بهینه سازی تأثیر عوامل رساندن تسریع شده بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم

عبدالحسین آقابابائی[۱]، ندا مفتون آزاد[۲*]، امیرحسین الهامی‌راد[۳]، فوژان بدیعی[۴]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، ایران.
۲- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، ایران.
٤- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۶ /۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۰۵)

چکیده

دانه گندم پس از برداشت معمولا برای چندین ماه نگهداری تا فرآیند شوند. در طی نگهداری دانه ها دچار تغییراتی در کیفیت و ترکیب تجربه کنند، بویژه اگر شرایط محیطی نامطلوب باشد. در این پژوهش، ابتدا دانه های تازه برداشت شده تحت فرآیند رساندن تسریع شده با شرایط محتوای رطوبت ۱٦، ۱۸ و ۲۰ ٪، دمای نگهداری ۳۰، ٤۰ و ۵۰ °C و زمان نگهداری بذور گندم ۲، ۵ و ۸ روز قرار گرفته و سپس تبدیل به آرد گردیدند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل محتوای رطوبت، پروتئین، خاکستر، گلوتن مرطوب، pH و عدد فالینگ تعیین گردید. روش سطح پاسخ با طرح مرکب مرکزی برای به حداقل رساندن تعداد کل آزمون ها و تعیین فاکتورهای موثر استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش دما و زمان نگهداری، شاخص های پروتئین، عدد فالینگ و خاکستر افزایش و شاخص های گلوتن مرطوب، pH و رطوبت آرد گندم کاهش یافتند. علاوه بر این، افزایش محتوای رطوبت منجر به کاهش گلوتن مرطوب، پروتئین، خاکستر و عدد فالینگ و افزایش رطوبت و pH آرد گندم شد. بهینه سازی توسط روش سطح پاسخ نشان داد که شرایط بهینه برای رساندن تسریع شده گندم شامل محتوای رطوبت ۱٦ ٪، زمان و دمای نگهداری به ترتیب ۲/۸۷ روز و دمای ۳۰°C بود.

کلید واژگان:آرد گندم، زمان نگهداری، دمای نگهداری، عدد فالینگ، گلوتن مرطوب.

*مسئول مکاتبات: n.maftoon@areeo.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

۱- مقدمه

گندم یکی از منابعی اصلی و مهم پروتئین و انرژی برای تامین غذای افراد در سراسر دنیا می باشد [۱]. همچنین،گندم یکی از غلات مهم با تولید سالانه ۲۵۲۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۷ در جهان است. میزان تولید گندم ایران در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۷ معادل ۷۱۲/۷ میلیون تن بوده است [۲]. گندم در مدت زمان کوتاهی برداشت می شود؛ اما معمولاً چندین ماه طول می‌کشد تا فرآیند شده و مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، گندم بایستی در شرایط مناسب نگهداری شود تا خواص تغذیه‌ای و رئولوژیکی خود را جهت استفاده در آسیاب و صنعت نانوایی حفظ نماید. از طرف دیگر، قرار گرفتن در معرض شرایط نامساعد منجر به افت قابل توجه کیفیت دانه و در نتیجه، افت اقتصادی سنگین می‌گردد. علاوه بر این، حتی در شرایط مساعد نیز تغییراتبیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در دانه اتفاق می افتد؛ زیرا دانه گندم موجود زنده است و متحمل فرآیندهای تنفس و پیری می‌شود. فرآیند رسیدگی و پیری گندم تغییراتی را بوجود می‌آورد که خصوصیات فیزیکوشیمیایی گندم و آرد را برای تهیه نان بهبود می‌بخشد [٤، ۳].این تغییرات بر ویسکوزیته خمیر و توانایی جذب آب آرد گندم تأثیربسزایی دارند. هم‌چنین، میزان پروتئین‌های سطحی گرانول نشاسته نیز بعد از اعمال تیمارهای رسیدن در مقایسه با آردی که مراحل رسیدن را طی نکرده، سه تا چهار برابر می‌شود [۵].تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در طول ذخیره سازی اتفاق می افتد و به ویژه تحت تـأثیر محتوای رطوبت، فعالیت آبی و درجه حرارت ذخیره سازی قرار می‌گیرد. محتوای رطوبت پارامتر مهمی در تعیین واکنش های فساد در مواد غذایی است. رشد و یا نرخ فساد میکروبی تاحد زیادی به محتوای رطوبت مواد غذایی بستگی دارد [۷، ٦].

آرد از اجزای اصلی تشکیل دهنده نان می باشد که قوت غالب بسیاری از مردم جهان می باشد. لذا جهت بهبود کیفیت نان لازم است کیفیت آرد مصرفی بهبود یابد تا از ضایعات این کالای اساسی و استراتژیک کاسته شود. به منظور بهبود کیفیت آرد یا باید آرد برای مدتی نگهداری و هوا دهی شود یا از بهبود دهنده ها استفاده شود. نگهداری آرد از جنبه های اقتصادی، بهداشتی، مسایل تکنولوژی و نانوایی حائز اهمیت می باشد. آرد در طی نگهداری دستخوش تغییراتی می گردد [۸]. یکی از عوامل مهم و مؤثر بر ضایعات آرد در ایران کیفیت پایین گلوتن گندم می باشد؛ به گونه ای که شبکه گلوتنی در خمیر حاصل، توانایی نگهداری گازهای تولیدی در اثر فعالیت مخمرها را ندارد و در زمان تخمیر سبب از هم گسسته شدن خمیر می شود.در این شرایط،گازهای تولیدی در اثر فعالیت مخمرها به جای آنکه صرف افزایش راندمان و تردی و افزایش حجم خمیر شوند، به هدر می‌روند[۱۰، ۹]. در طول مدت نگهداری، در اثر فعالیت آنزیم ها، اجزای تشکیل دهنده آرد از جمله لیپیدها و پروتئین ها بویژه گلوتن تغییر کرده و مجموع این تغییرات باعث رسیدن آرد می شود که در نتیجه کیفیت و عمل آوری خمیر حاصل از آن بهبود می یابد [۸]. رسیدن طبیعی دانه گندمیک فرآیند زمان‌بر برای تولید آرد با کیفیت خوب است. رسیدن طبیعی، عملیات نگهداری دانه‌های تازه برداشت شده برای چند سال در دمای اتاق است تا کیفیت مناسب آرد پس از آسیاب بدست آید. از طرف دیگر، رساندن تسریع شده گندم با کاربرد دماهای بالاتر برای یک مدت زمان بخصوص همراه با کنترل رطوبت برای نگهداری دانه‌ها است. فاکتورهای مهمی که بر سرعت رساندن مؤثر هستند شامل دمای محیط اطراف، کیفیت دانه و مقدار رطوبت دانه هستندکه در ارتباط مستقیم با رطوبت نسبی محیط می‌باشند. درصد رطوبت دانه ها، دمای نگهداری و رطوبت نسبی اثرات مهمی بر اسیدیته، pH، نیتروژن آمینی آزاد، پروتئین خام و کیفیت پروتئین دارند. تغییراتی نیز در قندهای محلول و مقدار آنزیم دانه‌ها در حین نگهداری در دماهای بالا دیده شده است[۳].

