

بررسی تأثیر شرایط انبارمانی آرد حاصل از ارقام دیم و آبی گندم بر خصوصیات کیفی و نانوائی آرد طی فرآیند رسیدن

کتایون فاتح نیکو^۱، فریبا نقی پور^{۲*}، علیرضا فرجی^۳

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی گرایش میکروبیولوژی مواد غذایی، دانشکده علوم و فن آوری های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- استاد گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۲)

چکیده

آرد گندم در طول مدت نگهداری، ممکن است دستخوش تغییراتی گردد. تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در پروتئین ها موجب رسیدن گلوتن آرد و بهبود کیفیت آرد می گردد در حالی که تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در چربی ها موجب افزایش اسیدیته آرد و در نتیجه فساد آن می شود. از این رو کنترل شرایط و همچنین مدت زمان نگهداری آرد نقش تعیین کننده ای در کیفیت آرد تولیدی دارد. لذا در پژوهش حاضر تأثیر مدت زمان نگهداری آرد گندم حاصل از دو رقم آبی چمران و دیم سرداری، طی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز و در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد بر خصوصیات کیفی و نانوائی آرد در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل سه عامله مورد مطالعه قرار گرفت ($P \leq 0.05$). نتایج نشان داد که با افزایش دما و مدت زمان نگهداری میزان pH و اسیدیته نمونه های آرد تولیدی به ترتیب کاهش و افزایش یافت. این در حالی بود که در میزان پروتئین نمونه ها تغییر قابل ملاحظه ای مشاهده نگردید ($P \leq 0.05$). از سوی دیگر در نمونه نگهداری شده در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد طی ۳۰ روز برای رقم چمران و ۴۵ روز در همین دما برای رقم سرداری، بیشترین میزان گلوتن مرطوب و حجم رسوب زلنی مشاهده گردید. این امر نشان دهنده تأثیر معنی دار فرآیند رسیدن بر بهبود خصوصیات نانوائی آرد گندم می باشد که می توان با کنترل عواملی ساده ای نظیر دما و مدت زمان نگهداری، آرد با خصوصیات مطلوب تری در اختیار نانوائی ها و واحدهای صنعتی قرار داد.

کلید واژگان: خصوصیات کیفی، شرایط نگهداری، مرحله رسیدن آرد، واریته گندم، ویژگی های نانوائی.

*مسئول مکاتبات: faribanaghipour@yahoo.com

۱- مقدمه

گندم (*Triticum aestivum*) به عنوان سرآمد محصولات راهبردی مقام نخست را در بین گیاهان زراعی دنیا به خود اختصاص داده است، به طوری که متوسط تولید سالیانه آن در جهان ۶۷۵ میلیون تن برآورد می گردد [۱]. از نظر تولید و سطح زیر کشت، گندم مهم ترین محصول کشاورزی ایران و افزایش تولید آن از سیاست های دولت ها می باشد زیرا گندم به عنوان قوت غالب تأمین کننده بخش اعظمی از کالری دریافتی توسط افراد جامعه می باشد. بر پایه گزارش های موجود، در حدود ۱۵۰۰ کیلوکالری از انرژی غذایی سرانه در ایران از گندم تأمین می شود. در ایران، مانند بسیاری از کشورهای جهان نان حاصل از گندم مهم ترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می دهد و نقش عمده ای در تأمین انرژی (حدود ۴۰ درصد از کل انرژی مورد نیاز) و پروتئین مورد نیاز بدن دارد [۲]. امروزه این گیاه در سراسر دنیا از کرانه های قطبی تا حوالی استوا کشت می شود و تقریباً ۱۶ درصد از زمین های زراعی را اشغال نموده است [۳] در کشور ما نیز ارقام متنوعی از گندم کشت می گردد که کیفیت متفاوتی دارند.

از سوی دیگر علت استفاده از آرد گندم برای تهیه اکثر نان های تخمیری، خواصی است که در پروتئین آن نهفته است. بدین صورت که وقتی آرد با آب مخلوط می گردد ماده ای کشسان به نام گلوتن تشکیل می شود. این خاصیت در چاودار هم تا حد کمی وجود دارد ولی در هیچ یک از غلات دیگر وجود ندارد. تهیه نانی که حجمش زیاد و بافت مغز آن منظم و متخلخل باشد، از آرد حاصل از گندم های قوی امکان پذیر است. کیفیت قرص نان به طور قطع به میزان و کیفیت پروتئین آرد بستگی دارد. بنابراین برای نانوایی آردی لازم است که حاوی مقدار زیادی پروتئین با کیفیت خوب باشد [۴ و ۵].

شایان ذکر است که خوشبختانه در سال های اخیر کشور ما در تولید گندم خودکفا گردید، این در حالی است که بسیاری از واحدهای تولید صنعتی نان و سایر محصولات صنایع پخت نسبت به کیفیت پائین ارقام گندم ایرانی نسبت به گندم وارداتی اعلام عدم رضایت می کنند. بنابراین بایستی با استفاده از راهکارهای عملی نسبت به بهبود کیفیت آرد گندم اقدام نمود. یکی از مراحل که کیفیت آرد گندم طی آن دستخوش تغییر می گردد، زمان نگهداری یا اصطلاحاً زمان رسیدن گندم و آرد حاصل از آن می باشد.

