خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر آرد گندم حاوی مخلوط پودر بزرک– خرفه

سیدهادی پیغمبردوست[۱*]، مریم جعفرزاده مقدم[۲]

۱– دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

۲– دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۰)

چکیده

بزرک و خرفه منابع غنی از آلفا لینولنیک اسید (امگا ۳)، لیگنان‌ها، فیبر رژیمی و آنتی اکسیدان‌های متعدد می باشند که به دلیل اثرات فراسودمند آنها در جلوگیری از برخی سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی– عروقی به عنوان افزودنی‌های عملگرا با خواص سلامت بخشی به مواد غذایی معرفی شده اند. در این مطالعه تأثیر افزودن مخلوط پودر دانه های بزرک و خرفه به نسبت۵۰ به۵۰ به آرد گندم روی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر با آزمون‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. با افزودن مخلوط پودر بزرک و خرفه به مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی به آرد گندم، میزان پروتئین و فیبر آرد افزایش و مقادیر گلوتن مرطوب و عدد زلنی آن کاهش یافت. با افزودن ۵٪ پودر مخلوط بزرک خرفه، جذب آب آرد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت اما با ادامه افزودن آن تغییری در میزان جذب آب مشاهده نشد. افزودن مقادیر مختلف پودر بزرک خرفه (بجز مقدار ۲۰٪) باعث افزایش معنی‌داری در عدد کیفی فارینوگراف گردید. همچنین پایداری خمیر در برابر مخلوط کردن در فارینوگراف کاهش و درجه سست شدن خمیر افزایش یافت. خمیرهای حاصل از کلیه تیمارهای حاوی مخلوط پودر بزرک خرفه، مقاومت به کشش حداکثر (R_{max}) بالاتری در همه زمان‌های استراحت خمیر در اکستنسوگراف در مقایسه با خمیر کنترل نشان دادند. با این وجود، قابلیت کشش خمیر با افزودن مخلوط بزرک خرفه کاهش یافت.

کلید واژه ها: آرد، بزرک، خرفه، خمیر، فارینوگراف، اکستنسوگراف

* مسئول مکاتبات: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

با توجه به تأثیرات اسیدهای چرب امگا ۳ برای رشد و توسعه نرمال بدن و نقش مهمی که در جلوگیری و درمان بیماری‌های قلبی- عروقی، دیابت نوع ۲، و برخی دیگر از بیماری‌ها دارند، استفاده از این اسیدهای چرب در رژیم غذایی روزانه ضروری به نظر می‌رسد [۱]. رژیم های غذایی نامناسب از نظر اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ تعادل صحیحی برای کارکرد فیزیولوژیکی خوب فراهم نمی کنند و این عدم تعادل با بروز بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون بالا، بی نظمی‌های التهابی و کارکردهای عصبی خاص ارتباط دارد [۲].

دانه بزرک با نام علمی *لینوم یوزیتالیسموم* (*Linum usitalissmum*) گیاهی یکساله از تیره کتان و تنها گونه ای از خانواده لینیاسه (*Linacae*) که از لحاظ تجاری اهمیت فراوان یافته است [۳]. کل میانگین تولید سالانه بزرک در جهان در۱۰ سال گذشته ۲/۵ میلیون تن بوده است و مناطق اصلی رشد آن کانادا، چین، هند،آرژانتین، امریکا، انگلستان و برخی کشورهای اروپایی هستند [۴]. در کشور ما نیز بزرک از نظر جغرافیایی در مناطق گرم و خشک کشور از جمله بطور نسبتاً زیاد در استان خوزستان و بطور پراکنده در شهرستانهای اطراف اصفهان، نواحی کردستان و مناطقی در شمال کشور مثل فومن که دارای هوای مرطوب و بارندگی زیاد ولی به موقع است و برای کشت این گیاه فوق العاده مناسب است، کشت می شود. اما متاسفانه به جهت پراکندگی کشت، آمار دقیقی در ارتباط با سطح زیر کشت این گیاه ارزشمند وجود ندارد [۳].

دانه بزرک سرشار از اسید چرب آلفا لینولنیک (امگا ۳) و درصد قابل توجهی اسیدهای چرب غیر اشباع (امگا ۳ و امگا ۶) می-باشد که البته سهم اسید چرب امگا ۳ به امگا ۶ در دانه بزرک بیشتر است [۵]. این دانه حاوی ۴۰-۳۵ درصد لیپید می‌باشد که ۵۰ ٪ آن را اسید آلفا لینولنیک (پیش ساز ایکوزانوئیدها) تشکیل می‌دهد [۴]. از دیگر ترکیبات تغذیه‌ای با ارزش آن لیگنان‌ها (ترکیبات فیتواستروژنیک)، فیبر نامحلول و محلول به نسبت ۳ به ۱، پروتئین‌های آلبومینی و گلوبولینی (٪۲۰-۱۸)، مواد معدنی و ویتامین‌ها هستند. بعلاوه دانه بزرک غنی ترین منبع شناخته شده دی گلیکوزید سکوایزولاریسیریزینول - یکی از پیش ساز های اصلی لیگنانهای پستانداران- است. قسمت عمده فیبر محلول آن صمغ موسیلاژ مانندی است که شامل کربوهیدرات‌های پلیمری بوده و ترکیب مونوساکاریدی آن با توجه به شرایط استخراج متغیر می‌باشد. اسید گالاکتورونیک، گالاکتوز، گزیلوز و رامنوز مونوساکاریدهای اصلی آن و فوکوز، آرابینوز وگلوکز اجزاء جزئی آن را تشکیل می دهند. این ترکیب دارای ویژگی‌های تکنولوژیکی مفید از جمله ظرفیت جذب آب زیاد می‌باشد [۵]. توکوفرول‌ها از دیگر ترکیبات موجود در دانه بزرک هستند که به عنوان آنتی‌اکسیدان عمل کرده و ترکیبات موجود در سلول-های بدن را از آسیب اکسیداسیون محافظت می‌کنند. تحقیقات انجام شده اثر آنتی اکسیدانی لیگنان‌های بزرک را ثابت نموده و مطالعات بیماری شناسی اثرات مفید آنها را در بیماریهای قلبی- عروقی، سرطان سینه، یائسگی، پوکی استخوان، انواع دیابت، بیماری‌های کبدی و کلیوی تأیید کرده است [۷-۶].

خرفه گیاهی یکساله است که در تابستان محصول می‌دهد. هر چند این گیاه به عنوان علف هرز در مزارع رشد می‌کند ولی در قسمت‌های جنوبی ایران بطور وسیع کشت می شود [۸]. مصرف این گیاه به عنوان غذا و دارو تاریخچه طولانی دارد و در متون مصری از زمان فراعنه از آن یاد شده است. در برخی کشورها مثل کشورهای نواحی مدیترانه، چین، آسیای جنوبی، آفریقای شرقی و مرکزی و فیلیپین به صورت خام به عنوان سالاد و نیز به صورت پخته به عنوان سس در سوپ‌ها و یا سبزی خورده می شود. دانه های آن نیز به صورت خام و یا آسیاب شده در نان مصرف می شوند [۱۰-۹].

فراوانترین اسید چرب چند غیر اشباعی امگا ۳ در گیاه خرفه اسید لینولنیک (۳ ω ۱۸:۳) است که پیش ساز سایر اسیدهای چرب امگا ۳ زنجیر بلند است. وجود اسیدهای چرب لینولنیک، ایکوزاپنتا انوئیک، دوکوزا پنتا انوئیک و دوکوزا هگزاانوئیک دراین گیاه تأییدی بر جایگزینی آن برای منابع دریایی این اسیدها است. بعلاوه حضور اسید لینولئیک و اسید اولئیک در سطوح بالا فواید بالقوه آنرا در تغذیه انسان، حیوان و ماهی نشان می دهد. اثرات مفیدی که اسیدهای چرب امگا ۳ بر بیماریهای قلبی- عروقی در انسان دارند منجر به ایده استفاده از خرفه به عنوان منبع غنی و ارزان آن برای مصرف انسان شده است [۱۱].

این گیاه همانند دیگر گیاهان خوراکی خودرو حاوی ویتامینهای A وC و E و بتاکاروتن وتوکوفرول‌ها در مقادیری بیشتر از گیاهان زراعی بوده و سرشار از فنل‌ها و ترکیباتی است که ظرفیت آنتی اکسیدانی آن را افزایش میدهند؛ همچنین روغن موجود در دانه های آن حاوی حدود ۱۷ درصد بتاسیتواسترول می باشد [۱۲-۱۰].