Ahmed (۲۰۱۵) تأثیر دما و مدت زمان نگهداری را بر برخی از خصوصیات کیفی آرد گندم مورد بررسی قرار داد. این پژوهش تحت شرایط دمایی۲۷/۵°C و ۳۷/۵°C، زمان های نگهداری ۱، ۳، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزو رطوبت نسبی نرمال(٤٤/۸ و ٥٤ ٪) انجام گردید و برخی از ویژگی های شیمیایی (محتوای رطوبت و گلوتن مرطوب) و فیزیکی (رنگ و عدد فالینگ) آرد ارزیابی شد. نتایج نشان داد که افزایش دمای نگهداری از ۲۷/۵°C به ۳۷/۵°C سبب کاهش محتوای رطوبت آرد تحت رطوبت نسبی ۷۰-۳۸ ٪ شد. همچنین، افزایش زمان نگهداری از ۱ تا ۱۰ روز سبب کاهش محتوای رطوبت آرد گردید؛ در حالیکه بعد از این کاهش، محتوای رطوبت آرد تا ۳۰ روز نگهداری افزایش یافت. افزایش دمای نگهداری از ۲۷/۵°C به ۳۷/۵°C و همچنین افزایش زمان نگهداری تا ۱۰ روز، سبب افزایش درصد گلوتن مرطوب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

گردید. افزایش دمای نگهداری از ۲۷/۵°C به ۳۷/۵°C سبب افزایش معنی دار رنگ آرد شد؛ در حالیکه با افزایش زمان نگهداری کاهش معناداری در پارامتر رنگ آرد نگهداری شده مشاهده شد. فعالیت آنزیمی نیز با افزایش دما و زمان نگهداری بصورت معناداری کاهش یافت؛اما میزان عدد فالینگ در دمای ۳۷/۵ ℃ و با افزایش زمان نگهداری از یک به ۱۰ یا۳۰ روز بطور قابل توجهی افزایش یافت [۱۱].Raza و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر نگهداریگندم در ظروف خانگی را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که محتوای رطوبت گندمها در طی نگهداری افزایش یافت و کمترین افزایش مربوط به کیسه های پنبه ای و بیشترین افزایش مربوط به ظروف سفالی بود. نگهداری نمونه ها معمولاً در طی ۱۲ ماه باعث افزایش رطوبت و میزان اسیدیته چرب نمونه ها شد؛ در حالی که آزمون وزن و عملکرد آرد کاهش یافت. همچنین، عدد فالینگ با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت [۱۲].Lukow و همکاران (۱۹۹۵) تأثیر شرایط نگهداری محیطی (دمای ٤- تا ۲۵°C و رطوبت نسبی ۷۳-۲۸ ٪ در مدت ۱۵ ماه نگهداری) را بر کیفیت نانوایی دو نوع گندم قرمز بهاره سخت مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان داد که مقدار حجم رسوب زلنی برای دو نوع گندم با یک نرخ مشابه کاهش یافت. میزان اسید چرب و عدد فالینگ هر دو نوع گندم با افزایش مدت نگهداری افزایش یافت. پاسخ مشترک دو نوع گندم (Katepwa و Roblin) در ویژگی عدد فالینگ نشان داد که این متغیر یک ابزار مفید برای نظارت بر ذخیره سازی طولانی مدت گندم می‌باشد [۱۳].

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر دما و زمان نگهداری و محتوای رطوبت بر روی کیفیت فیزیکوشیمیایی دانه و آرد گندم و همچنین بهینه سازی شرایط رساندن تسریع شده گندم رقم پیشگام برای بهبود کیفیت آرد و نان حاصل از آن و کاهش هزینه های نگهداری گندم با شرایط رساندن تسریع شده بهینه می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تهیه گندم و آماده سازی نمونه ها

گندم رقم پیشگام از مرکز تحقیقات کشاورزی استان فارس (شهرستان اقلید) تهیه گردید. پس از برداشت، به منظور حذف ناخالصی‌ها و دانه‌های شکسته، بوجاری شد. دانه‌ها عاری از هر گونه آلودگی و یا مواد شیمیایی ضد عفونی کننده بودند. میزان رطوبت اولیه گندم تازه برداشت شده پس از بوجاری مشخص گردید. سپس، هر تیمار شامل ۵ کیلوگرم از نمونه با رطوبت ابتدایی مشخص در ظروف محصور نسبت به عبور هوا و با اندازه‌های یکسان نگهداری گردید. ظروف حاوی نمونه در دما و رطوبت‌های مختلف برای مدت زمان مشخص نگهداری گردید. سپس، پس از طی زمان معینمونه ها توسط آسیاب به آرد تبدیل شدند.

۲-۲- فرآیند رساندن تسریع شده[1] نمونه ها

فرآیند رساندن تسریع شده نمونه‌های تازه برداشت شده گندم با کنترل سه فاکتور اصلی دما، رطوبت و مدت زمان نگهداری انجام گردید. ابتدا رطوبت ابتدایی دانه تعیینشدو سپس رطوبت دانه‌ها با افزودن مقدار لازم آب به ۱٦، ۱۸ و ۲۰ درصد رسانده شد. نمونه‌های با درصد مختلف رطوبت در دماهای مربوطه (۳۰، ٤۰ و۵۰°C) در مدت زمان‌های لازم (۲، ۵ و ۸ روز) نگهداری گردیدند. پس از متعادل سازی و رساندن دمای دانه‌ها به دمای اتاق در انتهای هر زمان نگهداری، تیمارهای مختلف گندم آسیاب و آرد مربوط به آن تهیه گردید.