گندم تازه برداشت شده، مناسب تبدیل شدن به آرد نیست، شبکه گلوتن هنگامی که آرد با آب مخلوط شود و تشکیل خمیر می دهد، حالت الاستیسیته به آن می دهد و در صورتی که گندم بلافاصله بعد از برداشت تبدیل به آرد شود، به دلیل عدم انجام فعل و انفعالات مربوط به رسیدن گندم، مقدار مناسب گلوتن در آن آرد وجود نخواهد داشت و نانی که از این خمیر تهیه می شود خاصیت الاستیسیته کمتری دارد و بی کیفیت است. همچنین طی فرآیند آسیابانی و نگهداری آرد، اجزای تشکیل دهنده آرد به ویژه لیپیدها، پروتئین ها (گلوتن) و نشاسته تغییر می کند و در اثر فعالیت آنزیم ها، کیفیت و قابلیت پخت آرد بهبود می یابد. مجموع این تغییرات موجب رسیدن و جا افتادن آرد می شود و در نتیجه عمل آوری خمیر حاصل از آن بهبود می یابد. به طوری که مقدار گلوتن در خمیر افزایش می یابد و کیفیت آن بهتر می شود. این در حالی است که شرایط نامطلوب نگهداری منجر به فعالیت آنزیم های لیپازی و همچنین تغییرات بیوشیمیایی و تجزیه چربی ها می گردد که به موجب آن با آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد، میزان اسیدیته آرد افزایش یافته و فساد رخ می دهد [۶]. شایان ذکر است که آرد گندم در فصل تابستان به علت بالا بودن درجه حرارت محیط، سریع تر می رسد و گلوتن زودتر سفت می شود. با رسیدن آرد، کشتش گلوتن کمی کاهش می یابد. در حالی که در فصل زمستان این تغییرات به مراتب کندتر صورت می گیرد. بنابراین می توان با اطمینان گفت که دمای نگهداری نیز از دیگر عوامل مؤثر در رسیدن آرد می باشد [۷].

در همین راستا احمد (۲۰۱۵) اثر افزایش دما را بر روی جذب آب توسط گندم را در محدوده دمایی ۲۷/۵-۳۷/۵ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار داده اند. در این پژوهش مشخص شد که افزایش دما جذب آب توسط آرد را به طور قابل توجهی کاهش داده است. همچنین زمانی که دوره ی ذخیره سازی از ۱ به ۱۰ روز در دمای بالا افزایش پیدا کند نیز از میزان جذب آب کاسته می شود به طوری که باعث کاهش ثبات خمیر حاصل از آرد می گردد [۸]. همچنین کیبار (۲۰۱۶) اثر شرایط ذخیره سازی آرد گندم را بر روی عوامل مختلف مؤثر بر کیفیت آرد، نظیر رطوبت، میزان پروتئین و وزن مورد بررسی قرار داده اند. نتایج این محققان نشان داد که پروتئین خام با افزایش دوره ذخیره سازی کاهش یافت. همچنین گلوتن مرطوب و گلوتن خشک طی دوره ذخیره سازی تا دو ماه

افزایش و سپس کاهش یافته‌اند. رطوبت نیز تا ماه سوم افزایش و سپس کاهش یافت [۶].

دوبلادو مالдона و همکاران (۲۰۱۲) نیز اذعان داشتند که مدت نگهداری آرد گندم کامل در مقایسه با آرد سفید، به علت حضور چربی‌ها و آنزیم‌های کاهنده کیفیت چربی‌ها، کوتاه‌تر است. کاهش کیفیت لیپولیتیک منجر به کاهش کارایی، مطبوعیت و خواص تغذیه‌ای می‌شود [۹].

همچنین شهمیری و همکاران (۱۳۹۵) اثر شرایط نگهداری بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و فارینوگرافی آرد گندم را مورد بررسی قرار دادند. از داده‌های حاصل از نتایج می‌توان پی برد که خصوصیات کیفی آردهای با درجه استخراج کمتر (نول) به مراتب بهتر از آردهایی با درجه استخراج بیشتر (سبوس گرفته) می‌باشد، که در طی نگهداری آرد، ویژگی‌های کمیتهی مثل میزان خاکستر، پروتئین و گلوتن تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کنند، تنها میزان رطوبت کاهش می‌یابد. اما شاخص‌های کیفی، مثل ایندکس گلوتن، عدد زلنی و عدد کیفیت فارینوگرافی بهبود یافتند [۱۰]. بنی اسدی و همکاران (۱۳۸۴) نیز عنوان داشتند که چنانچه بلافاصله بعد از برداشت گندم آسیاب شود آرد بدست آمده به علت سیالیت گلوتن آماده استفاده نمی‌باشد، که این امر موجب می‌شود نان تهیه شده از آن کیفیت لازم را نداشته و قسمت عمده‌ای از نان حاصل از آن دور ریخته شود و نگهداری گندم بعد از برداشت باعث بهبود معنی‌داری در شاخص‌های کیفیتی گندم جهت تولید نان از جمله عدد زلنی، اندیس گلوتن، استقامت خمیر، عدد کیفیت فارینوگرافی، میزان جذب آب و همچنین بهبود حجم نان حاصل از آن می‌شود [۱۱].