کوکا و آنیل (۲۰۰۷) ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاصل از مخلوط آرد گندم و آرد دانه بزرک (با اندازه ذرات ۰/۵ میلیمتر)

Archive of SID

www.SID.ir

را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق آرد دانه بزرک به میزان ۵،۱۰، ۱۵و۲۰ درصد وزنی آرد گندم در تهیه نـان اسـتفاده شـد. بررسی‌های فارینوگرافی نشان داد با افزایش مقدار بـزرک میـزان جذب آب و زمان توسعه خمیر و اندیس تحمل اخـتلاط بیـشتر شد. پایداری خمیر در جایگزینی با بیش از ۵ درصـد آرد بـزرک کاهش یافت. همچنین طبق نتایج آزمون اکستنسوگرافی، مقاومت به کشش خمیر تهیه شده با ۵ درصد بزرک بیشتر از سایر نمونه-ها بود و در بقیه نمونه‌ها مقاومت به کشش مـشابه خمیـر شـاهد بود. با افزایش مصرف بزرک قابلیت کشش خمیر کـاهش یافـت. مساحت زیر منحنی اکستنسوگرام خمیرهای تهیه شده با ۵ و ۱۰ درصد بزر ک مشابه خمیر شاهد بـود و در نمونـه‌هـای ۱۵ و۲۰ درصد بزرک انرژی خمیر کاهش یافت [۱۳].

گومز و همکاران (۲۰۳) اثر برخی فیبرهای رژیمـی کـه از منـابع مختلف پرتقال، نخود، کاکـائو، قهـوه، گنـدم و میکروکریـستالین سلولز (CMC) بطور خالص تهیه شده بودند را بر ویژگـی‌هـای رئولوژیکی خمیرآرد گنـدم بوسـیله دسـتگاه‌هـای قـوام سـنج و آلوئوگراف تعیین کردند. جایگزینی این فیبرها بـه میـزان ۲ تـا ۵ درصد از آرد گندم تأثیر مهم بر ویژگی‌هـای رئولـوژیکی خمیـر داشت. جذب آب با افزایش فیبر افزایش یافـت. همچنـین زمـان مورد نیاز برای توسعه خمیر یـا زمـان رسـیدن افـزایش یافـت. تولرانس خمیر و پایداری نیز افزایش یافت. اثر افـزودن فیبـر بـر پارامتر های آلوئوگراف باعـث افـزایش سـفتی خمیـر و کـاهش کشش پذیری آن شد. افزودن فیبر در هر دو سطح ۲ درصـد و ۵ درصد به جز فیبر گندم و فیبر کاکـائو سـبب افـزایش انـرژی و قدرت آرد شد [۱۴].

هائو و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی اثر پودر و گرانول دانه بـزرک چربی گرفته شده، بر ویژگی‌های رئولوژیکی دینامیک خمیـر آرد گندم نشان دادند که با افزایش غلظت پودر بزرک تـا ۲۰ درصـد، دمای ژلاتینه شدن خمیر و همچنین مدول‌هـای ویـسکوالاستیک اندازه گیری شده در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد افزایش یافت. بـا کاهش اندازه ذرات پودر بزرک نیز مـدول‌هـای ویـسکوالاستیک خمیر افزایش یافت [۱۵].

منتـز و همکـاران (۲۰۰۸) تأثیراسـتفاده ازآرد دانـه بـزرک را بـر کیفیت نان، میزان گاماتوکوفرول و اسیدهای چرب غیر اشباع نان مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق آرد دانه بـزرک بـه میـزان ۱۰ الی ۲۵ درصد به آرد گندم اضافه شد. میـزان اسـید لینولنیـک در روغن استخراج شده ازدانه بزرک و نان‌های غنی شده بـا آرد بزرک تفاوتی نداشت. با افزایش مصرف بـزرک میـزان لینولنیـک اسید و گاماتوکوفرول در نان افزایش یافت. تفاوت عدد پرکـسید در روغن استخراج شده از نان‌های غنی شده و نان شـاهد معنـی دار نبود [۱۶].

پوجانمیو و همکاران (۲۰۰۶) طی مطالعه‌ای تأثیر استفاده از دانـه بزرک بر فرمولاسیون و کیفیت نان را مورد بررسـی قـرار دادنـد. ترکیب اسیدهای چرب و طعم رنسید در حین نگهـداری، میـزان فیبر و لیگنان‌ها نیز در نمونه‌های نان تعیین گردیـد. مقـدار اسـید چرب لینولنیک در مقایسه با نمونه شاهد افـزایش یافـت. میـزان فیبر و لیگنان نیز بیشتر بود. قابلیت نگهداری رطوبت در نمونـه-های حاوی بزرک و نرمی بافت آنها بیشتر از نمونـه شـاهد بـود ودر طی نگهداری به مدت ۶ روز در دمای اتاق، طعم و بوی نان کاهش نیافت و هیچ بوی رنسیدیتی در نمونه ها مشاهده نگردید [۱۷].

با توجه به اینکه مطالعه خواص رئولوژیکی خمیر نان تـا حـدود زیادی می تواند رفتار آرد و خمیر را در طـول پخـت پیـشگویی نماید و کیفیـت پخـت آرد را نیـز تـا انـدازه ای تفـسیر نمایـد؛ همچنین یکی از سریعترین و قابل اسـتناد تـرین راه‌هـای انـدازه گیری شاخص های کیفیت و بافت محصولات غـذایی از جملـه آرد گندم محسوب می شود، لذا در این مطالعه رفتار رئولـوژیکی با دامنه تغییر شکل بزرگ (آزمون‌هـای کلاسـیک فـارینوگرافی و اکستنسوگرافی) به منظور مطالعه تأثیر افزودن درصدهای مختلف از مخلوط آرد دانه های بزرک و خرفه به آرد گندم مورد مطالعه قرار گرفت. تأثیر استفاده از مخلوط آرد این دانـه هـا بـه عنـوان منبع غنی از اسیدهای چرب ضـروری و دیگـر ترکیبـات جزئـی سودمند بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی خمیر نان از قبیل جذب آب، مدت زمان بهینه مخلوط شدن خمیر(زمـان توسـعه)، میـزان پایداری خمیر در برابر مخلوط شدن و درجـه نـرم شـدن خمیـر پس از ۱۲ دقیقه در برابر مخلوط کردن همچنین حداکثر مقاومت خمیر، قابلیت کشش و انـرژی کـشش خمیرهـا پـس از تخمیـر بررسی شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد گندم با درجـه اسـتخراج ۸۷ ٪ از شـرکت آرد اطهـر مراغـه خریداری گردید. دانه‌های بزرک و خرفه از بازار محلی خریداری شد. دانه‌های خرفه و بزرک قبل از آسـیاب کـردن در دمـای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. ایـن کـار باعـث گردیـد تـا در

Archive of SID

www.SID.ir

هنگام آسیاب نمودن دانه‌ها حالت خنکی خود را حفظ نموده و از خروج روغن جلوگیری بعمل آمده و نیز راندمان آسیاب شدن بهبود یابد. آسیاب کردن دانه های خرفه و بزرک در آزمایشگاهی آسیاب تا تولید پودر بسیار نرم انجام شد و سپس پودر آسیاب شده در الک با منافذ ۰/۵ میلیمتری الک شد. پودر آسیاب شده بزرک و خرفه به نسبت ۵۰ به ۵۰ با هم مخلوط گردیده و در ظروف سر بسته در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان اختلاط با آرد و نیز انجام آزمون‌های بعدی نگهداری گردید. ویژگی‌های آرد و پودر دانه های بزرک و خرفه در جدول ۱ ارائه شده است.

۲-۲- روش‌ها

اندازه گیری رطوبت با روش‌مصوب AACC به شماره 15 A-44 انجام شد [۱۸]. خاکستر با روش AACC به شماره 01 - 08 و توسط کوره مدل Thermolyne 2000 ساخت شرکت Sybronسوئد اندازه گیری شد. پروتئین کل با روش AACC به شماره 13-46 توسط دستگاه Kjeltec ساخت کشور سوئد اندازه گیری شد. اندازه گیری چربی با روش AACC به شماره 10-30 توسط دستگاه سوکسله مدل PBI ساخت کشور ایتالیا انجام گردید. اندازه گیری فیبرخام با روش AACC به شماره 10-32 و با دستگاه Fibertec Tecator کشور سوئد انجام شد. عدد فالینگ آرد گندم با روش AACC به شماره 81B-56 توسط دستگاه فالینگ نامبرشرکت Perten سوئد تعیین شد. برای اندازه گیری کیفیت پروتئین یا عدد زلنی از روش AACC به شماره 11-54 با استفاده از دستگاه Geratenr Baujahr کشور آلمان استفاده شد. میزان گلوتن مرطوب نیز با روش AACC به شماره 12-38 توسط دستگاه گلوتن شو Glutomatic ساخت شرکت Perten سوئد تعیین شد [۱۸].