۲-۳- آزمون های فیزیکوشیمیایی آرد گندم

ویژگی های شیمیایی آرد شامل رطوبت (طبقاستانداردبین المللی AACC به شماره ۱٦-٤٤)، پروتئین (طبقاستانداردبین المللی AACC به شماره ۱۲-٤٦)، خاکستر (طبقاستانداردبین المللی AACC به شماره ۰۱-۰۸)، pH (طبقاستانداردبین المللی AACC به شماره ۵۲-۲) توسط دستگاه NIR و گلوتن خشک و مرطوب (طبقاستانداردبین المللی AACC به شماره ۱۱-۳۸) توسط دستگاه گلوتن شور و ویژگی فیزیکی عدد فالینگ (طبق استانداردبین المللی AACC به شماره B ۸۱-۵٦) تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفت [۱٤].

۲-٤- طرح آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

از آنجا که هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی اثرات اصلی و متقابل فاکتورهای محتوای رطوبت، دما و زمان نگهداری بذور گندم بر ویژگی های فیزیکو شیمیایی بود، طرح آماری رویه سطح پاسخ RSM انتخاب شد (جدول ۱). از این رو، بر اساس تعداد فاکتورها و سطوح آنها مطابق جدول ۲، شرایط

1. Accelerated aging

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

۲۰ تیمار مختلف تعیین گردید. به منظور تعیین خطای آزمایش، آزمایش مربوط به نقطه مرکزی ٦ بار تکرار شد.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم شامل رطوبت، پروتئین، خاکستر، گلوتن مرطوب، pH و عدد فالینگ به عنوان متغییر وابسته یا پاسخ (Y) در نظر گرفته شد. روش RSM اثر هر متغیر اصلی و تأثیر متقابل فاکتورها را روی هر متغیر به صورت جداگانه بیان نمود و مدل چند متغیره آن به صورت زیر تعریف شد (رابطه ۱):

$$Y= b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_{12}x_1x_2\, b_{13}x_1x_{3+} b_{11}x_1^2+b_{22}x_2^2+b_{33}x_3^2+b_{123}x_1x_2x_3$$

در معادله ذکر شده Y پاسخ پیش بینی شده، b_0 ضریب ثابت، b_1، b_2 و b_3 اثرات خطی، b_{11}، b_{22} و b_{33} اثر مربعات و b_{12}، b_{13}، b_{23} و b_{123} اثرات متقابل و X_1 ، X_2 و X_3 متغیرهای مستقل کدبندی شده بودند. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، بهینه سازی فرآیند رساندن دانه ورسم نمودارهای مربوط به روش سطح پاسخ از نرم افزار Design Expert 7 استفاده گردید. عبارات معنی دار در مدل با استفاده از تجزیه واریانس (ANOVA) برای هر پاسخ بدست آمد. معنی دار بودن با تعیین سطح احتمال کمتر از ۵ درصد، قضاوت شد. کیفیت برازش داده هابا استفاده از $adj\text{-}R^2$ و R^2 ارزیابی شد. بالا بودن مقدار R^2 همیشه دلالت بر مناسب بودن مدل نمی کند. بنابراین، ترجیحاً از $adj\text{-}R^2$ برای ارزیابی کیفیتبرازش مدل استفاده می شود که بایستی بالاتر از ۸۵ درصد باشد [۱۵].

۳- بحث و نتایج

به منظور حصول مدل‌های تجربی برای پیش بینی پاسخ، رابطه-های خطی و چند جمله‌ای درجه دوم برای داده‌های بدست آمده از آزمایش‌ها برازش شدند. سپس، این مدل‌ها مورد آنالیز آماری قرار گرفتند تا مدل مناسب گزینش گردد. نتایج حاصل از مدل درجه دوم سطح پاسخ در فرم ANOVA در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که مدل درجه دوم برازش شده با ضریب تبیین بیش از ۹۲ درصد (R^2>۹۲) با داده های آزمایشی مطابقت دارد ($p<0.05$) که نشان می دهد مدل به خوبی توانسته نتایج به دست آمده را پیش بینی کند. معادلات زیر روابط بین ویژگی های فیزیکوشیمیایی آرد گندم تحت رساندن تسریع شده را نشان می دهند (روابط ۲ تا ۷):

(رابطه ۲)

$$\textbf{Moisture}\ (\%) = 41.6854 - 4.91223X_1 + 0.69114X_2 + 1.0183X_3 - 0.02583X_2X_3 - 7.3091\times10^{-3}X_2^2$$

(رابطه۳)

$$\textbf{Protein}\ (\%) = 31.14898 - 1.82938X_1 - 0.23909X_2 - 1.00698X_3 + 0.028X_2X_3 + 0.041364X_1^2 + 2.155\times10^{-3}X_2^2 - 1.44\times10^{-3}X_1X_2X_3$$

(رابطه ٤)

$$\textbf{Gluten wet}\ (gr) = -1.02984 - 2.99621\times10^{-3}X_1 + 0.21699X_2 - 0.3255X_3 - 0.01375X_1X_2$$

(رابطه ٥)

$$\textbf{pH} = 6.5484 + 0.096267X_1 - 0.061916X_2 + 0.19146X_3 - 2.333\times10^{-3}X_1X_2 + 1.11176X_2^2 - 5.3268\times10^{-3}X_3^2$$

(رابطه ٦)

$$\textbf{Ash.}\ (\%) = 1.49352 - 0.12095X_1 + 0.052232X_2 - 0.05653X_3 - 1.325\times10^{-3}X_1X_2 + 4.5\times10^{-3}X_1^2 - 2.55\times10^{-4}X_2^2$$

(رابطه ۷)

$$\textbf{F.N}\ (s) = 1397.9995 - 60.16591X_1 - 38.2053X_2 - 2.2662X_3 + 0.3333X_2X_3 + 0.5646X_2^2$$

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته، از نمودار سه بعدی سطح پاسخ استفاده شد. در هر نمودار، به طور همزمان اثر دو متغیر در حالتیکه متغیر سوم در نقطه مرکزی قرار داشت، بررسی گردید.

۳-۱- رطوبت

جدول ۳ نشان می دهد که افزایش دمای نگهداری، اثر خطی، درجه دوم و متقابل معناداری بر مقدار رطوبت آرد گندم داشتند؛در حالیکه افزایش زمان نگهداری، اثرات خطی و متقابل معنادار و محتوای رطوبت اثر خطی معنادار بر مقدار رطوبت آرد گندم داشت.