از این رو با توجه به نیاز صنعت به استفاده از آرد گندم با کیفیت مناسب از یک سو و از سوی دیگر خودکفایی کشور در تولید گندم و ممنوع نمودن واردات گندم‌های خارجی، هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان بهبود خصوصیات کیفی و نانوائی آرد با استفاده از کنترل شرایط نگهداری (دما و مدت زمان) آرد حاصل از ارقام مختلف گندم نانوائی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

گندم با رقم آبی چمران و رقم دیم سرداری از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردید. برای این منظور، گندم مورد نیاز برای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمون نگهداری شد. سایر مواد شیمیایی مورد نیاز برای انجام آزمون‌های شیمیایی با نام تجاری مرک (ساخت کشور آلمان) بود.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌های آرد گندم

در ابتدا به منظور ارزیابی خصوصیات کیفی، نمونه‌های ارقام گندم (چمران و سرداری) با استفاده از دستگاه بوجاری آزمایشگاهی (مدل a/s rationel kornservice، ساخت کشور دانمارک)، بوجاری گردید و طی این مرحله گرد و خاک، کاه و کلش، سنگ، بذر سایر گیاهان علفی و دانه‌های گندم شکسته جدا شدند. در ادامه نمونه‌های گندم به منظور ارزیابی میزان pH، اسیدیته، پروتئین و گلوتن مرطوب با استفاده از آسیاب چکشی آزمایشگاهی (مدل Laboratory Mill 3100، ساخت کشور آلمان) به آرد کامل آسیاب شدند. همچنین بخشی از نمونه‌های ارقام گندم به کمک آسیاب غلطکی (مدل Brabender، ساخت کشور آلمان) برای انجام آزمون زلنی آسیاب گردید.

۲-۲-۲- نگهداری نمونه‌های آرد گندم به منظور سپری

شدن دوره رسیدن

نمونه‌های آرد تهیه شده از دو رقم دیم سرداری و آبی چمران در کیسه‌هایی از جنس پلی پروپیلن با وزن یک کیلوگرم بسته‌بندی و در انبار با قابلیت کنترل دما در سه سطح دمایی ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در طی سه بازه‌های زمانی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز از هریک از دو رقم گندم، نمونه‌برداری شد و خصوصیات کیفی به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی

نمونه‌های آرد گندم شاهد و بهترین نمونه‌های آرد پس

از دوره رسیدن

۲-۲-۳-۱- pH

pH آرد مطابق با روش استاندارد ملی ایران و توسط یک pH متر اندازه‌گیری شد. برای این منظور مقدار ۱۰ گرم آرد را

میزان پروتئین را اندازه‌گیری می‌کند، قرار گرفتند. در نهایت با تنظیم پارامترهای دستگاه مثل ضریب نسبت نیتروژن و پروتئین، میزان درصد پروتئین محاسبه شد [۱۲].

۲-۳-۴-۲- گلوتن مرطوب

جهت انجام این آزمون از استاندارد AACC شماره ۳۸-۱۱ استفاده گردید. برای این منظور میزان ۱۰ گرم نمونه آرد درون اتاقک شستشوی دستگاه گلوتن‌شوی (Perten) ساخت کشور سوئد) انتقال داده شد. مقدار ۴/۸ میلی‌لیتر محلول آب نمک ۲ درصد به نمونه اضافه گردید و عمل مخلوط کردن و شستشو به مدت ۲ دقیقه ادامه یافت. سپس بعد از یک مرحله شستشو در زیر جریان ملایم آب سرد به منظور خارج نمودن ذرات نشاسته و سبوس، مجدداً اتاقک به دستگاه وصل شده و عمل شستشو تا تکمیل شستشوی گلوتن باقی مانده، به طور متوالی ادامه یافت. در انتها گلوتن مرطوب به دو قسمت تقریباً مساوی تقسیم گردید و بر روی صفحات مشبک سانتریفوژ قرار گرفت تا رطوبت اضافی خارج گردد و درصد گلوتن مرطوب بر حسب وزن نمونه اولیه گزارش گردید [۱۲].

۲-۳-۵-۲- حجم رسوب زلنی

مقدار حجم رسوب زلنی یا عدد زلنی با استفاده از استاندارد AACC به شماره ۵۴-۱۱ محاسبه گردید. برای این منظور مقدار ۳/۲ گرم آرد (بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت) را وزن کرده در یک سیلندر مدرج درب‌دار ۱۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شد. در ادامه مقدار ۵۰ میلی‌لیتر بروموفنل بلو یا آب هیدراته اضافه گردید. سپس درب سیلندر را با دست نگه داشته و به‌طور افقی و به چپ و راست با فاصله حدود ۱۸ سانتی‌متر و به تعداد ۱۲ بار به هر طرف و با مدت ۵ ثانیه برای هر رفت و برگشت تکان داده شد. آرد در طول این عمل کاملاً معلق گردید. در ادامه سیلندر را در قفسه میکسر قرار داده و به مدت ۵ دقیقه هم زده شد. سپس سیلندر را از میکسر بیرون آورده و ۲۵ میلی‌لیتر از محلول تست سدیم‌انتاسیون (مقدار ۱۸۰ میلی‌لیتر از محلول اسید لاکتیک با ۲۰۰ میلی‌لیتر الکل ایزوپروپیل و مخلوط شده حجم آن با آب مقطر به یک لیتر رسانده شد و به مدت ۴۸ ساعت نگهداری گردید) اضافه کرده و دوباره داخل میکسر به مدت ۵ دقیقه قرار گرفت. در انتها سیلندر را از میکسر بیرون آورده و به مدت ۵ دقیقه به‌طور عمودی گذاشته شد و سپس ارتفاع رسوب زلنی قرائت گردید [۱۲].

