این موضوع تمرکز تحقیقاتی آینده را برای ارزیابی چگونگی فعل‌وانفعالات پروتئین گلوتن رژیم غذایی فیبر آب به اثرات فرمولاسیون خمیر و پارامترهای پردازش پاسخ می‌دهد (۱۵).

نتیجه‌گیری

تیمار اختلاط ۷۰ درصد آرد ضعیف با ۳۰ درصد آرد قوی به دلیل بالا بودن کلیه شاخص‌های مربوط به آرد و نان شامل درصد گلوتن خشک و مرطوب، اندیس گلوتن، عدد زلنی و فالینگ، درصد خاکستر و رطوبت و پروتئین، بافت، عطر و بو، قابلیت جویدن، تخلخل، شکل ظاهر و شاخص‌های رنگ نان، نسبت به سایر اختلاط‌ها و نیز عدم اختلاف معنی‌دار نسبت به اختلاط‌های با درصد آرد قوی بالاتر به‌عنوان بهترین اختلاط پیشنهاد می‌شود؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تیمار اختلاط ۷۰ درصد آرد ضعیف با ۳۰ درصد آرد قوی می‌تواند منجر به تولید نانی با ویژگی‌های برتری شود. این نتایج می‌تواند به توسعه و بهبود فرآیند تولید نان کمک کند.

References

1- Cui T, Zhou X, Sui W, Liu R, Wu T, Wang S, Jin Y, Zhang M. Effects of thermal-induced konjac glucomannan-protein interaction on structural and rheological properties of wheat dough. Food Structure. 2022; 33:100288.

2- Amini M, Afshin Pajoh R, Jamali V. Investigating the effect of thermal process on the rheological properties of dough. 21st National Food Industry Congress.2012. (In Persian)

3- Bahrami, M. Shahedi. The Effect of Wheat Cultivar, Flour Extraction Rate and Baking Duration and Temperature on Dough Rheological Properties, Bread Staling and Organoleptic Properties. Journal of Crop Production and Processing 2004; 8 (1):195-204.

4- Nasehi B, Tahanejad M. Characteristics of the chemical, sensory and microbial of the flours in Khuzestan. Journal of food science and industry. 2014; 11(45): 77-84. (In Persian).

5- Sahraiyan B, Mazaheri Tehrani M, Naghipour F, Ghiafeh Davoodi M,

Soleimani M. The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 2013; 8 (3):229-240. (In Persian).

6- Mirmajidi A, and Abbasi S.Effect of Wheat Cultivar and Wheat Flour Ratio on Physicochemical Properties of Samanoo, Journal of Agricultural Engineering Research, 2012; 13(1):56-45. (In Persian).

7- Poursafar L, Peighambardoust S.H, Alizadeh Shalchi L, Shakuoie Bonab E, Rafat S.A. Effect of the temperature and time of flour heat treatment on the quality characteristics of sponge cake, Electronic Journal of Food Processing and Preservation.2011; 2 (4): 87-104(In Persian).

8- De Bondt Y, Hermans W, Moldenaers P, Courtin CM. Selective modification of wheat bran affects its impact on gluten-starch dough rheology, microstructure and bread volume. Food Hydrocolloids. 2021; 113:106348.

9- Raftani AZ, Shamshirsaz M. Improve the quality of wheat flour by determination of mixing ratio of Morvarid (Kordkoy area) and Bezostaya wheat varieties. Food Science and Technology;2017;14(3): 339-346. (In Persian).

10- Apichartsrangkoon A, Bell A, Ledward D, Schofield JD. Dynamic Viscoelastic Behavior of High-Pressure-Treated Wheat Gluten. Cereal Chemistry. 1999; 76. 10.1094/CCHEM.1999.76.5.777.

11- Niu M, Hou G, Lee G, Chen Z, Effects of fine grinding of millfeeds on the quality attributes of reconstituted whole-wheat flour and its raw noodle products. LWT - Food Science and Technology.2014: 57. 58-64.

12- Marti A, Torri L, Casiraghi M C, Franzetti, L., Limbo S, Morandin F, Quaglia L, Pagani MA. Wheat germ stabilization by heat-treatment or sourdough fermentation: Effects on dough rheology and bread properties. LWT - Food Science and Technology.2014: 59 (2): 1100-1106.

13- Yazar, G. Wheat Flour Quality Assessment by Fundamental Non-Linear Rheological Methods: A Critical Review. Foods 2023; 12(18):3353.

14- Cappelli A, Bettaccini L, Cini E. The kneading process: A systematic review of the effects on dough rheology and resulting bread characteristics, including improvement strategies. Trends in Food Science & Technology. 2020; 104:91-101.

15- Sun X, Wu S, Koksel F, Xie M, Fang Y. Effects of ingredient and processing conditions on the rheological properties of whole wheat flour dough during breadmaking-A review.

16- Food Hydrocolloids. 2023; 135:108123.

The effect of mixing strong and weak flour on the rheological and quality index of flour and bread production

Hasan Guran[1], Sakine Vaseghi[2]*, Maryam Valinejad[2]
1- M.Sc., Department of Agriculture and Natural Science, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran
2- Department of Agriculture and Natural Science, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran
*Corresponding Author: vaseghi_s76@yahoo.com
Received: 31/10/2023, Accepted: 24/12/2023

Abstract
Flour and bread make up a large part of the table and diet of Iranians. However, the weakness of wheat production in the country is one of the constant problems of the flour and bread industry, which has caused many problems in this industry, and flour mixing is always implemented as the main solution. In the present study, the mixing of strong flour with weak flour in different proportions and its effect on the quality indicators of flour and bread production were investigated. First, samples of 18% flour from the Sardari wheat variety, which is a weak wheat variety, were prepared and in the ratios of 20-80, 30-70, 50-50, 30-70% and 20-80 with 18% flour and strong wheat sample of variety 19. 80N-mixed and rheological and quality indicators (including wet gluten percentage, dry gluten percentage, gluten index, Zelny test, Falling number, ash percentage, moisture percentage, measurement of flour color with image processing technique) And the results showed that the treatment of mixing 70% of weak flour with 30% of strong flour due to the high level of all indicators related to flour and bread, including dry and wet gluten percentage, gluten index, Zelani and Falling number, ash percentage, moisture and protein, texture, aroma and smell, chewability, porosity, appearance and color indicators of bread, compared to other mixes, and also no significant difference compared to mixes with a higher percentage of strong flour can be suggested as the best mix.

Keywords: Flour quality, Flour mixing, Weak flour, Strong flour