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می گردد، با افزایش دما و زمان نگهداری، مقدار رطوبت آرد گندم کاهش یافت و اثر متقابل این دو عامل باعث کاهش مقدار رطوبت آردمی گندم گردید. کاهش رطوبت آرد بدلیل تبخیر بخشی از محتوای رطوبت آرد در اثر افزایش دمای نگهداری بود [۱۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

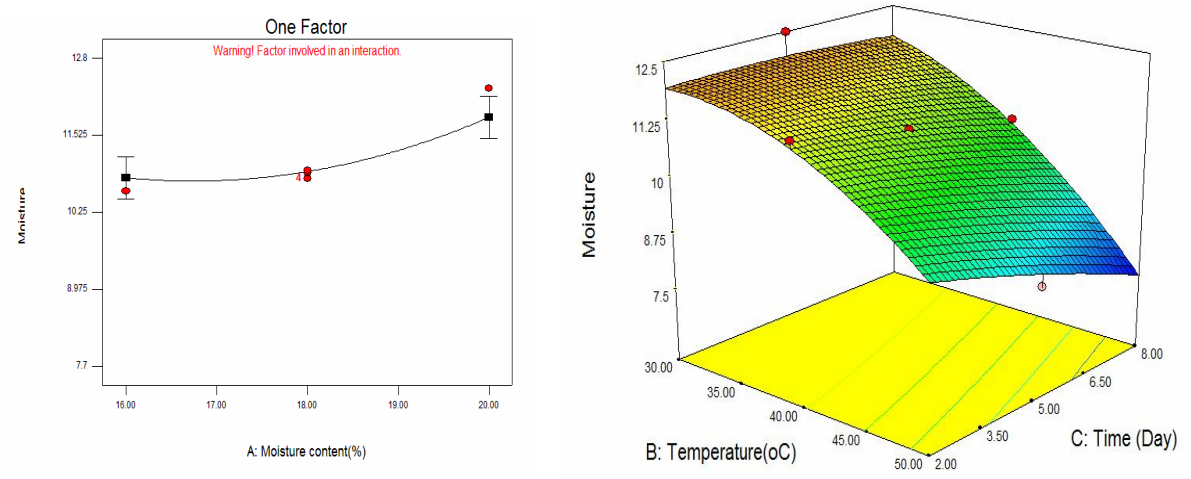

Fig 1 The effects of moisture content, time, and storage temperature on moisture content of wheat flour.

همچنین، کاهش محتوای رطوبت در مدت نگهداری آرد بدلیل مهاجرات رطوبت از آرد با رطوبت نسبی بالا به سمت محیط با رطوبت نسبی کمتر می باشد [۱۶]. این نتایج مشابه تحقیقات Ahmed [۱۱] در بررسی اثر شرایط دما و زمان نگهداری بر کیفیت آرد گندم، Rehman و Shah [۱] بر تغییرات بیوشیمیایی گندم و عفت شهمیری و همکاران [۱۷] بر تأثیر شرایط نگهداری بر کیفیت گندم بود.

متفاوت با نتایج Raze و همکاران [۱۲]در تأثیر نگهداری درون ظروف مختلف بر روی کیفیت گندم، Akhtar و همکاران [۱۸] بر روی غنی سازی گندم، Naureen و همکاران [۱۹] بر خصوصیات شیمیایی آرد های مختلف بود. همچنین، با افزایش محتوای رطوبت بذور گندم، مقدار رطوبت آرد حاصله نیز افزایش یافت.

۲-۳- پروتئین

جدول ۳ نشان می دهد که افزایش محتوای رطوبت و دمای نگهداری، اثر خطی و درجه دوم معنادار و دمای نگهداری، اثر متقابل معناداری بر مقدار پروتئین آرد گندم داشتند؛ در حالیکه افزایش زمان نگهداری، اثرات خطی و متقابل معنادار بر مقدار پروتئین آرد گندم داشت. همچنین، تأثیر همزمان معنادار این سه پارامتر نیز مشاهده شد.

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می گردد، با افزایش زمان و دمای نگهداری بذور گندم، مقدار پروتئین آرد گندم حاصله افزایش یافت. اثرات متقابل این دو عامل باعث افزایش مقدار پروتئین آرد گندم گردید. به این دلیل است کهبا افزایش زمان و دمای نگهداری، میزان سبوس آرد گندم افزایش می یابد و از آنجاکه درون سبوس پروتئین های وجود دارد و همچنین باعث کاهش جداسازی آندوسپرم گندم به همراه سبوس گندم می گردد، باعث افزایش پروتئین آرد گندم می گردد.همچنین، افزایش محتوای رطوبت بذور گندم باعث کاهش مقدار پروتئین آرد گندم گردید. این به علت افزایش انعطاف پذیری سبوس دانهاست که باعث افزایش جداسازی بخشی از آندوسپرم دانه در طی مرحله سبوس گیری می گردد.در ضمن، تأثیر همزمان این سه پارامتر باعث افزایش مقدار پروتئین گردید. این نتایج مشابه تحقیقات Ahmed [۱۱] در بررسی اثر شرایط دما و زمان نگهداری روی کیفیت آرد گندم و شهمیری و همکاران [۱۷] روی شرایط نگهداری بر روی کیفیت گندم بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