۲-۳-۴-۲- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

داخل ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری وزن کرده و میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. سپس محلول تولیدی را به مدت ۲۰ دقیقه حرارت ملایم داده و به آرامی هم زده شد. در ادامه اجازه می‌دهیم تا محلول دو فاز شود و سپس مایع رویی را داخل بشر ریخته و میزان pH را با استفاده از دستگاه pH متر که قبلاً توسط محلول‌های بافر کالیبره شده بود، اندازه‌گیری گردید.

۲-۳-۲-۲- اسیدیته

به‌منظور اندازه‌گیری اسیدیته ابتدا میزان ۹ گرم از نمونه را به طور دقیق در یک ارلن مایر ۲۵۰ توزین کرده سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده و با استفاده از یک میله شیشه‌ای آرد و آب ترکیب شدند. سپس درب ارلن را با فویل آلومینیوم بسته و به مدت ۳۰ درون بن ماری با درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در این فاصله زمانی محلول گاه گاهی هم زده شد. پس از گذشت این مدت محلول را از کاغذ صافی عبور داده و میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول صاف شده با سود ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل فتالین تا ظهور رنگ صورتی تیت‌ر شد. در نهایت میزان اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک از طریق رابطه ۲-۱ محاسبه گردید.

$$\text{اسیدیته} = \frac{180 \times \text{نرمالینه سود} \times \text{حجم سود مصرفی}}{1000} \times \frac{100}{m}$$

۲-۳-۴-۲- پروتئین

جهت انجام این آزمایش از استاندارد تدوین شده توسط انجمن شیمی دانان غلات آمریکا (AACC¹) به شماره ۴۶-۱۰ و روش کج‌لدال استفاده گردید. بدین منظور ۱ گرم نمونه را به دقت وزن و در یک لوله هضم قرار داده شد. ۰/۸ گرم از مخلوط کاتالیزور روی نمونه ریخته، سپس ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، با پیپت به داخل لوله‌ها اضافه شد. لوله‌ها روی اجاق‌های هضم قرار داده و به آهستگی حرارت داده شدند. هنگامی که مقداری از دود و بخارات متصاعد شده، کاسته شد، حرارت زیاد گردید. در طول هضم چندین مرتبه لوله‌ها تکان داده شد تا اگر احتمالاً موادی به بدنه چسبیده، وارد محلول شود. پس از زلال و بی‌رنگ شدن محتویات لوله، حدود ۲۰ دقیقه عمل هضم ادامه یافت. پس از خاتمه هضم، لوله‌ها سرد شدند. سپس به هر کدام از لوله‌ها ۲۵ سی‌سی آب مقطر اضافه و بهم زده شد. لوله در داخل دستگاه که مستقیماً

درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند. در انتها برای رسم نمودارها از نرم افزار Sigmaplot استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی دو رقم آرد گندم (چمران و سرداری) بدون سپری نمودن زمان رسیدن در جدول ۱ آورده شده است.

Table 1 Physicochemical properties of two cultivars of wheat (Chamran and Sardari)

Physicochemical properties	Chamran	Sardari
pH (-)	6.5	6.4
Acidity (%)	0.11	0.12
Protein (%)	12.50	10.08
Wet Gluten (%)	23.0	17.0
Zeleny (ml)	23.0	17.0

سانتی گراد اختلاف معنی داری در میزان pH مشاهده نگردیدیم که این امر به احتمال زیاد به دلیل خاصر بافری پروتئین ها می باشد که در محلول های قلیایی و اسیدی ضعیف خاصیت بافری دارند و می توانند pH را متعادل سازند [۱۳] و با افزایش دما این قابلیت تعدیل دما توسط پروتئین ها کاهش یافت و شاهد روند نزولی در میزان pH نمونه های تولیدی بودیم. در همین راستا هرسکووا و ماچوا (۲۰۰۲) اذعان داشتند که با گذشت زمان میزان اسیدیته نمونه های آرد حاصل از دو رقم قوی و ضعیف گندم، افزایش می یابد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت [۱۴].

شایان ذکر است که با وجود کاهش میزان pH در بین نمونه های تولیدی، میزان pH مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۳ که ۵/۶-۶/۵ تعیین گردیده است، بود [۱۵]. از سوی دیگر مطابق با نتایج شاهدهی و همکاران (۱۳۸۴) که به تعیین معیارهای کیفی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر برای تولیدی نان تافتون از گندم های ایرانی پرداختند، میزان pH و اسیدیته بر خواص نانوائی آرد تأثیری ندارد [۷]، از این رو این دو پارامتر معیار مناسبی برای انتخاب بهترین شرایط برای فرآیند رسیدن آرد گندم نیست.

۳-۲- پروتئین

نتایج تأثیر متقابل نوع رقم گندم (چمران و سرداری)، دمای نگهداری (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد) و مدت زمان نگهداری (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) بر میزان پروتئین آرد گندم در جدول ۳-۳ آورده شده است.