۲-۳- تهیه تیمارهای آزمایشی

آرد گندم با مقادیر ۵، ۱۰ ، ۱۵ و۲۰ درصد وزنی مخلوط پودر الک شده دانه‌های بزرک و خرفه به مدت ۲۰ دقیقه در مخلوط کن آزمایشگاهی(Behringer) ساخت کشور آلمان مخلوط گردید. تعیین اندازه ذرات آرد شاهد و مخلوط آرد بزرک و خرفه و تیمارهای تهیه شده با مخلوط آرد بزرک-خرفه توسط دستگاه هنری سایمون(Henry Simon Stock Port) (ساخت کشور انگلستان) مجهز به الک‌های با اندازه های ۴۷۵، ۱۸۰، ۱۲۵و ۱۰۶ میکرون انجام شد. عملیات الک کردن طبق استاندارد ASAE با استفاده از ۱۰۰ گرم آرد و به مدت ۱۰ دقیقه صورت پذیرفت. اجزاء باقیمانده در روی هر الک و زیر الک ۱۰۶میکرون به صورت جداگانه توزین شدند [۱۹]. آزمون فارینوگرافی آرد شاهد و تیمارهای آزمایشی با روش AACC به شماره 21-54 و با استفاده از مخلوط کن ۳۰۰ گرمی فارینوگراف الکترونیکی (ساخت شرکت برابندر آلمان) انجام شد. آزمون اکستنسوگراف با روش AACC به شماره 10-54 و توسط دستگاه اکستنسوگراف الکترونیکی (ساخت شرکت برابندرآلمان) انجام شد [۱۸].

۲-۴- تجزیه وتحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام گردید. آنالیز واریانس و مقایسه دو به دوی میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ توسط نرم افزار SPSS انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اندازه گیری ویژگی‌های شیمیایی

نتایج اندازه گیری ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم، آرد بزرک و آرد خرفه در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان چربی و فیبر در بزرک و خرفه بطور قابل ملاحظه ای بیشتر از میزان آن در آرد گندم می‌باشد. لذا بزرک و خرفه به عنوان منبع با ارزش فیبر رژیمی محسوب می شوند. در نتیجه آرد گندم غنی شده با این پودرهای گیاهی از اسیدهای چرب ضروری، فیبر و آنتی اکسیدان‌ها غنی می‌گردد. عدد فالینگ بالای آرد گندم نشانگر فعالیت کم آلفا-آمیلاز آن است. نتایج اندازه گیری میزان پروتئین و گلوتن نیز آن را از نظرکیفی آن را در دسته آردهای متوسط قرار می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ ویژگی‌های آرد گندم و پودر دانه های بزرک و خرفه

ویژگی	پودر دانه خرفه	پودر دانه بزرک	آرد گندم
رطوبت (درصد)	۱۰/۲ ± ۰/۰۱	۵/۷ ± ۰/۰۱	۱۳/۴ ± ۰/۰۱
خاکستر* (درصد)	۳/۸ ± ۰/۰۱	۳/۲ ± ۰/۰۱	۰/۹ ± ۰/۰۱
پروتئین * (درصد) **	۲۱/۴ ± ۰/۰۱	۲۲/۲۱ ± ۰/۰۱	۱۱/۱ ± ۰/۰۳
چربی * (درصد)	۱۵/۴ ± ۰/۰۳	۳۵ ± ۰/۰۳	۱/۵ ± ۰/۰۶
فیبرخام * (درصد)	۱۵/۱ ± ۰/۰۴	۲۰ ± ۰/۰۴	۰/۸ ± ۰/۰۵
گلوتن مرطوب (درصد)	-	-	۲۷/۳ ± ۰/۰۱
عدد فالینگ (ثانیه)	-	-	۴۱۶ ± ۵
pH	۶/۲ ± ۰/۰۱	۶/۱ ± ۰/۰۱	۶/۴ ± ۰/۰۲

نتایج جدول میانگین سه تکرار می باشد.

*نتایج براساس ماده خشک می باشد.

**فاکتور نیتروژن برای آرد گندم۵/۷ و فاکتور نیتروژن برای پودر بزرک وپودر خرفه ۶/۲۵ محسوب شده است.

۳-۲- اندازه گیری میزان پروتئین کل

نتایج اندازه‌گیری میزان پروتئین کل نمونه‌های حاوی مخلوط آرد بزرک-خرفه در شکل ۱-الف ملاحظه می شود. با توجه به اینکه آرد بزرک و خرفه از لحاظ مقدار پروتئین غنی می‌باشد (جدول ۱) افزودن آن به آرد گندم باعث افزایش محتوای پروتئینی آرد گندم می‌شود. این نتیجه با یافته‌های رندون ویلابولوس (۲۰۰۹)که نشان داد میزان پروتئین ترتیلای غنی شده با بزرک نسبت به نمونه معمولی افزایش یافته بود مطابقت دارد [۲۰].

۳-۳- اندازه گیری گلوتن مرطوب

نتایج اندازه‌گیری مقدار گلوتن مرطوب آرد شاهد و نمونه‌های آرد حاوی بزرک در شکل ۱-ب آمده است. با افزایش درصد افزودن مخلوط آرد دانه های روغنی به آرد گندم، درصد گلوتن مرطوب کاهش نشان داد. بیشترین میزان گلوتن مرطوب مربوط به آرد شاهد است. این امر نشانگر آن است که آرد دانه های بزرک و خرفه باعث رقیق شدن پروتئین‌های مسئول تشکیل شبکه گلوتنی آرد گندم شده و بدین ترتیب کیفیت آنرا تحت تأثیر قرار می دهند. این نتیجه با یافته های گیلبرت (۲۰۰۲) مطابقت دارد [۲۱].

۳-۴- اندازه‌گیری فیبر خام

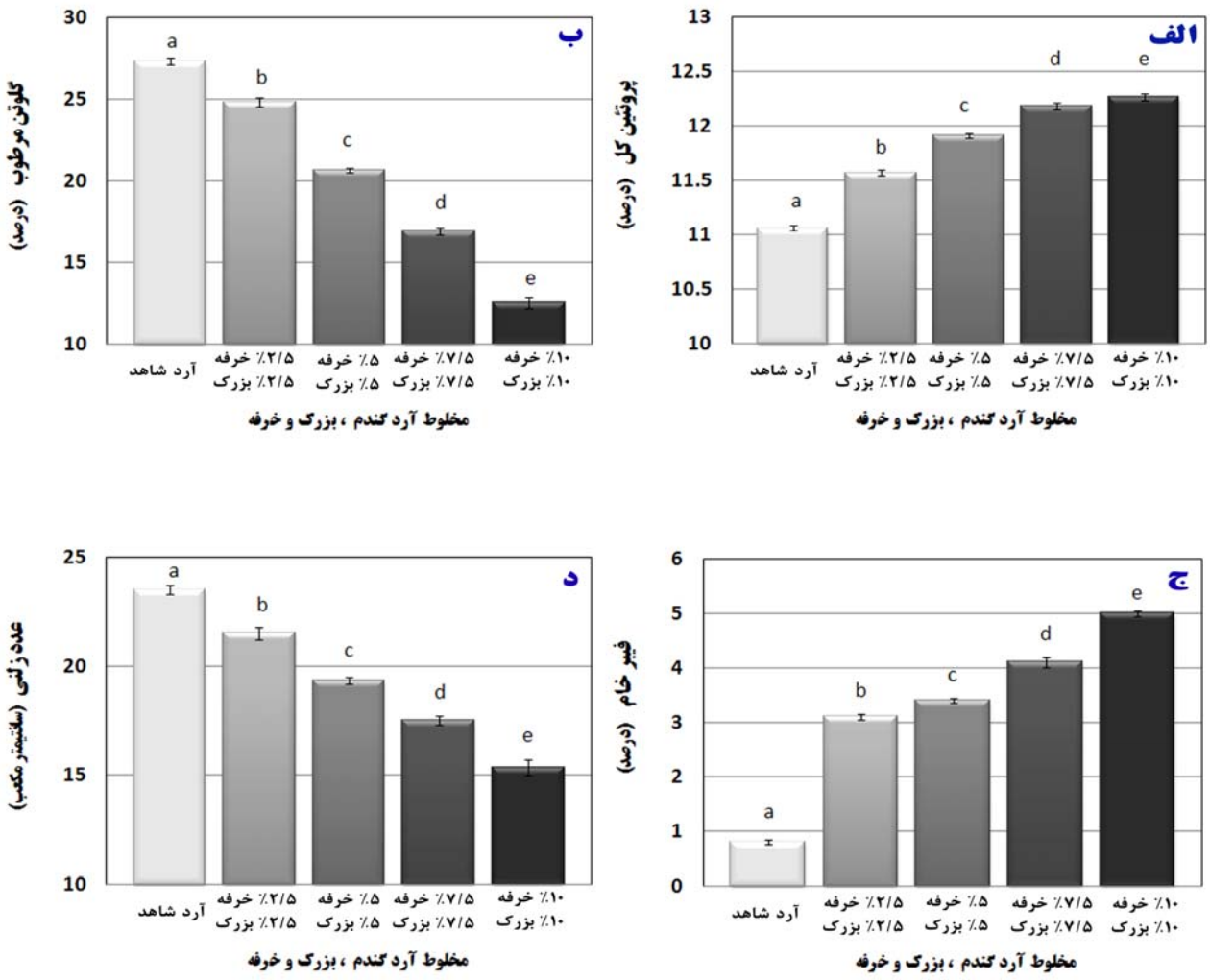
شکل ۱-ج تغییرات فیبرخام در نمونه های آرد گندم مخلوط با خرفه در درصدهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با افزایش مخلوط بزرک - خرفه مقدار فیبر از ۰/۸٪ در آرد گندم تاحدود ۵٪ (۷ برابر) در تیمار حاوی ۲۰٪ بزرک-خرفه افزایش یافت. این امر نشان دهنده غنی‌شدن آرد گندم با فیبر می باشد که مقدار آن در نمونه شاهد بسیار کمتر است. در جدول ۱ نیز ملاحظه می شود که آرد بزرک و خرفه به ترتیب با داشتن حدود ۲۰ و ۱۵ درصد فیبر خام از منابع باارزش فیبر رژیمی محسوب می‌شوند. در نتیجه افزودن مخلوط این دو به آرد گندم باعث افزایش محتوای فیبر آرد گردیده است. با توجه به این نتایج میزان فیبر با افزایش درصد افزودن مخلوط آرد ها افزایش یافته است. این نتایج با یافته های پوهجانمیو و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد [۱۷].