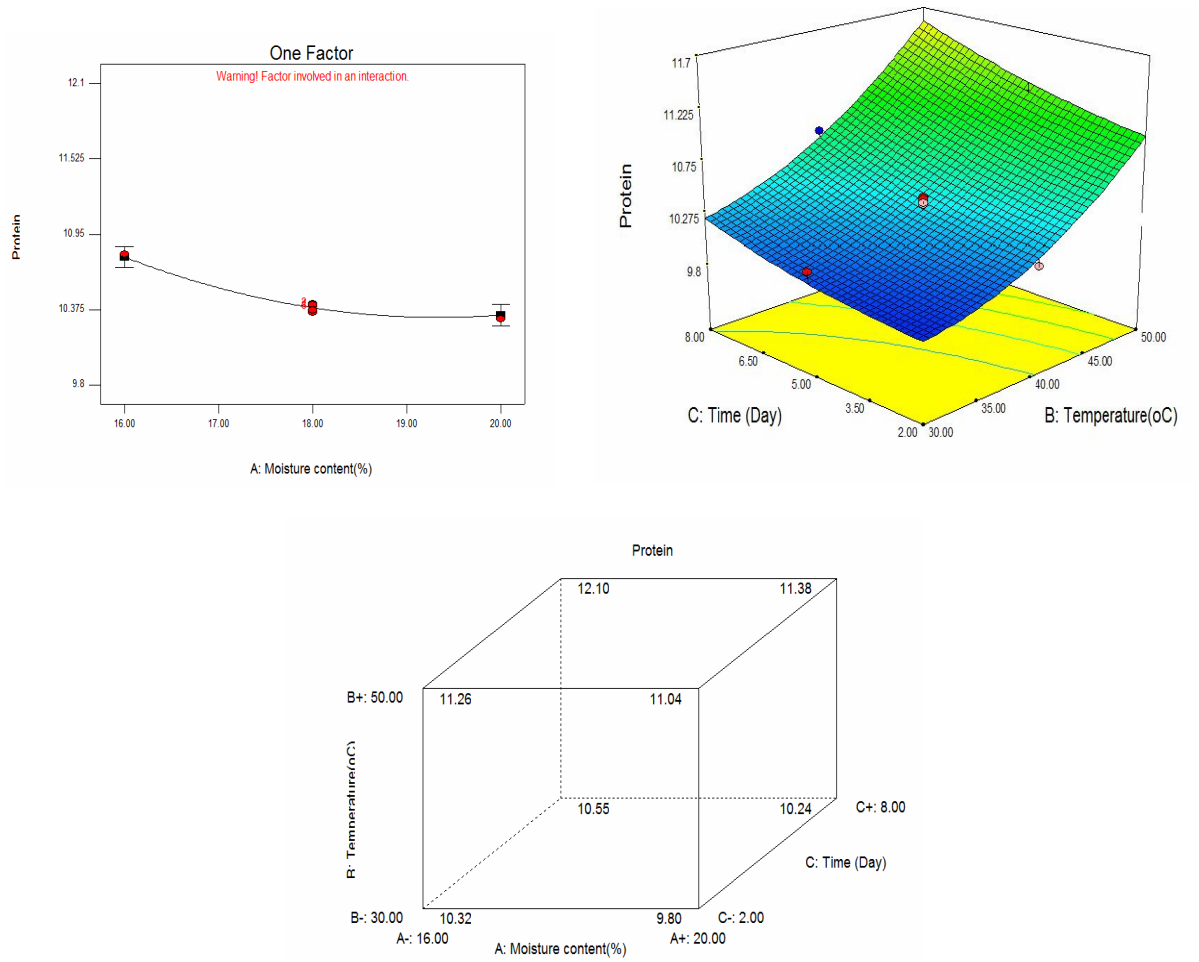

Fig 2 The effects of moisture content, temperature, and storage time of wheat on wheat flour protein.

۳-۳- خاکستر

جدول ۳ نشان می دهد که افزایش محتوای رطوبت و دمای نگهداری اثر خطی، درجه دوم و متقابل معناداری بر مقدار شاخص خاکستر آرد گندم داشتند؛ در حالیکه افزایش زمان نگهداری، اثر خطی معنادار بر مقدار خاکستر آرد گندم داشت. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می گردد، با افزایش محتوای رطوبت بذور گندم، مقدار خاکستر آرد گندم حاصله کاهش یافت. این بدلیل افزایش انعطاف پذیری سبوس دانه گندم است که باعث افزایش سبوس گیری دانه گندم در طی آسیاب می شود.از آنجا که بیشتر مواد معدنی درون قسمت سبوس گندم قرار دارد، افزایش میزان رطوبت گندم باعث کاهش میزان مواد معدنی و در نتیجه، کاهش خاکستر آرد گندم در طی مرحله آسیاب می‌گردد. درحالیکه با افزایش دمای نگهداری، مقدار خاکستر آرد گندم با شیب بیشتریافزایش یافت. اثر متقابل این دو عامل باعث افزایش مقدار خاکستر آرد گندم گردید. همچنین، با افزایش زمان نگهداری، خاکستر آرد گندم حاصله افزایش یافت. همانطور که قبلاً ذکر شد، با افزایش زمان و دمای نگهداری، میزان سبوس گیری گندم طی مرحله آسیاب کاهش و در نتیجه، میزان سبوس آن افزایش می یابد. در نتیجه، میزان خاکستر آرد گندم افزایش می‌یابد. این نتایج مشابه شهمیری و همکاران [۱۷] در بررسی تأثیر زمان نگهداری روی کیفیت گندم و Sur و همکاران [۲۰]در مطالعه تغییرات زمان نگهداری روی کیفیت آرد سالم و جوانه زده بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

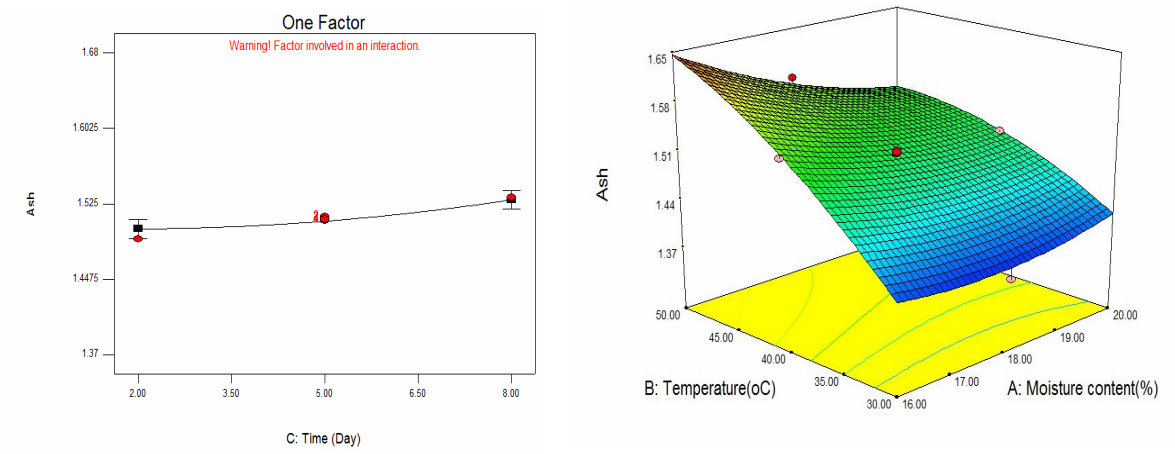

Fig 3 The effects of moisture content, temperature, and storage time of wheat on wheat flour ash.

٤-٣- گلوتن مرطوب

جدول ۳ نشان می دهد که افزایش محتوای رطوبت و دمای نگهداری بذور گندم اثرات خطی و متقابل معناداری بر مقدار گلوتن مرطوب آرد گندم داشتند؛در حالیکه افزایش زمان نگهداری به صورت خطی بر مقدار گلوتن مرطوب آرد گندم مؤثر بود.