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار Mstat-c نسخه ۱/۴۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور در پژوهش حاضر از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل سه عامله که عامل اول نوع رقم گندم (چمران و سرداری) و عامل دوم دمای نگهداری آرد (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد) و عامل سوم مدت زمان نگهداری (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) بود، استفاده گردید. نمونه ها در سه تکرار تهیه شده و میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵

۳-۲- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی

آرد گندم طی دوره رسیدن

۳-۲-۱- pH و اسیدیته

نتایج تأثیر متقابل نوع رقم گندم (چمران و سرداری)، دمای نگهداری (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد) و مدت زمان نگهداری (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) بر میزان pH و اسیدیته آرد گندم در جدول ۳-۲ آورده شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد نوع رقم گندم تأثیر معنی داری بر میزان pH و اسیدیته نمونه های آرد در طی فرآیند رسیدن نداشت ($P \leq 0.05$). این در حالی بود که با افزایش دمای و همچنین مدت زمان نگهداری، میزان pH و اسیدیته به ترتیب کاهش و افزایش یافت، به طوری که دمای ۳۵ درجه سانتی گراد و نگهداری به مدت ۴۵ روز کمترین میزان pH و بیشترین میزان اسیدیته را در بین نمونه های تولیدی به خود اختصاص داد. همان گونه که نتایج نشان داد میزان pH و اسیدیته نمونه های تولیدی با افزایش دما و مدت زمان نگهداری به ترتیب کاهش و افزایش یافت. این در حالی بود که نوع رقم گندم تأثیر معنی داری بر میزان این دو پارامتر شیمیایی نداشت ($P \leq 0.05$). این امر به احتمال زیاد به دلیل فعالیت آنزیم های لیپاز موجود در دانه گندم می باشد که در طی فرآیند آسیابانی آزاد گشته و بر تری گلیسیریدهای موجود اثر نموده و با آزاد نمودن اسید چرب از ساختمان آن، سبب کاهش میزان pH می گردد. از سوی دیگر مشاهده گردید که بین دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه

Table 2 Effect of cultivars of wheat, temperature and storage time on pH and acidity of wheat flour

Cultivars of wheat	Temperature (°C)	Storage time (days)	pH (-)	Acidity (%)
Chamran	25	15	6.76±0.01 ^a	0.11±0.01 ^d
		30	6.59±0.01 ^b	0.13±0.00 ^c
		45	6.52±0.00 ^c	0.14±0.00 ^{bc}
	30	15	6.79±0.02 ^a	0.11±0.00 ^d
		30	6.61±0.02 ^b	0.14±0.01 ^b
		45	6.53±0.02 ^c	0.14±0.01 ^b
	35	15	6.51±0.02 ^c	0.13±0.01 ^{bc}
		30	6.46±0.01 ^{cd}	0.14±0.01 ^b
		45	6.33±0.01 ^d	0.16±0.01 ^a
	25	15	6.72±0.02 ^a	0.11±0.01 ^d
		30	6.61±0.01 ^b	0.13±0.00 ^c
		45	6.50±0.02 ^c	0.14±0.01 ^b
Sardari	30	15	6.77±0.02 ^a	0.12±0.01 ^c
		30	6.59±0.00 ^b	0.14±0.00 ^{bc}
		45	6.51±0.01 ^c	0.14±0.01 ^b
	35	15	6.50±0.02 ^c	0.13±0.01 ^{bc}
		30	6.45±0.02 ^{cd}	0.14±0.00 ^{bc}
		45	6.36±0.03 ^d	0.15±0.01 ^a

(Means ± SD in each column with different letters differ significantly in p<0.05)

Table 3 Effect of cultivars of wheat, temperature and storage time on protein, wet gluten and zeleny of wheat flour

Cultivars of wheat	Temperature (°C)	Storage time (days)	Protein (%) ^{ns}	Wet gluten (%)	Zeleny (ml)
Chamran	25	15	12.53±0.12	33.39±0.14 ^{ab}	24.48±0.14 ^b
		30	12.48±0.21	35.25±0.28 ^a	25.02±0.21 ^{ab}
		45	12.52±0.18	31.82±0.39 ^b	24.04±0.16 ^b
	30	15	12.48±0.32	34.87±0.68 ^{ab}	25.38±0.08 ^{ab}
		30	12.57±0.51	35.76±0.21 ^a	26.66±0.19 ^a
		45	12.40±0.16	33.22±0.52 ^{ab}	24.11±0.25 ^b
	35	15	12.51±0.19	32.11±0.29 ^b	23.30±0.22 ^{bc}
		30	12.55±0.28	34.47±0.90 ^{ab}	24.52±0.18 ^b
		45	12.49±0.31	30.19±0.16 ^{bc}	22.98±0.20 ^c
Sardari	25	15	10.11±0.33	23.18±0.25 ^{cd}	18.84±0.20 ^{de}
		30	10.12±0.28	23.75±0.09 ^{cd}	19.67±0.12 ^{de}
		45	10.08±0.17	22.98±0.25 ^{cd}	18.13±0.12 ^e
	30	15	10.11±0.24	23.75±0.16 ^{cd}	19.14±0.18 ^{de}
		30	10.13±0.08	22.83±0.67 ^d	18.03±0.14 ^e
		45	10.11±0.11	27.20±0.36 ^{bc}	21.65±0.12 ^d
	35	15	10.09±0.10	22.22±0.23 ^d	17.82±0.02 ^{ef}
		30	10.14±0.14	21.60±0.23 ^e	17.03±0.00 ^f
		45	10.11±0.22	25.37±0.35 ^c	18.16±0.09 ^e

(Means ± SD in each column with different letters differ significantly in p<0.05)

(ns: not significantly different)