۳-۵- اندازه‌گیری عدد زلنی

تغییرات عدد زلنی تیمارهای آزمایشی در شکل ۱-د نشان داده شده است. حجم رسوب زلنی که نشانگر کیفیت پروتئین آرد است با افزایش درصد افزودن خرفه در آردهای غنی شده، کاهش نشان داد. این نتایج با داده‌های گلوتن مرطوب هم‌راستا می‌باشد. هرچند که کل مقدار پروتئین با غنی کردن آرد با مخلوط بزرک-خرفه افزایش یافت (شکل ۱)، اما بنظر می‌رسد که پروتئین‌های موجود در آرد بزرک و خرفه از دسته پروتئین-های ماکروپلیمری گلوتنین نیست که مسئول تشکیل شبکه گلوتنی در خمیر باشد و باعث افزایش مقدار گلوتن مرطوب و کیفیت آن (عدد زلنی) گردد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ نتایج اندازه گیری مقادیر پروتئین کل (**الف**)، گلوتن مرطوب (**ب**)، فیبر خام (**ج**) و عدد زلنی (**د**) در آردهای غنی‌شده با درصدهای مختلف مخلوط پودر بزرگ و خرفه. داده های نمودار میانگین سه تکرار و بازه‌های خطا در هر نمودار معرف انحراف استاندارد می‌باشند. حروف لاتین متفاوت در ستون‌ها نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها با احتمال خطای ۹۵٪ است.

۳-۶- بررسی توزیع اندازه ذرات آردهای حاوی مخلوط بزرگ خرفه

نتایج بررسی توزیع اندازه ذرات در آرد گندم و نمونه های حاوی درصدهای مختلف مخلوط پودر بزرگ و خرفه در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان ذرات نمونه ۱۰ ٪ مخلوط در همه الک ها به جز الک های ۱۸۰ و ۴۷۵ میکرون مشابه آرد گندم بود. ولی در اندازه های ۱۸۰ و ۴۷۵ میکرون آرد گندم نسبت به نمونه ۱۰٪ از ذرات درشت تری برخوردار بود. نمونه های ۵٪ مخلوط و ۱۵ ٪ مخلوط ۲۰٪ مخلوط میزان ذرات روی الک ۱۰۶ میکرون درشت تری نسبت به آرد گندم داشت. نمونه ۱۵٪ مخلوط در بقیه الک ها میزان ذرات آن کمتر یا مشابه آرد گندم بود. . میزان ذرات نمونه ۵ ٪ مخلوط روی همه الک ها به جز الک های ۱۰۶ و ۱۲۵ میکرون کمتر از آرد گندم بود. نمونه ۲۰٪ روی الک های ۱۰۶ و ۱۸۰ میکرون از ذرات درشت تری نسبت به آرد گندم برخورد ار بود. ولی در سایر الک ها ذرات ریزتری نسبت به آن داشت. علت این امر توزیع متفاوت ذرات آرد گندم، آرد بزرگ و آرد خرفه روی الک های دستگاه بر اساس اندازه ذرات هریک می باشد؛ بطوریکه کمترین توزیع ذرات آرد گندم روی الک ۴۷۵ میکرون می باشد و برعکس قسمت اعظم ذرات آرد بزرگ روی الک ۴۷۵ و ۱۸۰ میکرون توزیع شده است و مقادیر بسیار ناچیز آن در سایر الک‌ها باقی مانده است. میزان ذرات در آرد خرفه روی الک ۱۸۰ میکرون در مقایسه با آرد شاهد بیشتر است و در سایر الک ها ونیز در زیر الک، آرد خرفه نسبت به آرد شاهد از ذرات ریزتری برخوردار است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ نتایج اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف مخلوط بزرک و خرفه

	تیمارهای آزمایشی	روی الک ۴۷۵ میکرون	روی الک ۱۸۰ میکرون	روی الک ۱۲۵ میکرون	روی الک ۱۰۶ میکرون	زیر الک ۱۰۶ میکرون
	آرد گندم	۲/۳± ۰/۳ a	۲۰/۲ ± ۳/۲ b	۳۷/۷± ۱/۹ ab	۱۱/۰ ± ۰/۸ d	۲۹/۰ ± ۲/۴ a
درصد افزودن مخلوط ۵۰ به ۵۰ پودر بزرک و خرفه با آرد گندم	۵	۱/۲± ۰/۱ c	۱۵/۶ ± ۰/۶ c	۴۰/۲ ± ۲/۰ a	۳۹/۵±۰/۵ a	۳/۶ ± ۳/۳ d
	۱۰	۱/۵± ۰/۱ bc	۱۸/۳±۰/۳ bc	۳۷/۵±۰/۵ ab	۱۲/۴ ± ۰/۵ d	۳۰/۲ ± ۰/۷ a
	۱۵	۱/۶± ۰/۱ b	۲۰/۰ ± ۱/۰ b	۳۸/۱±۱/۰ ab	۱۷/۸ ± ۰/۲ c	۲۲/۳ ± ۰/۵ b
	۲۰	۱/۳± ۰/۱ bc	۲۴/۳ ± ۰/۵ a	۳۶/۴ ± ۱/۷ b	۲۶/۳ ± ۱/۵ b	۱۱/۰ ± ۰/۲ c

نتایج جدول میانگین سه تکرار می‌باشند اختلاف اعداد مشخص شده با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت‌ها با احتمال ۹۵٪ می باشد

۳-۷- آزمون فارینوگرافی

نتایج ارزیابی خواص رئولوژیکی خمیر با آزمون فارینوگراف در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. در این آزمون شاخص-های جذب آب آرد[1] (درصد)، زمان پایداری خمیر[2] (دقیقه)، درجه سست شدن خمیر[3] بعد از ۱۲ دقیقه (واحد برابندر) و عدد کیفی فارینوگراف[4] (بدون واحد) مورد بررسی قرار گرفت [۲۲]. در شکل ۲ مقایسه کلی منحنی‌های فارینوگرام تیمارهای آزمایشی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود با افزودن مخلوط آرد بزرک- خرفه در مقادیر بیش از ۵٪، رفتار رئولوژیکی خمیر تضعیف می‌گردد، طوریکه میزان پایداری خمیر (زمانی که منحنی روی خط ۵۰۰ باقی مانده است) و عرض منحنی فارینوگرام کاهش یافته است. جزئیات بیشتر داده‌های استخراج شده از منحنی‌های فارینوگرام در شکل ۳ دیده می‌شود.