همانطور که در شکل ٤ مشاهده می گردد، افزایش محتوای رطوبت بذور گندم باعث کاهش مقدار گلوتن مرطوب آرد گندم حاصله گردید. همچنین، افزایش دمای نگهداری باعث کاهش مقدار گلوتن مرطوب با شیب بیشتری گردید. در ضمن، اثر متقابل این دو عامل نیز باعث کاهش مقدار گلوتن مرطوب شد. افزایش زمان نگهداری بذور گندم نیز باعث کاهش مقدار گلوتن مرطوب آرد گندم حاصله گردید.Amjad Boya[۲۱] نشان دادند که درجه حرارت بالا بدلیل افزایش شکسته شدن پیوندها در مکانهای آبگریز، تأثیر نامطلوبی بر کیفیت گلوتن داشته و قدرت آنرا کاهش می‌دهد. همچنین،Stathopoulos و همکاران [۲۲] گزارش کردند که میزان استخراج گلوتن های ارقام مختلف گندم تحت تأثیر حرارت دهی به مدت ۲۰ دقیقه در دماهای مختلف ۹۰°C-۲۵ کاهش یافت. HruškovÁ و MachovÁ [۲۳] نشان دادند که افزایش زمان نگهداری، میزان گلوتن مرطوب را کاهش می دهد و بدلیل اثر اسیدهای چرب غیراشباع موجود در آرد از تورم گلوتن ممانعت می کند.

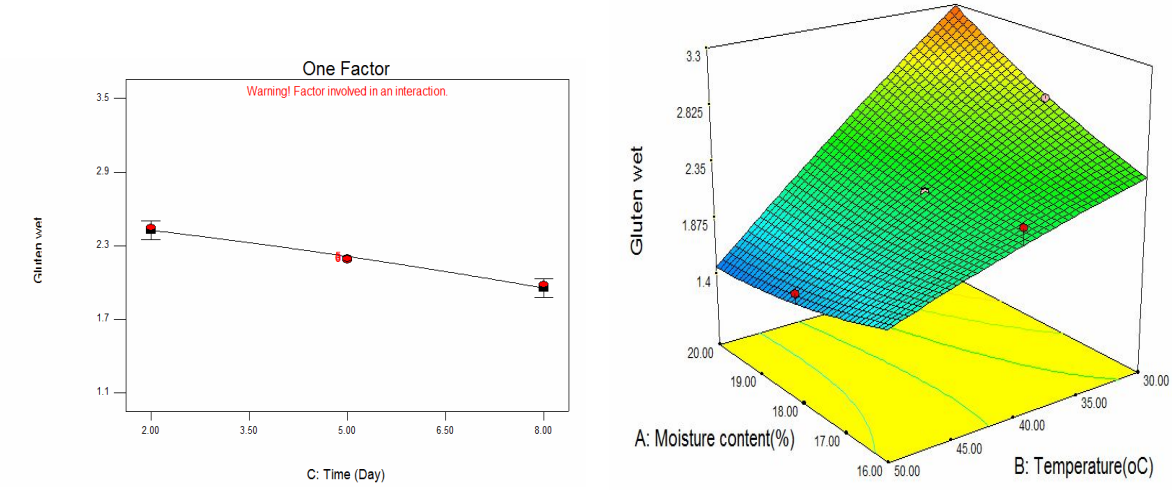

Fig 4 The effects of moisture content, temperature, and storage time of wheat on wheat flour wet gluten.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

pH -۳-۵

جدول ۳ نشان می دهد که افزایش زمان و دمای نگهداری اثرات خطی و درجه دوم معنادار و دمای نگهداری اثر متقابل معناداری بر مقدار شاخص pH آرد گندم داشتند؛در حالیکه افزایش محتوای رطوبت، اثرات خطی و متقابلمعناداری بر مقدار pH آرد گندم داشت.

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می گردد، افزایش محتوای رطوبت بذور گندم باعث افزایش مقدار pH آرد گندم با شیب ثابت گردید؛ ولی افزایش دمای نگهداری باعث کاهش مقدار pH آرد گندم با شیب بیشتری تا دمای ۴۰°C شد و سپس، مقدار آن تا دمای ۵۰ °C با شیب بسیار کمی کاهش یافت. در ضمن، اثر متقابل این دو عامل باعث افزایش مقدار pH آرد گندم گردید. همچنین، افزایش زمان نگهداری بذور گندم باعث کاهش مقدار pH آرد گندم حاصله گردید. با افزایش زمان و دمای نگهداری بذور گندم، بدلیل افزایش میزان اسیدهای چرب و فسفات ها، اسیدیته قابل تیتراسیون در نتیجه افزایش زوال دانه های گندم افزایش یافته و در نتیجه، میزان pH کاهش می یابد[۲۴، ۱].

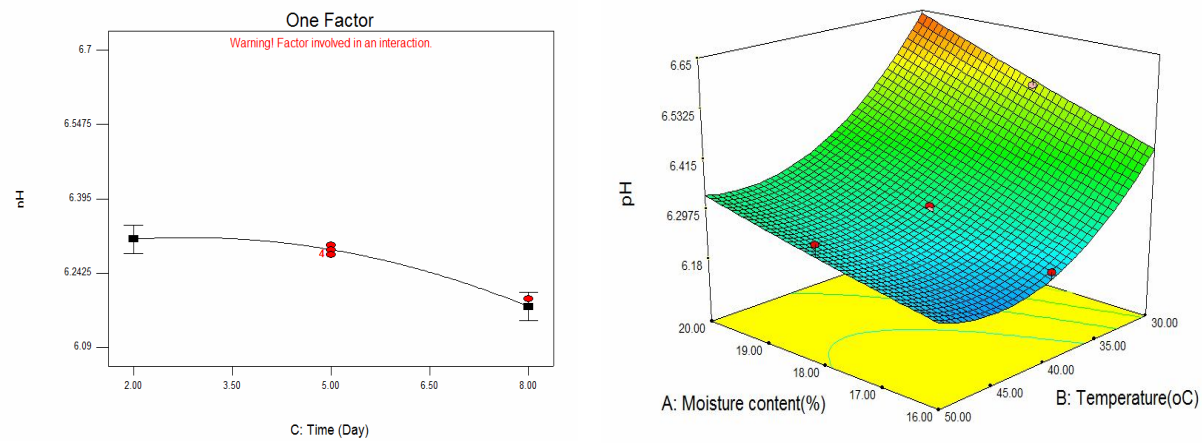

Fig 5 The effects of moisture content, temperature, and storage time of wheat on wheat flour pH.