رسیدن مشاهده نگردید. به طور کلی میزان پروتئین گندم بین ۶ تا ۲۰ درصد متغیر است که این مقدار به عوامل متعددی بستگی دارد [۲]. در واقع با توجه به نیاز هر محصول صنایع پخت به آردی با مقدار پروتئین مشخص به منظور سهولت تهیه خمیر و در انتها ارائه محصولی با خصوصیات تکنولوژیکی و

همان گونه که نتایج نشان می دهد رقم چمران از میزان پروتئین بالاتری در مقایسه با رقم سرداری برخوردار بود، ولی با مقایسه میزان پروتئین این ارقام با جدول ۱ که خصوصیات فیزیکوشیمیایی گندم را قبل از گذراندن دوره رسیدن، نشان می دهد، تفاوت معنی داری در میزان پروتئین در طی دوره

ضروری است که مقادیر نسبی این دو جزء در خمیر بر خواص فیزیکی آن تأثیر به سزایی دارد به طوری که هرچه مقدار گلوتهین بیشتر باشد، استحکام خمیر بیشتر خواهد بود [۱۷].

همان گونه که نتایج نشان داد با افزایش دمای نگهداری از ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و نگهداری به مدت ۳۰ روز، شاهد افزایش میزان گلوتهن مرطوب نمونه های آرد تولیدی در رقم چمران بودیم که این امر به احتمال زیاد به دلیل اکسیداسیون طبیعی ریزواحد های گلوتهن و ایجاد پیوندهای دی سولفیدی در بین ریزواحد های گلوتهن گندم می باشد [۱۸، ۱۹ و ۲۰]. نتایج این بخش با نتایج بنی اسد و همکاران (۱۳۸۴) که به بررسی زمان مناسب انبارمانی برخی ارقام گندم به منظور افزایش کیفیت نانوائی پرداختند، مطابقت داشت [۱۱]. همچنین احمد (۲۰۱۵) نیز با بررسی دو سطح دمایی ۲۷/۵ و ۳۷/۵ درجه سانتی گراد، عنوان داشت که با افزایش دما، میزان گلوتهن مرطوب در نمونه های آرد تولیدی افزایش یافت و بیشترین میزان گلوتهن مرطوب در دمای ۳۷/۵ درجه سانتی گراد مشاهده گردید [۸].

از سوی دیگر مشاهده گردید که بیشترین میزان گلوتهن مرطوب در نمونه های آرد تهیه شده از رقم سرداری در مدت زمان ۴۵ روز مشاهده گردید که این امر نشان دهنده آن است که ارقام ضعیف تر گندم به زمان طولانی تری برای رسیدن نیاز دارند. در همین راستا هرسکوا و ماچوا (۲۰۰۲) با بررسی خصوصیات کیفی و نانوائی دو نمونه آرد گندم ضعیف و قوی تحت شرایط مختلف نگهداری، اذعان داشتند که زمان مورد نیاز برای رسیدن مطلوب آرد، هم به خصوصیات آرد و هم به شرایط نگهداری آن بستگی دارد و آردهای ضعیف تر (پروتئین کم تر) به زمان طولانی تری برای رسیدن نیاز دارند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت [۱۴].

۳-۲-۴- حجم رسوب زلنی

نتایج تأثیر متقابل نوع رقم گندم (چمران و سرداری)، دمای نگهداری (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد) و مدت زمان نگهداری (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) بر میزان حجم رسوب زلنی آرد گندم در جدول ۳-۳ آورده شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد رقم چمران از میزان عدد زلنی بالاتری در مقایسه با رقم سرداری برخوردار بود و در مقایسه با میزان حجم رسوب زلنی ارقام گندم بدون سپری نمودن زمان رسیدن،

حسی مطلوب تر، تعیین میزان کمیت و کیفیت پروتئین ارقام مختلف گندم از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. همان گونه که نتایج نشان داد، رقم چمران از میزان پروتئین بالاتری نسبت به رقم سرداری برخوردار بود. علاوه بر این فرآیند رسیدن آرد، در هر دو رقم چمران و سرداری، تأثیر معنی داری بر میزان پروتئین نمونه های آرد تولیدی نداشت. در همین راستا والکز و کوپلند (۲۰۰۸) با بررسی شرایط رسیدن دو رقم گندم در دمای ۴ و ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۷۰ روز، عنوان داشتند که هیچ تغییر معنی داری در میزان پروتئین نمونه های آرد کامل تولیدی از ارقام گندم مشاهده نگردید [۱۶].

۳-۲-۳- گلوتهن مرطوب

نتایج تأثیر متقابل نوع رقم گندم (چمران و سرداری)، دمای نگهداری (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد) و مدت زمان نگهداری (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز) بر میزان گلوتهن مرطوب آرد گندم در جدول ۳-۳ آورده شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد رقم چمران از میزان گلوتهن مرطوب بالاتری در مقایسه با رقم سرداری برخوردار بود و در مقایسه با میزان پروتئین ارقام گندم بدون سپری نمودن زمان رسیدن، شاهد افزایش میزان این پارامتر کیفی بودیم. همچنین با بررسی اثر مستقل دمای نگهداری آرد گندم نیز مشخص گردید که با افزایش دما از ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد شاهد افزایش میزان گلوتهن مرطوب و در ادامه با افزایش دما تا ۳۵ درجه سانتی گراد، شاهد کاهش میزان این پارامتر بودیم. از سوی دیگر در طی مدت زمان نگهداری آرد تا یک ماه، میزان گلوتهن مرطوب در رقم چمران افزایش یافت و با افزایش مدت زمان نگهداری تا ۴۵ روز شاهد روند نزولی در میزان گلوتهن مرطوب نمونه های تولیدی بودیم ($P \leq 0/05$). این در حالی بود که در نمونه های آرد تهیه شده از رقم سرداری، با افزایش مدت زمان ماندگاری تا ۴۵ روز شاهد روند صعودی در میزان گلوتهن مرطوب نمونه ها بودیم.