شکل ۳-الف نشان دهنده آنست که افزودن مخلوط آرد بزرک و خرفه باعث کاهش مقدار جذب آب گردیده است اما بین تیمارهای مختلف (نمونه های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) تفاوت معنی داری ملاحظه نمی‌شود. کاهش معنی دار جذب آب آرد با افزودن مخلوط آرد بزرک- خرفه احتمالاً مربوط به افزایش غلظت ترکیبات شیمیایی با خاصیت آب گریزی بالا مثل اسیدهای چرب است که امکان واکنش بیشتر با آب را نمی دهند.

در شکل ۳-ب میزان پایداری خمیر حاصل از آردهای غنی شده با مخلوط بزرک - خرفه نشان دهنده آنست که پایداری خمیر نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱۰٪ مخلوط با هم تفاوت معنی داری ندارد. نمونه حاوی ۵٪ مخلوط بیشترین پایداری را نسبت به نمونه شاهد و سایر نمونه های مخلوط دارد. با افزایش درصد افزودن مخلوط بزرک خرفه پایداری خمیر کاهش یافت. علت این امر احتمالاً مربوط به اثر رقیق کنندگی بزرک و خرفه روی پروتئین‌های مؤثر در تشکیل شبکه گلوتنی می‌باشد. این نتایج با یافته‌های کوکا و آنیل (۲۰۰۷) مطابقت دارد [۱۳]. از طرف دیگر آرد بزرک و خرفه حاوی ترکیبات پلی ساکاریدی (فیبر نامحلول) می‌باشد که اثر تضعیف کنندگی روی قابلیت و عملکرد گلوتن دارد. چنانچه آزمایش اندازه‌گیری مقدار گلوتن مرطوب تیمارها نیز نشان داد که با افزایش درصد افزودن آرد خرفه گلوتن قابل استخراج بطور معنی داری کاهش می‌یابد. همچنین این یافته‌ها با اندازه گیری عدد زلنی که حاکی از کاهش معنی‌دار کیفیت پروتئین بازاء افزودن خرفه (در همه درصدهای مورد استفاده) بود نیز تأیید گردید.

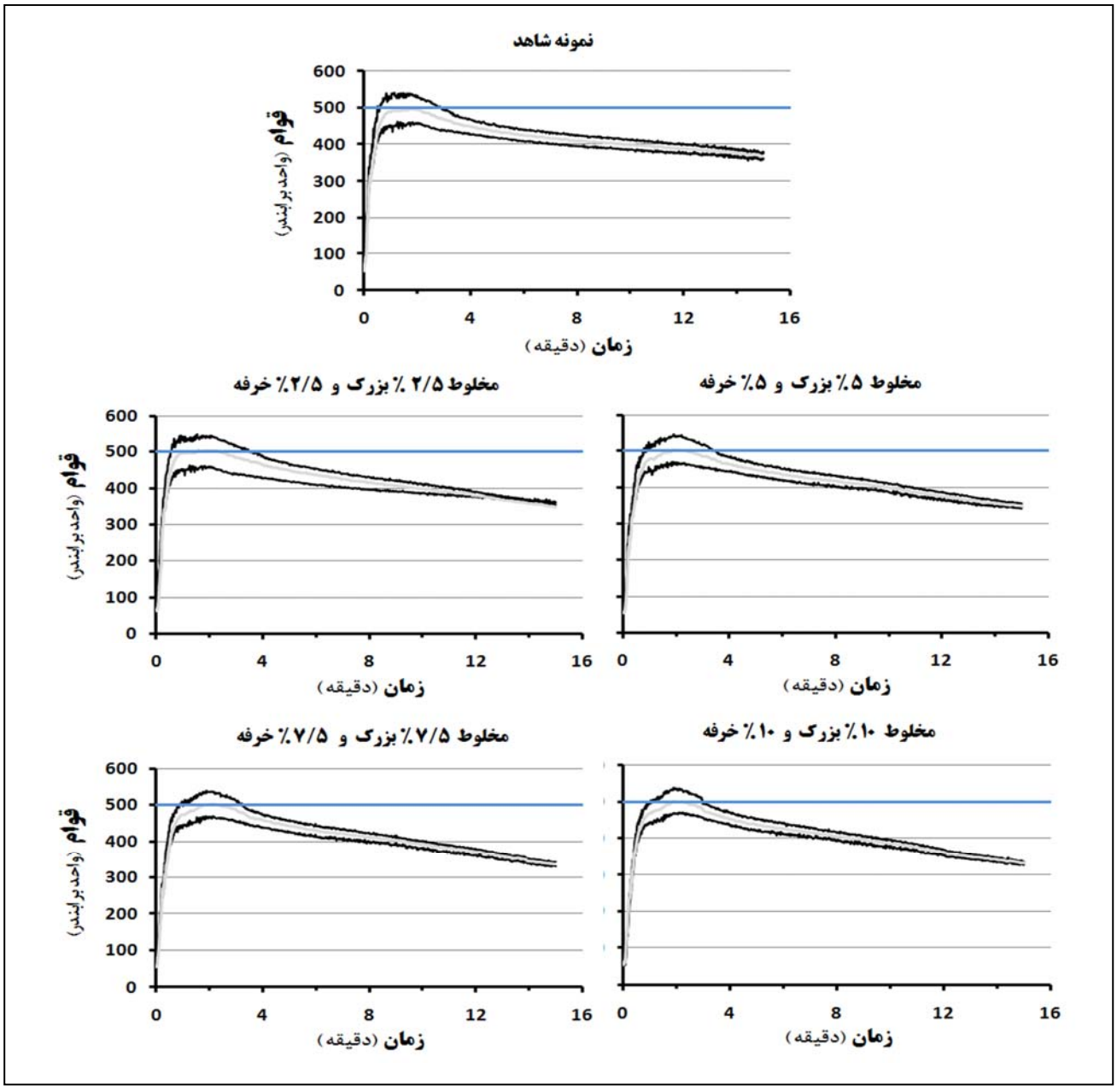
در شکل ۳-ج درجه نرم شدن (۱۲ دقیقه) خمیر با افزایش درصد افزودن تیمارهای مخلوط افزایش یافت. هرچند خمیر حاصل از تیمار ۵٪ از این نظرتفاوت معنی داری با خمیر آرد شاهد نداشت. افزایش درجه سست شدن خمیر در اثر افزودن مخلوط بزرک - خرفه به دلیل رقیق شدن پروتئین های تشکیل دهنده گلوتن می باشد که سبب ضعیف شدن خمیر می شود. این نتیجه با نتایج کوکا وآنیل (۲۰۰۷) منطبق است که گزارش نمودند دلیل افزایش مقادیر تولرانس اختلاط خمیر های تهیه شده با بزرک، رقیق شدن پروتئین گلوتن با فیبر و نیز واکنش بین مواد فیبری و گلوتن است که به نوبه خود ویژگی های مخلوط شدن را تحت تأثیر قرار می دهد [۱۳].