۶-۳- عدد فالینگ (F.N)

جدول ۳ نشان می دهد که افزایش دمای نگهداری اثر خطی، درجه دوم و متقابل معناداری بر مقدار عدد فالینگ آرد گندم داشت؛ در حالیکه افزایش محتوای رطوبت و زمان نگهداری تأثیر خطی معنادارو زمان نگهداری تأثیر متقابل معنادار بر مقدار عدد فالینگ آرد گندم داشتند.

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می گردد، افزایش دمای نگهداری بذور گندم باعث افزایش مقدار عدد فالینگ آرد با شیب زیاد گردید که دلیل آن کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز به دلیل افزایش دمای نگهداری می باشد.همچنین، افزایش زمان نگهداری باعث افزایش این شاخص با شیب ثابت گردید. در ضمن، تأثیر این دو عامل باعث افزایش مقدار عدد فالینگ آرد گندم شد که این تاثیر به دلیل اثر بیشتر افزایش دما در زمان طولانی بر مقدار آنزیم آلفا آمیلاز می باشد؛ ولی با افزایش محتوای رطوبت مقدار عدد فالینگ آرد گندم کاهش یافت و این به دلیل است که با افزایش محتوای رطوبت بذور گندم فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز افزایش و در نتیجه باعث کاهش عدد فالینگ می گردد. این نتایج مشابه تحقیقات Ahmed [۱۱]، شهمیری و همکاران [۱۷] وLukow و همکاران [۱۳] در مطالعه تأثیر شرایط نگهداری و محیطی روی کیفیت نانوایی گندم بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

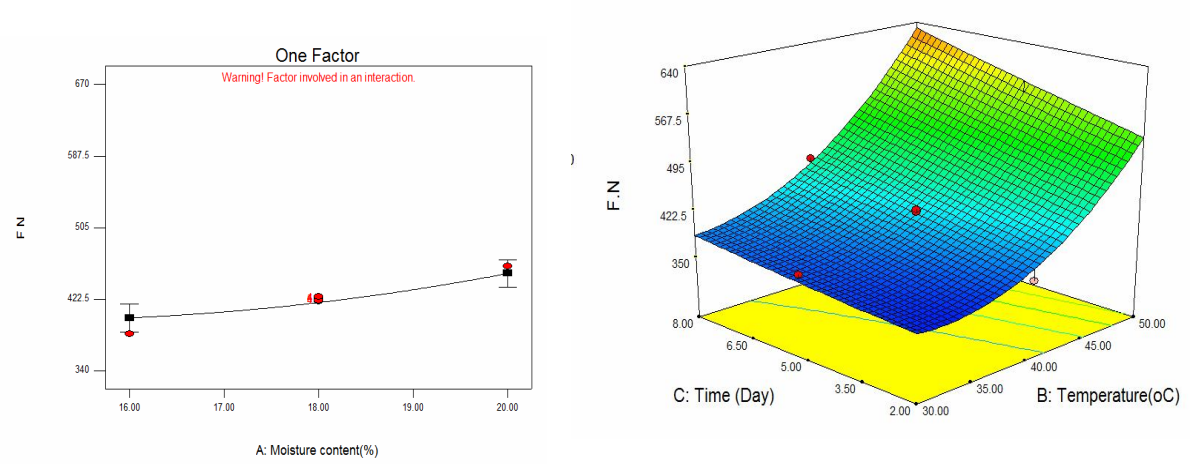

Fig 6 The effects of moisture content, temperature, and storage time of wheat on wheat flour falling number.

۷-۳- بهینه سازی و انتخاب تیمار بهینه

تکنیک بهینه سازی عددی به منظور بهینه کردن متغیرهای فرایند به کار برده شد. بهینه سازی متغیر های وابسته با استفاده از روش سطح پاسخ انجام شدو نقاط بهینه تعیین گردید. بدین منظور، اهداف بهینه سازی برای تمامی پاسخ ها شامل پروتئین، گلوتن مرطوب و pH درحد حداکثر و خاکستر، رطوبت و عدد فالینگ در حد کمینه بود؛ زیرا در مورد گندم لازم است کیفیت خمیر از نظر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی دارای گلوتن بالا و عدد فالینگ پایینی (فعالیت آنزیمی بالا) باشد. در این پژوهش، محدوده دمای نگهداری ۳۰°C-۵۰، زمان نگهداری ۲-۸ روز و محتوای رطوبت ۱۶-۲۰ ٪ انتخاب شدند. نتایج به دست آمده از فرایند بهینه سازی نشان داد که در رساندن تسریع شده گندم با شرایط محتوای رطوبت ۱۶ ٪، زمان و دمای نگهداری به ترتیب ۲/۷۸ روز و ۳۰°C می‌توانبه بهترین نتیجه کیفی فیزیکوشیمیایی دست یافت. مشخصات این تیمار بهینه شامل درصد پروتئین ۱۰/۳۱۶ ٪، گلوتن مرطوب ۲/۶۵۸٪، pH ۶/۴۴۷، خاکستر۱/۴۰۵ ٪، رطوبت ۱۱/۶۸۸ ٪، عدد فالینگ ۳۳۸/۷۱۵ ثانیه و مطلوبیت۰/۴۴۸ بود.

٤- نتیجه گیری

به علت نیاز به آردگندم، در برخی از مناطق گندم سریعاً پس از برداشت مورد استفاده قرار میگیرد و این در حالی است که گندم مورد نظر به علت سیالیت گلوتن آماده استفاده نمیباشد. این امر موجب میشود که آرد و نان تهیه شده از آن کیفیت لازم را نداشته و قسمت عمده ای از نان حاصل از آن دور ریخته شود. رساندن تسریع شده گندم با کاربرد دماهای بالاتر برای یک مدت زمان بخصوص با میزان رطوبت کنترل شده می تواند تغییراتی در دانه های گندم ایجاد کند تا کیفیت مناسب آرد پس از آسیاب بدست آید. نتایج نشان داد که با افزایش زمان و دمای نگهداری رطوبت، خاکستر و پروتئین آرد گندم افزایش یافت؛ در حالیکه با افزایش محتوای رطوبت گندم عدد فالینگ و pH آرد گندم افزایش و پروتئین، کیفیت گلوتن و میزان خاکستر آرد گندم کاهش پیدا کردند. همچنین نتایج به دست آمده از فرایند بهینه سازی نشان داد که در رساندن تسریع شده گندم با شرایط محتوای رطوبت ۱۶ ٪، زمان و دمای نگهداری به ترتیب ۲/۷۸ روز و ۳۰ °C می‌توان به بهترین نتیجه کیفی فیزیکوشیمیایی دست یافت.