کیفیت آرد محصولات صنایع پخت به کیفیت و کمیت پروتئین های گلوتهن موجود در آن بستگی دارد. پروتئین گلوتهن ۸۵-۸۰ درصد کل پروتئین گندم را تشکیل می دهد که شامل دو جزء گلیادین و گلوتهن می باشد. جزء گلیادینی گلوتهن در ایجاد خواص ویسکوز و کشش پذیری خمیر نقش دارد این در حالی است که جزء گلوتهینی آن عامل مؤثری در ایجاد خواص الاستیک، قدرت و استحکام در خمیر می باشد. ذکر این نکته

میزان این پارامتر کیفی افزایش یافت. همچنین مشخص گردید که با افزایش دما از ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد شاهد افزایش میزان حجم رسوب زلنی و در ادامه با افزایش دما تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد، شاهد کاهش میزان این پارامتر بودیم. از سوی دیگر در طی مدت زمان نگهداری آرد تهیه شده از رقم چمران تا یک ماه، میزان حجم رسوب زلنی افزایش یافت و با طولانی شدن مدت زمان نگهداری تا ۴۵ روز شاهد روند نزولی در میزان حجم رسوب زلنی نمونه‌های تولیدی بودیم ($P \leq 0.05$). این در حالی بود که در نمونه‌های آرد تهیه شده از رقم سرداری، با افزایش مدت زمان ماندگاری تا ۴۵ روز شاهد روند صعودی در میزان گلوتن مرطوب نمونه‌ها بودیم.

در همین راستا کیبار (۲۰۱۵) در مطالعه خود که بررسی شرایط نگهداری بر کیفیت ارقام مختلف گندم پرداخت، عنوان داشت که در طی مدت زمان نگهداری میزان حجم رسوب زلنی افزایش یافت که این در واقع به دلیل واکنش‌های زیرواحدهای گلوتهین و گلیادین و در نتیجه بهبود کیفیت گلوتن می‌باشد [۶]. همچنین شهمیری و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی شرایط نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و فارینوگرافی آرد گندم، اذعان داشتند که شاخص‌های کیفی آرد از جمله عدد زلنی در طی دوره نگهداری آرد بهبود می‌یابد که این امر بدان علت است که در معرض هوا، فرآیند اکسیداسیون رخ داده و باندهای دی‌سولفیدی جدیدی میان زنجیره‌های مختلف پروتئین به‌وجود می‌آید که باعث افزایش قوت و بهبود کیفیت آرد می‌گردد [۱۰].

مطابق با نتایج شاهی و همکاران (۱۳۸۴) که به تعیین معیارهای کیفی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر برای تولیدی نان تافتون از گندم‌های ایرانی پرداختند، عدد زلنی قوی‌ترین همبستگی را با کیفیت نان نشان می‌دهد و ۶۸/۸ درصد تغییرات کیفیت نان را توجیه می‌کند [۷] که با نتایج ماتسوکاس و موریس (۱۹۹۱) مطابقت دارد [۲۱]. همچنین بنی‌اسد و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعه خود نشان دادند که عدد زلنی به احتمال ۹۵ درصد در افزایش حجم نان حاصل از پخت و بهبود کیفیت نانواي تأثیر مثبت داشته و با افزایش این پارامترها کیفیت نانواي بهبود می‌یابد [۱۱].

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تأثیر مدت زمان نگهداری آرد گندم حاصل از دو رقم آبی چمران و دیم سرداری، طی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی آرد گندم مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که افزایش مدت زمان و دمای نگهداری در هر دو رقم چمران و سرداری سبب افزایش میزان اسیدیته و کاهش pH گردید. همچنین شرایط رسیدن (دما و زمان نگهداری) و نوع رقم هیچ تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین نمونه‌های آرد تولیدی نداشت. از سوی دیگر با افزایش دما از ۲۵ تا ۳۰ درجه در طی ۳۰ روز نگهداری آرد تهیه شده از رقم چمران، بیشترین میزان گلوتن مرطوب و حجم رسوب زلنی مشاهده گردید. این در حالی بود که بیشترین میزان خصوصیات کیفی فوق‌الذکر در مورد رقم سرداری در طی نگهداری به مدت ۴۵ روز حاصل شد. بنابراین می‌توان گفت که فرآیند رسیدن یک فرآیند ساده در بهبود خصوصیات کیفی و نانواي آرد گندم می‌باشد.