1. Water Absorption
2. Dough Stability (DS)
3. Degree of Softening (DOS)
4. Farinograph Quality Number (FQN)

Archive of SID

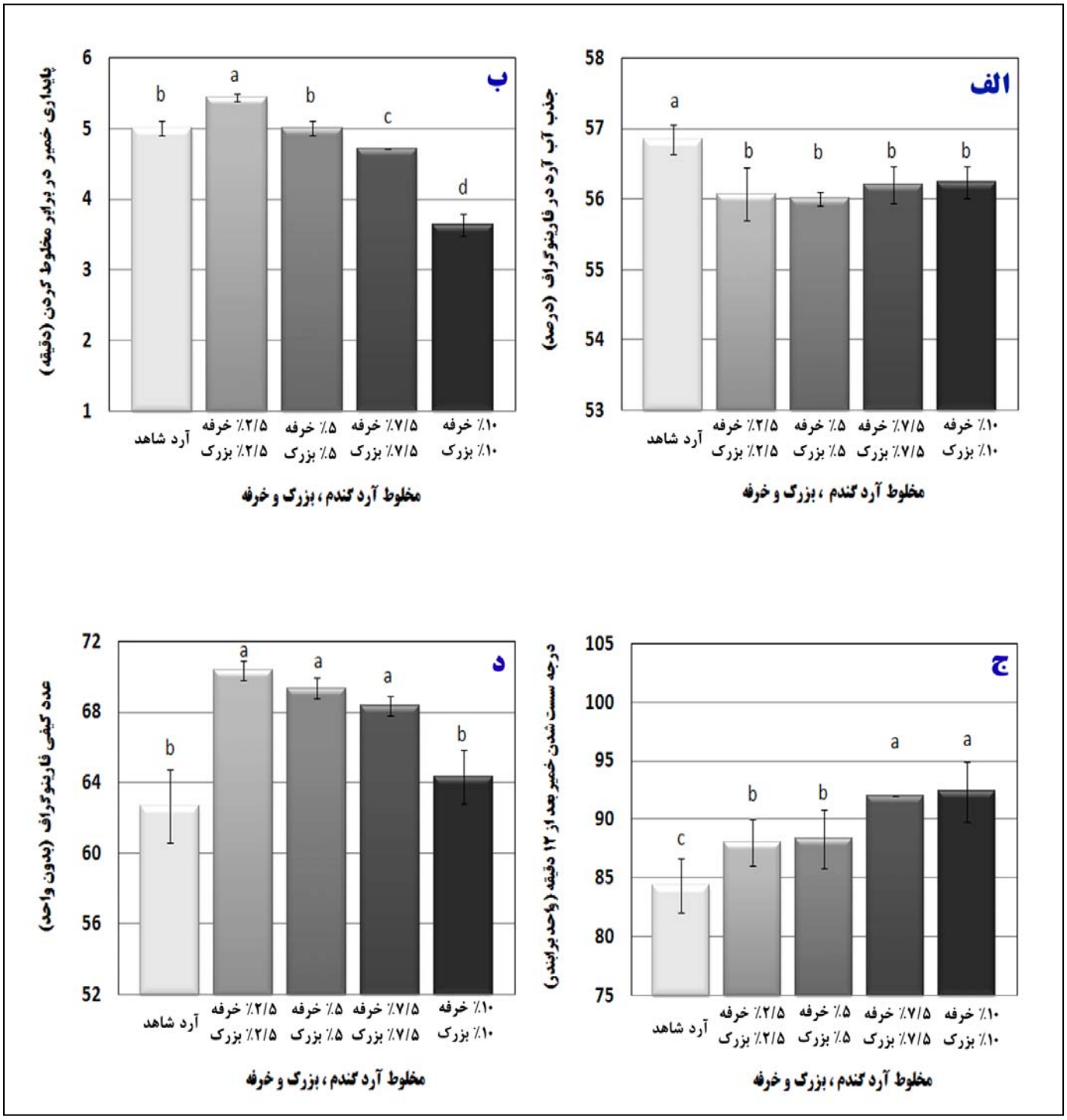
www.SID.ir

عدد کیفی فارینوگراف (FQN) معیاری قراردادی است که توسط شرکت برابندر معرفی شده است. این مؤلفه رئولوژیکی برآیندی از مجموع شاخص‌های موجود در منحنی فارینوگرام است که در پژوهش‌های مربوط به ارزیابی کیفیت گندم و آرد قابل استفاده می باشد. این عدد توصیف کننده کیفیت کلی آرد بوده و در واقع به جای محاسبه چندین شاخص مختلف در منحنی فارینوگراف با یک عدد واحد کیفیت آرد را می توان گزارش نمود. آرد های ضعیف FQN پایین و آرد های قوی FQN بالا نشان می دهند [۲۳]. همانطور که از شکل ۳-د ملاحظه می‌شود عدد کیفی فارینوگراف خمیر حاصل از تیمار ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد مخلوط بزرک خرفه بطور معنی داری بالاتر از خمیر شاهد بود و بین سه تیمار یاد شده اختلاف معنی داری مشاهده نشد. عدد کیفی نمونه حاوی ۲۰٪ مخلوط نیز مشابه عدد کیفی خمیر شاهد بود.



شکل ۲ منحنی‌های فارینوگرام آرد شاهد و آردهای غنی شده با درصدهای مختلف مخلوط بزرک و خرفه. شکل‌های ارائه شده منحنی‌های میانگین سه بار اندازه گیری می باشند.

www.SID.ir



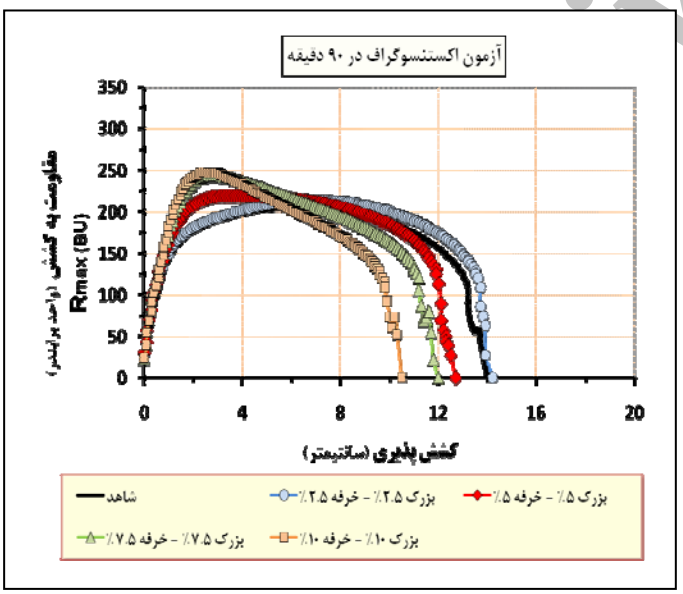
شکل ۳ نتایج استخراج شده از منحنی‌های فارینوگرام تیمارهای آزمایشی: الف) درصد جذب آب آرد، ب) پایداری خمیر در برابر مخلوط کردن، ج) درجه سست شدن خمیر، د) عدد کیفی فارینوگراف. داده‌های نمودار میانگین سه تکرار می باشند. بازه های خطا در هر نمودار معرف انحراف استاندارد می‌باشند. حروف لاتین متفاوت در ستون‌ها نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها با احتمال ۹۵٪ است.

۳-۸- نتایج آزمون اکستنسوگرافی

آزمون‌های رئولوژیکی با دامنه تغییر شکل بزرگ از جمله آزمون کشش یک‌طرفه با دستگاه اکستنسوگراف اطلاعاتی درباره رفتار ویسکوالاستیک خمیر و قابلیت اتساع پذیری شبکه گلوتنی ارائه می‌نماید. از روی منحنی اکستنسوگرام هم رفتار الاستیک خمیر در قالب ویژگی "مقاومت به کشش (R_{max})" و هم رفتار ویسکوز خمیر در قالب ویژگی "کشش پذیری (E)" و مجموع آنها یا رفتار ویسکوالاستیک خمیر در قالب شاخص "سطح زیر منحنی یا انرژی لازم برای کشش (E)" قابل بررسی می باشد [۲۲]. شکل ۴ مقایسه کلی منحنی‌های اکستنسوگرام (۹۰ دقیقه)