٥- منابع

[1] Rehman, Z.U. & Shah, W.H., (1999). Biochemical changes in wheat during storage at three temperatures. Plant Foods for Human Nutrition, 54, 109-117.
[2] FAO. 2016. Fao Stat: agriculture data. http://www.fao.org/iran/news/detail-events/en/c/410342/.
[3] González-Torralba, J., Arazuri, S., Jarén, C. & Arregui, L. M. (2013). Influence of temperature and r.h. during storage on wheat bread making quality. Journal of Stored Products Research, 55, 134-144.
[4] Tipples, K.H., (1995). Quality and nutritional changes in stored grain. In: Jayas, D.S., White, N.D.G., Muir, W.E. (Eds.), Stored-grain Ecosystems. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, pp. 325-352.
[5] Shelke, K., Hoseney, R.C., Faubion, J.M., & Curran, S.B. (1992). Age related changes

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

in the properties of batters made from flour milled from freshly harvested soft wheat. Cereal chemistry, 69, 145-147.
[6] Toğrul, H. & Arslan, N. (2006). Moisture sorption behavior and thermodynamic characteristics of rice stored in a chamber under controlled humidity. Biosystems Engineering, 95 (2), 181–195.
[7] Lahsasni, S., Kouhila, M., Mahrouz, M. & Kechaou, N. (2002). Experimental study and modelling of adsorption and desorption isotherms of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). Journal of Food Engineering, 55, 201–207.
[8] Payan, R. (1998). Introduction toTechnology products grains. Publications norpardazan.
[9] Pant, V. (2006). Recent Developments in the use of enzymes in bakery products. Karnataka: University of Mysore, MSc thesis.
[10] Popper, L. (2008). Enzymes best friends of flours the miller's little helpers. Muhlen Chemie GmbH.
[11] Ahmed, H. M. S. (2015). Effect of storage temperature and periods on some characteristics of wheat flour quality. Food and Nutrition Sciences, 6, 1148-1159.
[12] Raza, S., Khalil, S., Naseem, K., Gilani, M.A., Amjad, M., Masud, T. & Saqlan Naqvi, S.M. (2010). Effect of house hold storage receptacles on physicochemical characteristics of wheat. Sarhad Journal of Agriculture, 26(2), 275-287.
[13] Lukow, O.M., White, N.D.G. &Sinha, R.N. (1995). Influence of ambient storage conditions on the bread making quality of two hard red spring wheats. Journal of Stored Products Research, 31, 279-289.
[14] AACC. (2012). Approved methods of the American association of cereal chemists. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
[15] Myers, R.H. & Montgomery, D.C. (1995). Response surface methodology, process and product optimization using designed experiment (2nd ed.). New York: John Wiley and Sons
[16] Mahmoud, H. & Abdel-Halim, M. (1994). Monitoring the quality of wheat and dairy products manufacturer—Part I. Alneshracharkh Holding Rackets and Almills, 253.
[17] Ashamiri, A., Seyedin Ardebili, S. M., Hosseini, S.A. &Agha Gholizdeh, R. (2016). Effect of storage conditions on the physicochemical and farinograph properties of wheat flour. Journal of Food Science and Technology, Volume 13, Issue 51,89-102. (In Persian)
[18] Akhtar, S., Anjum, F.M., Rehman, S.U., Sheikh, M.A. &Farzana. K. (2008). Effect of fortification on physico-chemical and microbiological stability of whole wheat flour. Food Chemistry, 110, 113-11.
[19] Naureen, S., Masood, S., Butt, S., Rehman, S.U. & Kamran, S. (2005). Chemical characteristics of various composite flours. International Journal of Agriculture and Biology, 1553-1560.
[20] Sur, R., Nagi, H.P.S., Sharma, S. & Sekhon, K.S. (1995). Storage changes in the quality of sound and sprouted flour. Plant Foods for Human Nutrition, 44, 35-44.
[21] Amjad Boya, S. (1990). Bread and Almajnat—Mosul University/Ministry of Higher Education and Scientific Research. Iraq, 30-60.
[22] Stathopoulos, C.E., Tsiami, A.A., Schofield, J.D. & Dobraszczyk, B.J. (2007). Effect of heat on rheology, surface hydrophobicity and molecular weight distribution of glutens extracted from flours with different bread-making quality. Journal of Cereal Science, 47, 134-143.
[23] Hrušková, M. & Machová, D. (2002). Changes of wheat flour properties during short term storage. Czech Journal of Food Science, 20, 125–130.
[24] Onigbinde, A.O. & Akinyele, I.O. (1988). Biochemical and nutritional changes in corn (*Zea mays*) during storage at three temperatures. Journal of Food Science, 53, 117-120.
[25] Khuri, A.I. & Mukhopadhyay, S. (2010). "Response Surface Methodology." In E.J. Wegman, Y.H. Said, and D.W. Scott, (Eds). Wiley Interdisciplinary Reviews - Computational Statistics, Vol. 2(2) (pp. 128–149). Wiley, Hoboken, New Jersey.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]

optimization of the influence of accelerated aging condition on physicochemical characteristics of wheat flour

Aghababaei, A. [1], Maftoonazad, N. [2*], Elhamirad, A. H.[3] , Badii, F.[4]

1. PhD Student, Food Science and Technology Department, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.
3. Associate Professor, Food Science and Technology Department, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
4. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

(Received: 2018/02/09 Accepted:2018/08/27)

Wheat grain is commonly stored for a period of several months from harvest up to processing. Duringstorage grain can experience variations in composition and quality, especially if ambient conditions areunfavorable.In this study,First, accelerated aging of freshly harvested wheat grainswas carried out by increasing moisture content 16, 18 and 20% and keeping the samples in different temperatures 30, 40 and 50°C for different periods 2, 5 and 8 days.Samples were then milled and physicochemical properties including moisture content, protein, ash, wet gluten, pH and falling number were determined. Response surface methodology with the central composite design was applied to minimize total numbers of experimental runs and to determine the significance of the factors.Results showed that increasing storage temperature and time resulted in increasing protein, falling number, and ash, while wet gluten, pH and moisture content decreased. By increasing moisture content, wet gluten, protein, ash and falling number decreased while moisture content and pH increased. Optimization using response surface methodology showed that the optimum condition for accelerated aging of wheat grain contained 16% moisture content, storage temperature of 30°C for 2.87 days.

Keywords: Wheat flour, Accelerated aging, Storage time and Temperature, Falling number, Wet gluten.

* Corresponding Author E-Mail Address: n.maftoon@areeo.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-22]