۵- منابع

- [1] FAO. 2007. FAOSTAT Database. <http://faostat.fao.org/faostat/>
- [2] Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication no.71, Tehran, Iran [in Persian].
- [3] Hasheminasab, F.S., Mousavi baygi, M., Bakhtiari, B., and Bannayan, M. 2014. The effects of rainfall on dryland wheat yield and water requirement satisfaction index at different time scales. Journal of Irrigation and Water Engineering, 5(17): 1-13 [in Persian].
- [4] Mortazavie, A. 1995. Microbial contamination of bread. Proceedings of the bread meeting. National Institute of Nutrition and Food Technology Research Publication [in Persian].
- [5] Mirfakhraiee, F., Ghafarpour, M., Mirbagheri, A., Naghibi, A., Syedan, N., and Darbandi, M. 1991. Report of the research project of the evaluation of the rate and causes of bread loss in the families and pots of bakeries in Tehran. National Institute of Nutrition and Food Technology Research Publication [in Persian].
- [6] Kibar, H. 2016. Influence of storage conditions on the quality properties of wheat

- [14] Hruskova, M., and Machova, D. Changes of wheat flour properties during short term storage. *Journal of Food Science*, 2002; 27: 125-130.
- [15] Anonymous. 2011. National Iranian Standards, Features and Methods for Testing Wheat Flour, No 103 [in Persian].
- [16] Wilkes, M., and Copeland, L. Storage of wheat grains at elevated temperatures increases solubilization of glutenin subunits *Cereal Chemistry*, 2008; 85(3): 335 – 338.
- [17] Gallagher, E., Gormley, T.R., and Arendt, E.K. Recent advances in the formulation of gluten free cereal based. *Food Science and Technology*, 2004; 15: 143-152.
- [18] Macritchie, F. Differences in backing quality between wheat flours. *Journal of Food Technology*, 1978; 130: 137- 194.
- [19] Payne, P.I., Holt, L.M., Krattiger, A.F., and Carrillo, J.M. Relationships between seed quality characteristics and HN1Wglutenin subunit composition determined using wheat grown in Spain. *Journal of Cereal Science*, 1988; 7: 229- 235.
- [20] Green, F.C., Anderson, R.E., Halford, N.G., and Shewry, P.R. Analysis of possible quality-related sequence variation in the DI glutenin high molecular weight subunit genes of wheat. In proceeding 7th international wheat genetics symposium. Vol L (ed.T.E.Miller and R.M.D. Koebner). IPSR.Cambridge. Uk. PP. 1988; 735-740.
- [21] Matsoukas, N.P., and Morrison, W.R. Bread making quality of ten Greek bread wheats. II. Relationships of protein, lipid and starch components to baking quality. *Journal Science of Food and Agriculture*, 1991; 55: 87-101.
- varieties. *American Journal of Food Science and Technology*, 4: 135-140.
- [7] Shahedi, M., Kabir, Gh., and Bahrami, M. 2005. Flour quality indices and rheological properties of Iranian wheats for production of Taftoon bread. *Journal of Agriculture Science and Nature resource*, 12(2): 78-88 [in Persian].
- [8] Ahmed, M. 2015. Effect of Storage Temperature and periods on some characteristics of wheat flour quality. *Food and Nutrition Sciences*, 6: 1148-1159.
- [9] Doblado-maldonado, A.F., Pike, O.A., Sweley, J.C., and Rose, D.J. 2012. Key issues and challenges in Whole wheat flour milling and storage. *Journal of cereal science*, 56(31): 119-126.
- [10] Shahmiri, E., Seyedain Ardebili, S.M., Hosseini, S.E., and Aghagholizadeh, R. 2016. Effect of storage conditions on physicochemical and farinography characteristics of wheat flour. *Journal of Food Science and Technology*, 51(13): 89-103 [in Persian].
- [11] Baniasadi, A., Azizi, M.H., and Sahari, M.A. 2005. Determination of suitable storage time for some kind of wheat for improving baking quality. *Journal of Food Science and Technology*, 2(3): 9-19 [in Persian].
- [12] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [13] Oliver, J.R., Blakeney, A.B., and Allen, H.A. The color of flour streams as related to ash and pigment contents. *Journal of Cereal Science*, 1984; 17: 169-182.

Effect of Conditions of Storage in Irrigated and Rainfed Wheat on the Quality and Bakery Properties of the Flour during Ageing

Fateh Nikoo, K.¹, Naghipour, F.^{2*}, Faraji, A.³

1. Graduated of Food Sciences, Faculty of Advanced Sciences & Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran-Iran (IAUPS)

2. Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3. Department of Food Sciences & Technology, Faculty of Advanced Sciences & Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad university, Tehran-Iran (IAUPS)

(Received: 2017/10/02 Accepted:2018/01/02)

Wheat flour may change during storage. Biochemical changes in proteins cause gluten ageing and improve the quality of flour. While biochemical changes in fats increase the acidity of the flour and spoilage happening. Therefore, the control of the conditions and the duration of flour storage play a decisive role on flour quality. Therefore, in this study, the effect of the storage time of wheat flour from two cultivars of Chamran and Sardari during 15, 30 and 45 days at 25, 30 and 35 °C on flour qualitative properties in a completely randomized design with Factorial arrangement by three factors were studied ($P \leq 0.05$). The results showed the amount of pH and acidity were decreased and increased respectively by increasing the temperature and storage time. While protein of samples didn't change significantly ($P \leq 0.05$). On the other hand, in samples kept at 30 °C for 30 days for Chamran and 45 days for Sardari cultivar, had the highest amount of wet gluten and Zeleny. This indicates a significant effect of ageing processing for improvement bakery properties of wheat flour and by controlling simple factors such as temperature and storage time, flour can be given to bakers and industrial factories with more favorable characteristics.

Key words: Baking Properties, Flour ageing processing, Qualitative characteristics, Storage conditions, Wheat Cultivar.

* Corresponding Author E-Mail Address: faribanaghipour@yahoo.com