www.SID.ir

تیمارهای آزمایشی بصورت نمودارهای روی هم در یک شکل واحد می‌باشد. همانطور که از این شکل ملاحظه می‌شود با افزایش درصد جایگزینی مخلوط بزرگ – خرفه با آرد گندم، جزء الاستیک منحنی (مقاومت به کشش) در نمونه های حاوی بیش از ۱۰٪ مخلوط تقویت شده و جزء ویسکوز منحنی (کشش پذیری) بطور قابل ملاحظه‌ای تضعیف می‌شود. جزئیات بیشتر داده‌های استخراج شده از منحنی‌های اکستنسوگرام در هر سه زمان ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه با اعمال بازه‌های اطمینان در سطح احتمال خطای ۹۵ درصد در شکل ۵ آمده است. همانطور که از شکل ۵–الف ملاحظه می‌شود اولا با افزایش زمان استراحت خمیر از ۴۵ تا ۱۳۵ دقیقه، در همه نمونه ها و تیمار شاهد مقاومت به کشش خمیر (R_{max}) زیاد می شود. استراحت خمیر در محفظه دستگاه اکستنسوگراف صورت می گیرد. در این دوره بدلیل تغییرات انجام گرفته روی گلوتنین ها، این اجزاء طی مکانیسم‌های تجمع مجدد بازیابی شده و شبکه یکنواخت گلوتنی شکل می‌پذیرد. لذا مقاومت به کشش و کشش پذیری خمیر بعد از استراحت آن بهبود می یابد. همچنین در هر سه زمان تخمیر تیمارهای حاوی مخلوط بزرگ – خرفه در همه درصدهای جایگزینی R_{max} بالاتری نسبت خمیر شاهد داشتند. بین درصدهای افزودن تیمارها هم اختلاف معنی داری ملاحظه نگردید. به نظر می رسد که ترکیبات فیبری موجود در آردهای بزر ک و خرفه باعث سفت تر شدن گلوتن گردیده و روی جزء الاستیک خمیر تأثیر مثبت دارند. امّا قابلیت کشش خمیر که نشان دهنده رفتار ویسکوز خمیر می باشد با افزودن مخلوط آرد های بزرگ و خرفه (به استثنای تیمار۵ و ۱۰٪ که قابلیت کشش مشابه با نمونه شاهد داشتند) کاهش یافت. این امر نشان دهنده تأثیر منفی مخلوط آرد های بزرگ و خرفه برروی کشش پذیری خمیر می باشد. علت این امر احتمالاً مربوط به درشت تر بودن اندازه ذرات آرد بزرگ نسبت به آرد گندم می باشد که باعث پاره شدن زود هنگام گلوتن در حین کشش می شود. امّا روی مقاومت به کشش تأثیر مثبت دارد. علت دیگر احتمالاً مربوط به رقیق شدن پروتئین های گلیادین می باشد که نسبت گلیادین به گلوتنین را تغییر می دهد و از این روست که خواص الاستیک که مربوط به حضور گلوتنین ها است تقویت و خواص ویسکوز خمیر که مربوط به اثر گلیادین ها است تضعیف می گردد. منشأ این اثرات متفاوت می تواند مربوط به ترکیب شیمیایی آرد های بزرگ و خرفه باشد. با توجه به اینکه افزودن مخلوط این دو آرد تأثیر متفاوت روی اجزاء الاستیک (R_{max}) و ویسکوز (E) خمیر در آزمون اکستنسوگرافی داشت. لذا اندازه گیری سطح زیر منحنی اکستنسوگرام (معرف کار مکانیکی یا انرژی مورد نیاز برای کشش خمیر) می تواند توضیح دهنده بهتری برای رفتار رئولوژیکی خمیر در آزمون اکستنسوگرافی باشد و اثر افزودن درصدهای مختلف مخلوط آرد های بزرگ و خرفه را تفسیر نماید. انرژی خمیر[1] یا مساحت زیر منحنی (A) برحسب (cm^2) نشان دهنده انرژی مورد نیاز جهت کشش خمیر تا پاره شدن آن و یا کار مکانیکی بروی خمیر است و شاخص خوبی برای مشخص کردن قوت آرد می باشد. در کاربردهای عملی ارتفاع منحنی و مساحت زیر منحنی به عنوان معیار قدرت آرد در نظر گرفته می شوند و مقادیر بزرگتر آنها بیانگر قدرت بالای خمیر است [۲۲]. نتایج اندازه گیری سطح زیر منحنی (انرژی) برای تیمارهای آزمایشی در شکل ۵–ج آمده است. افزودن مخلوط بزرگ خرفه در مقادیر ۵ و ۱۰٪ سبب افزایش انرژی خمیر در مقایسه با انرژی خمیر شاهد گردید ولی در مقادیر ۱۵٪ و ۲۰ ٪ سبب کاهش انرژی خمیر نسبت به انرژی خمیر شاهد شد. این نتیجه منطبق با یافته‌های کوکا و آنیل (۲۰۰۷) می باشد که نشان دادند با افزایش درصد افزودن بزرگ در میزان ۱۵٪ و ۲۰٪ قدرت خمیر کاهش می یابد [۱۳]. نتایج فوق نشان می دهد که مخلوط آرد بزرگ و آرد خرفه مقاومت به کشش پذیری و استحکام خمیر را کاهش می دهد و این اثر با افزایش میزان مخلوط بزرگتر می شود. این نتایج با نتایج ارائه شده توسط گیلبرت که نشان داد آرد بزرگ اثر خوبی بر شکل و ساختمان خمیر ندارد، مطابقت دارد [۲۲].

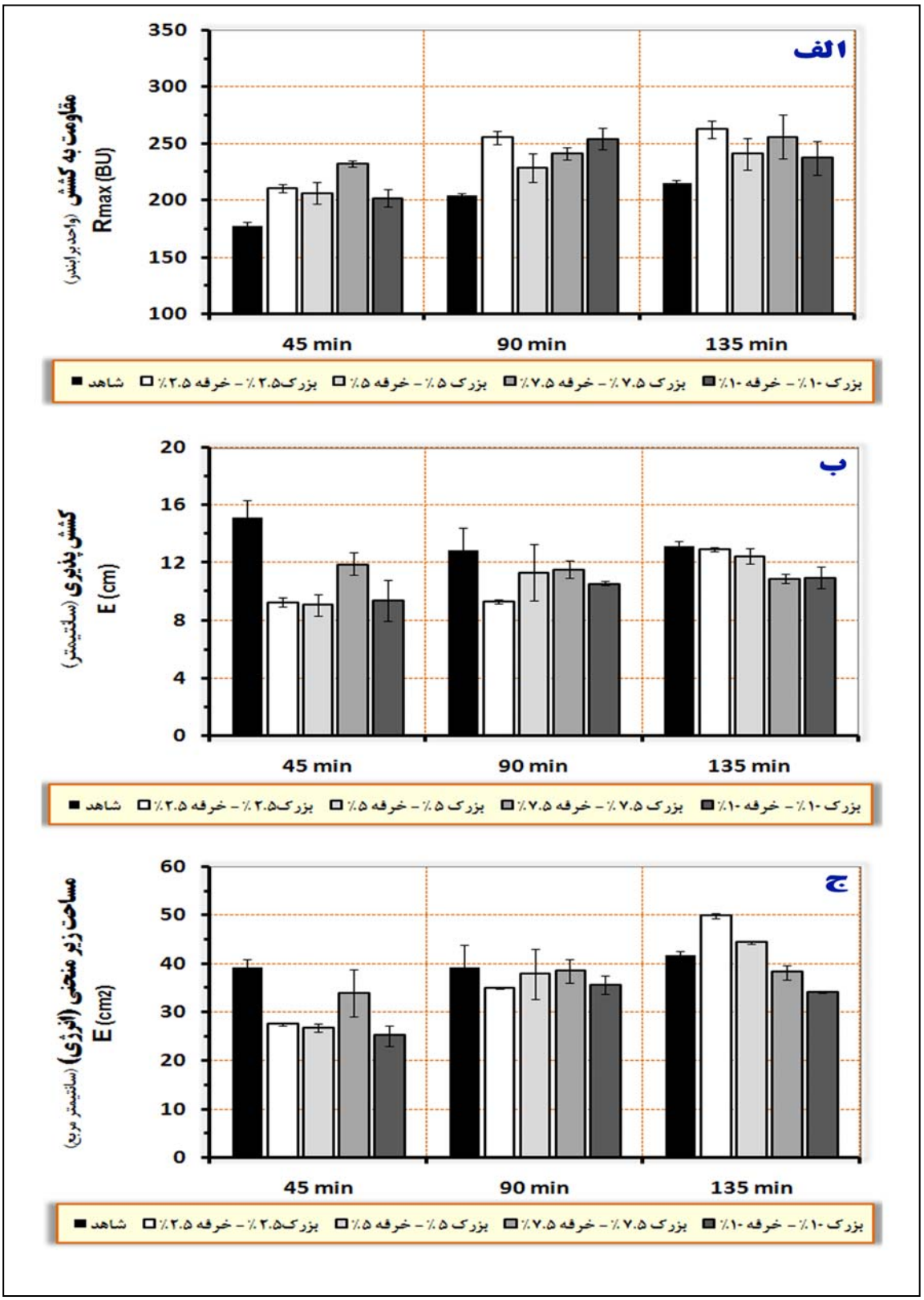


شکل ۴ منحنی‌های اکستنسوگرام آردهای غنی شده با مقادیر مختلف مخلوط پودر بزرگ و خرفه. فقط منحنی اکستنسوگرام زمان ۹۰ دقیقه نشان داده شده است. منحنی‌های ارائه شده منحنی‌های میانگین سه تکرار می‌باشند.

1. Dough Energy

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵ نتایج استخراج شده از منحنی‌های اکسنسوگرام تیمارهای آزمایشی: الف) مقاومت حداکثر خمیر به کشش (R_{max})، ب) کشش پذیری (E) و ج) مساحت زیر منحنی اکستنسوگرام یا انرژی کشش (E). داده‌های نمودار میانگین سه تکرار می باشند. بازه‌های خطا در هر نمودار معرف انحراف استاندارد می‌باشند. حروف لاتین متفاوت در ستون‌ها نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها با احتمال ۹۵٪ است.

www.SID.ir

۴- نتیجه گیری

در این مطالعه تأثیر افزودن مخلوط پودر بزرک - خرفه به آرد گندم روی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی، اندازه ذرات آرد، کمیت و کیفیت پروتئین گلوتن و نیز خواص رئولوژیکی خمیر در مقیاس تغییر شکل دامنه بزرگ با استفاده از آزمون‌های فارینوگراف و اکستنوگراف مورد بررسی قرار گرفت. با افزودن مخلوط آرد ها به آرد گندم توزیع اندازه ذرات در تیمار ۱۰٪ در اکثر اندازه ها مشابه آرد شاهد بود. پروتئین خام و فیبر در تیمارهای آزمایشی نسبت به نمونه کنترل افزایش اما گلوتن مرطوب و عدد زلنی کاهش یافت. از نظر ویژگی‌های فارینوگرافی، نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵٪ مخلوط به ترتیب بیشترین و کمترین میزان جذب آب را نسبت به دیگر نمونه های حاوی مخلوط دو آرد نشان دادند. میزان جذب آب نمونه های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد با هم تفاوت معنی داری نداشت. با افزایش درصد افزودن مخلوط آردها پایداری کاهش و درجه نرم شدن افزایش یافت. نمونه حاوی مخلوط ۵٪ کوتاهترین زمان توسعه و نمونه حاوی مخلوط ۱۵٪ طولانی ترین زمان توسعه را داشتند. افزودن مخلوط بزرک و خرفه به آرد گندم باعث افزایش معنی دار ($p<۰/۰۵$) عدد کیفی فارینوگراف گردید، طوریکه مقدار این افزایش در جایگزینی تا ۱۵٪ مخلوط بیشترین مقدار بود. نمونه-های مخلوط بزرک و خرفه مقاومت خمیر (R_{max}) بالاتری در مقایسه با نمونه شاهد داشتند و این اثر با افزایش درصد مخلوط کمتر شد. مقادیر R_{max} نمونه های حاوی ۱۰ و ۱۵٪ مخلوط بزرک و خرفه با هم تفاوت معنی داری نداشت. امّا قابلیت کشش خمیر با افزودن مخلوط آرد های بزرک و خرفه (به استثنای تیمار۱۰٪ و ۵٪ که قابلیت کشش مشابه با نمونه شاهد داشتند) کاهش یافت. مطالعه خواص رئولوژیکی خمیر یکی از سریعترین و قابل استناد ترین راه‌های اندازه گیری شاخص‌های کیفیت و بافت محصولات آرد گندم محسوب می‌شود و تا حدود زیادی می تواند رفتار آرد و خمیر را در طول پخت پیشگویی نماید. لذا انتظار می رود با افزودن مخلوط بزرک و خرفه به آرد گندم تا درصد خاصی، کیفیت پخت نان بهبود یابد. اما بر اساس نتایج آزمون فارینوگراف و اکستنسوگراف گزارش شده در این پژوهش، محدوده بهینه‌ای برای این جایگزینی وجود خواهد داشت که در مطالعات بعدی باید مد نظر قرار گیرد.

۵- منابع

[1] Simopoulos A.P. 2002. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 11:163-173.

[2] Serna-Saldivar S.O., Zorrilla R., De La Parra C., Stagnitti G., Abril R. 2006. Effect o f DHA containing oils and powders on baking performance and quality of white pan bread. Plant Foods for Human Nutrition, 61:121-129.

[3]Behroznam N. 2008. Effect of adding flaxseed on pan bread quality. MSc Project, Islamic Azad University- Science and Research Branch, Tehran, Iran

[4] Przybylski R. 2005. Flax oil and high Linolenic oils. In: Baileys industrial oil and fat products, sixth edition, six volume, pp. 281-299.

[5] Strandas C. 2008. The phenolic complex in flaxseed. Analysis, structural features and bioactivity. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences. pp.1-41.

[6] Ridges L, Sunderland R., Moerman K., Meyer B., Astheimer L., Howe P. 2001. Cholesterol lowering benefits of soy and linseed enriched foods. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 10:204-211.

[7] Westcott Neil D., Muir Alister D. 2003. Flax seed lignan in disease prevention and health promotion. Phytochemistry Reviews, 2:401-417.

[8] Mazaheri H., Hassandokht M., Saidfar K. 2009. Major component of purslane cultivars (*Portulaca oleracea* L.) in Iran. Horticulture, Environment and Biotechnology, 50:14-16.

[9] Kesden D., Will. A.A. Jr. 1988. Purslane: a ubiquitous garden weeds with nutritional potential, Proceedings of the annual meeting of the Florida State Horticulture Society, 100:195-197.

[10] Rashed A.N., Afifi F.U., Shaedah M., and Taha M.O. 2004. Investigation of the active constituents of *Portulaca Oleraceae* L. (Portulacaceae) growing in Jordan. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 17:37-45.

[11] Omara-Alwala T.R., Mebrahtu T., Prior D.E., Ezekwe M.O. 2007. Omega-three fatty acids in purslane (*Portulaca oleracea*) tissues. Journal of the American Oil Chemist Society, 68:198-199.

[12] Simopoulos, A.P. 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. Biological Research, 37:263-277

[13] Koca A.F., Anil M. 2007. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough

Archive of SID

www.SID.ir

rheology and bread quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87:1172-1175.

[14] Gomez M., Ronda F., Blanco A.C., 2003 Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality, European Food Research and Technology, 216: 51-56

[15] Hao C., Mao Z., Li D., Wang L. 2008. Rheological properties of defatted flaxseed-wheat dough. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph Michigan.

[16] Mentes O, Bakkalbassi E ., Ercan R. 2008. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. Food Science and Technology International, 14:299-306

[17] Pohjanheimo T.A., Hakala M.A., Tahvonen R.L., Salminen S.J., Kallio HP. 2006. Flaxseed in bread making: effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. Journal of Food Science, 71:343-348.

[18] Kulamarva A, 2005. Rheological and thermal properties of sorghum dough. MSc Thesis, Department of Bioresource Engineering, McGill University, Montreal, Canada. pp.1-94 .

[19] AACC, American Association of Cereal Chemists. 2005. AACC Approved Methods. St Paul, Minnesota, USA.

[20] Palacios-fonseca A.J., Vazquez Ramos C., Rodriguez Garcia M.E. 2009. Physicochemical characterizing of industrial and traditional nixtamalized. Journal of Food Engineering, 93: 45-51

[21] Rendon-Villalobos J.R, Bello-Perez L.A, Agama-Acevedo E., Islas-Hernandez J.J., Posorio-Diaz and Tovar J. 2009. Composition and characteristics of oil extracted from flaxseed-added corn tortilla. Food Chemistry, 117:83-87.

[22] Gilbert J.C. 2002. Evaluation of flax and rice bran on physical and chemical properties of bread for achieving health benefits. MSc Thesis, Purdu University, West Lafayette.

[23] D'Appolonia B.L., Kunerth W.H. 1997. The farinograph handbook, 3rd edition, revised and expanded. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.

[24] Ghamari M., Peighambardoust S.H., Reshmeh-Karim K, 2009. Application of farinograph quality number (FQN) in evaluating the baking quality of wheat. Journal of Food Research (in Farsi), University of Tabriz, Iran. 6:22-34.

Archive of SID

www.SID.ir

Farinograph and extensigraph properties of weheat dough containing flaxseed-purslane mixture

Peighambardoust, S. H . [1 *], Jafarzadeh Moghaddam, M. [2]

1. Associate Prof., Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. PhD student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: 89/10/23 Accepted: 90/9/20)

Purslane and flaxseed are rich sources of alpha-lineoic acid (omega-3), lignans, dietary fibre and various anti-oxidants. Health benefit of such components in prevention of certain diseases is the major reason for fortification of functional food products with these ingredients. In this study, effect of incorporating an equal (50:50) mixture of flaxseed and purslane powders on physicochemical characteristics of flour and dough rheological properties was investigated. Addition of 5, 10, 15 and 20 %w/w of the mixture led to an increase in total protein and crude fibre contents of the supplemented flours, while wet gluten and Zeleny number were decreased. Addition of 5% flaxseed-purslane powder increased Farinograph water absorption, whereas above that level, water absorption of flour was not significantly ($p<0.05$) influenced. All levels of incorporation (except 20%) significantly increased Farinograph quality number. Farinograph results showed shorter stability time, higher softening degree for the supplemented flours compared to those of control flour. Extensigraph experiments revealed a significant increase in maximum resistance to extension (R_{max}) for supplemented flours. Nevertheless, dough extensibility (E) was declined.

Keywords: Flour; Flaxseed, Purslane, Dough, Farinograph, Extensograph

Archive of SID

* Corresponding Author E-Mail Address: : peighambardoust@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir