مقاله تحقیقی

تاثیر استفاده از مخلوط آرد گندم و مقادیر مختلف آرد کینوا بر ویژگی های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی نان باگت

شاهین یوسف خان[۱] ،علیرضا شهاب لواسانی[۲*] ، اورنگ عیوض زاده[۱]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
۲. مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

***مسئول مکاتبات:** آدرس الکترونیکی: shahabam20@yahoo.com

محل انجام تحقیق: مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت:۹۹/۶/۱۹ تاریخ پذیرش:۹۹/۷/۱۰

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد ۱۴- شماره ۳-پاییز ۱۳۹۸

چکیده

تاثیر جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ با نسبت های ۲۰،۱۵،۱۰،۵،۰ درصد (وزنی/ وزنی) بر خصوصیات رئولوژیکی خمیرنان باگت شامل آزمون فارینوگراف (میزان جذب آب، زمان توسعه خمیر، زمان پایداری، درجه نرم شدن خمیر) و آزمون اکستنسوگراف (انرژی مصرفی، مقاومت به کشش، قابلیت کشش و عدد نسبت)بررسی شد. نتایج نشان داد با افزودن آرد کینوآ جذب آب به طور کاملا معنی داری ($p<0.01$) افزایش یافت. آرد جایگزین شده در آزمون فارینوگراف زمان توسعه خمیر و زمان پایداری خمیر را افزایش و درجه نرم شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه ابتدا افزایش سپس با افرودن درصد بالای آرد کینوآ به طور ناچیز کاهش می یابد. در آزمون اکستنسوگراف با افزودن آرد کینوآ انرژی خمیر نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و مقاومت به کشش نمونه های حاوی ۵ درصد آرد کینوا بیشتر از نمونه های حاوی ۱۰ درصد آردکینوآ بود.به طور کلی افزودن آرد کینوا تا سطح۵ درصد می تواند در تولید نان باگت ،جهت بهبود کیفیت نان باگت مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آرد کینوآ ، خصوصیات رئولوژیکی و حسی، سفتی بافت، نان باگت

مقدمه

غلات شامل گروهی از گیاهان می باشند که سطح زیر کشت برخی از آنها در دنیا بیش از سایر گیاهان زراعی می باشد و دانه این گروه از گیاهان برای تغذیه اکثر مردم جهان به مصرف می رسد.در میان غلات گندم به مقدار زیاد و در سطح نسبتاً زیادی از زمینهای زراعتی مناطق مختلف جهان کشت می گردد.گندم از نظر تغذیه مردم جهان و همچنین جنبه های اقتصادی دارای ارزش بیشتری بوده و درمقام بالاتری قرار دارد و سالانه نسبت به افزایش تولید آن توجه زیادی می شود به همین دلیل ارزیابی کیفیت گندم از اهمیت ویژه ای برخورداراست.افزایش دانش مصرف کننده در مورد مواد غذایی و اثرات آن در سلامت سبب افزایش توسعه بازار مصرف مواد غذایی اصلی گردیده است. غذاهای اصلی نه تنها باید از نظر مواد مغذی غنی باشد بلکه بایستی حاوی اجزاء بیولوژیک فعال نیز باشد که این اجزا می تواند به بهبود سلامت و رفاه و کاهش خطر ابتلا به بیماری کمک شایانی نماید. بنابراین استفاده از محصولات فراسودمند به منظور غنی سازی محصولات غذایی توصیه می شود (۱). اهمیت ترکیبات شیمیایی دانه گندم در وهله نخست به علت اهمیت غذایی دانه گندم در تغذیه انسان و دوم آن که امکان

استفاده آن در دامپروری و صنعت می باشد، این ترکیبات شیمیایی گندم عموما شامل پروتئین ها، کربوهیدرات ها، چربی ها، مواد معدنی و ویتامین ها می باشند. گلوتن که مهم ترین ماده پروتئینی است از گلیادین و گلوتنین که هر دو در آب غیر محلول و در آب نمک محلول می باشند تشکیل شده است. حدود ۸۰ درصد پروتئین دانه گندم از دو ماده فوق تشکیل یافته و حدود ۱۴ تا ۱۵ درصد وزن کل دانه گندم را سبوس تشکیل داده که پس از آسیاب کردن در دامپروری و نانوایی ها مورد مصرف دارد. ارزش نانوایی گندم یکی از مهم ترین خواص مشخص کننده کمیت و کیفیت آرد حاصل از دانه گندم بوده و بستگی به مقدار گلوتن موجود در دانه دارد. کربوهیدرات های گندم شامل نشاسته، سلولز و قندهای مختلف می باشد. قسمت اعظم دانه گندم و به خصوص بخش آندوسپرم را نشاسته تشکیل می دهد. میزان نشاسته گندم بستگی به عوامل گوناگونی از جمله شرایط آب و هوایی، خواص رقم و درجه استخراج و غیره دارد. سلولز بیشتر در پوسته دانه و قسمت آلرون وجود دارد و غیر قابل هضم می باشد. قند موجود در دانه گندم بیشتر در قسمت آندوسپرم وجود دارد و مقدار آن به یک تا دو درصد می رسد. مهم ترین قند های گندم عبارتند از: گلوکز، فروکتوز، مالتوز، سوکروز، رافینوز و ملیبیوز. مقدار این ماده در قسمت های مختلف دانه گندم یکسان نیست و در گیاهک دانه بیشتر وجود دارد. مقدار کلی آن حدود دو درصد است که حاوی ویتامین E می باشد. این مواد شامل مواد مرکب از قبیل املاح و عناصر معدنی است و در تمام قسمت های دانه به طور برابر و یکسان پراکنده نبوده بلکه در سبوس و گیاهک زیادتر از آندوسپرم است. مهم ترین مواد معدنی موجود در دانه گندم عبارتند از : پتاسیم، فسفر، کلسیم، آهن، گوگرد، منیزیم، کلر، سدیم، مس، منگنز و ید. این مواد شامل ترکیبات آلی می باشد که در بافت های بدن اعمال حیاتی مهم، حساس و به خصوصی را انجام داده به طوری که بدون وجود آن ها واکنش حیاتی سلول ها و ادامه زندگی مشکل خواهد بود و در اثر کمبود یا فقدان آن ها عوارضی در بدن انسان و حیوانات ظاهر می گردد (۱). کمبود گندم خارجی و تولید آرد نامطلوب با خواص ضعیف رئولوژیکی پایین سبب شده است کارخانه ها سعی در بهبود کیفیت آرد تولیدی جهت تامین نیاز بازار نمایند. یکی از روش‌های اصلاح آرد برای تولید نان فانتزی استفاده از بهبود دهندها می باشد و به دلیل گرایش مصرف کننده به سمت مصرف کالای ارگانیک بهتر است از مواد طبیعی برای بهبود خواص رئولوژیکی آرد استفاده گردد. بدین رو یکی از مهمترین جایگزین ها آرد کینوا می باشد. کینوا که معمولا به عنوان یک ماده‌غذایی فوق العاده از آن یاد می‌شود به خاطر وجود مزایای بسیار در میان افراد محبوب شده است. کینوا سرشار از پروتئین، فیبر و ویتامین‌ها و مواد معدنی مختلف است. این ماده همچنین عاری از گلوتن است و برای افرادی که از رژیم غذایی فاقد گلوتن استفاده می‌کنند بیشتر توصیه می‌شود. کینوا اغلب به عنوان جایگزین برنج استفاده می‌شود و به عنوان یک دانه محسوب می‌گردد. غلاف زرد رنگ آن دانه‌ی گیاهی به نام Chenopodium quinoa است که بومی پرو بوده و با چغندر، برگ چغندر و اسفناج مرتبط است. کینوا زمانی که پخته می‌شود نرم و کرکی است و دارای طعم خوشمزه‌ای است. می‌توان از کینوا در ساخت آرد، غلات و غذاهای دیگری همچون پاستا و نان استفاده کرد. کینوا از پرو، بولیوی و شیلی می‌آید .این ماده در کوه های آند می‌روید و برای هزاران سال جزو غذاهای اصلی مردم بومی آن منطقه بوده است. کینوا تقریبا ۱۲۰ گونه و ۱۸۰۰ نوع دارد. دانه‌های آن می‌تواند سیاه، قرمز، سفید، بنفش، صورتی ، زرد، خاکستری، نارنجی یا سبز باشد. با اینکه نوع سفید رنگ آن مزه بهتری دارد، کینوای قرمز رنگ مواد مغذی بیشتری دارد کینوا منبع غنی و عالی از پروتئین، فیبر، آهن، مس، تیامین و ویتامین B6 است.این ماده همچنین منبع بسیار خوبی از منیزیم، فسفر، منگنز و فولات می‌باشد. منبع خوب بدان معناست که هر وعده غذایی از کینوا می‌تواند حداقل ده درصد از ارزش غذایی روزانه فرد را تامین کند، در حالیکه منبع عالی بدان معناست که هر وعده غذایی از کینوا می‌تواندحداقل بیست درصد از مواد مغذی مورد نیاز بدن را فراهم آورد (۲). کینوا برای اینکه تنها گیاهی است که می‌تواند پروتئین کامل بدن را تامین کند و تمامی آمینواسیدهای مورد نیاز برای حفظ تعادل سلامتی بدن را فراهم آورد بسیار مشهور است. آمینواسیدهای ضروری یکی از مواردی است که بدن نمی

تواند خود آن را تولید کند و پروتئین کامل حاوی تمامی این آمینو اسیدهای ضروری است. بر اساس موسسه ملی سلامت ۹ آمینو اسید ضروری وجود دارد که شامل هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین ، ترئونین، تریپتوفان و والین است. بر خلاف سایر غلات، کینوا منبع خوبی از لیزین است. کینوا و سایر غلات سبوس‌دار همچنین حاوی ۲۵ درصد پروتئین بیشتری نسبت به غلات تصفیه شده هستند. . پروتئین کینوا غنی از اسیدهای آمینه لیزین، متیونین و ترئونین است که این اسیدهای آمینه، در بسیاری از غالت از جمله گندم به عنوان مهمترین غله در تولید محصولات نانوایی، محدود کننده هستند همچنین کینوا منبعی سرشار از فیبر، مواد معدنی نظیر کلسیم، آهن، روی و منیزیم است و غنی از ویتامین E و ترکیبات ضد اکسایشی می باشد (۱). غذایی فاقد گلوتن برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک و عدم تحمل گلوتن شدید توصیه می‌شود. اگرچه جامعه دانشمندان هنوز در حال بحث بر روی مزایای رژیم غذایی فاقد گلوتن برای افرادسالم هستند، افراد زیادی به این رژیم روی آورده‌اند. سایت Medical News Today تخمین می‌زند که تقریبا ۱/۶ میلیون نفر از رژیم غذایی بدون گلوتن پیروی می‌کنند بدون اینکه مبتلا به این بیماری‌ها باشند. افرادی که از این نوع رژیم پیروی می‌کنند، ممکن است در دریافت تمامی مواد مغذی ضروری خود به مشکل بیافتند. مایوکلینیک ، آهن، کلسیم، فیبر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و فولات را به عنوان مواد مغذی که در رژیم غذایی فاقد گلوتن وجود ندارد را لیست می‌کند. از آنجایی که کینوا به طور طبیعی فاقد گلوتن است می‌تواند بهترین گزینه برای رژیم غذایی فاقد گلوتن باشد. بر اساس مطالعه‌ای که در دانشگاه کلمبیا انجام شده است، ارزش تغذیه‌ای این رژیم با افزودن موادی همچون کینوا و یا جوی دو سر بسیار بهبود می‌یابد. شاید مهم‌ترین و قابل توجه‌ترین تغییرات پروتئین (۲۰/۶ گرم در مقابل ۱۱ گرم)، آهن (۱۸/۴ میلیگرم در مقابل ۱/۴ میلی گرم) ، کلسیم(۱۸۲ میلی گرم در مقابل ۰ میلی گرم) و فیبر(۱۲/۷ گرم در مقابل ۵ گرم) بوده است. دریک مطالعه دیگر محققان دریافته‌اند که اضافه کردن کینوا یا گندم سیاه به محصولات عاری از گلوتن، به طور قابل توجهی محتوای پلی فنول آن را افزایش داده است. محصولاتی که از کینوا یا گندم سیاه ایجاد شده‌اند حاوی آنتی اکسیدان بیشتری نسبت به محصولات بدون گلوتن دیگر هستند. پلی فنول‌ها مواد شیمیایی هستند که از سلول‌ها و مواد شیمیایی بدن در مقابل آسیب‌های حاصل از رادیکال‌های آزاد محافظت می کنند. رادیکال‌های آزاد اتم‌های فعالی هستند که باعث ایجاد آسیب به بافت‌های بدن می‌شوند. گیاه کینوا قابلیت رشد در اراضی شور و با کیفیت نامناسب را داردحداقل از هر هکتار مزرعه کینوا ۵/۲ تن تولید محصول برداشت می‌شود که می تواند جایگزین خوبی برای محصولات پرآب‌بر باشد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

قسمتی از کربوهیدرات موجود در کینوا از فیبر است. بدن آنزیم های لازم جهت شکستن فیبر را ندارد بنابراین هیچ کالری به رژیم غذایی اضافه نمی کند. به جای تولید انرژی ،فیبر از روده عبور می کند و محیط روده را تمیز می کند، همانطور که فیبر حرکت می کند مواد غذایی مضر را برداشته و باعث می شود تا فعالیت روده منظم شود. هضم کربوهیدرات به بدن انرژی می دهد. طبق تحقیقات انجام شده رژیم غذایی آمریکا در سال ۲۰۱۰، برای هر ۱۰۰۰ کالری موجود در رژیم غذایی به ۱۴ گرم فیبر نیاز دارید که اگر رژیم غذایی ۲۰۰۰ کالری داشته باشید به ۲۸ گرم فیبر می رسد. با در نظر گرفتن رژیم غذایی ۲۰۰۰ کالری، نصف پیمانه کینوا پخته شده نزدیک به ۱۰ درصد فیبر روزانه (۲/۶ گرم) را تامین می کند.

کینوا می‌تواند به دلیل ارزش غذایی بالا در سبد تغذیه خانوار از اهمیت ویژ های برخوردار بوده و می تواندجایگزین برنج شود.آرد کینوا دارای خواص ویژه ای است که می تواند تاثیراتی در خواص رئولوژیکی از جمله زمان توسعه خمیر ، مقاومت خمیر ، میزان حجم خمیر ، میزان جذب آب توسط خمیر ، بافت نان و پخش یکنواخت سلول های گازی ایجاد کند. هدف از این تحقیق معرفی دانه کینوا بعنوان منبعی نو و ارزشمند غذایی در کشور است که می توان از آن برای غنی سازی آرد و بهبود خواص رئولوژیکی نانهای باگت استفاده نمود لذا با انجام تحقیقات بیشتر روی آن می توان به نتایج رضایت بخشی در زمینه صنایع غذایی دست پیدا کرد (۲).

مواد و روش ها

مواد

آرد با خاکستر ۵۵ ٪ ،رطوبت ۱۴/۱ ٪،پروتئین ۱۱/۱ ٪، گلوتن مرطوب ۲۶ ٪، از کارخانه ارد ستاره کردان (مرتضوی) تهیه شد.

کینوآ (Chenopodium quinoa Willd.) مورد استفاده در این تحقیق تهیه شده از شرکت پخش مواد غذایی INCAS بلژیک با خصوصیات رطوبت ۱۱/۸ ٪، خاکستر ۱/۲ ٪، پروتئین ۱۲/۳ ٪، چربی ۳/۷ ٪، تهیه و بسته آن تا زمان استفاده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. مخمر خشک و فعال ساکارومایسز سرویسیه از شرکت ایران ملاس تهیه شد. محلولهای شیمیایی از شرکت مرک تهیه و تا روز آزمایش در دمای اتاق و دور از نور و سایر عوامل نگهداری شد ویژگیهای آرد شامل مقدار خاکستر، فیبر، عدد زلنی و شاخصهای فارینوگرافی شامل جذب آب، ثبات خمیر و عدد کیفی تیمارهای آرد بر اساس روش هایAACC تعیین شد (۱).

برای تهیه نان باگت آرد گندم، شکر۲ ٪، نمک ۲ ٪، مخمر ۲ ٪، بهبود دهنده نان ۳ ٪، وزنی آرد و مقدار آب لازم (تعیین شده توسط دستگاه فارینوگراف). همراه با ۲۰،۱۵،۱۰،۵،۰ درصد آرد کینوا در مخلوط کن (مدل ۱۵۶۵ HR ساخت شرکت فیلیپس هلند) با هم مخلوط شدند، سپس خمیر فوق را به مدت ۸ دقیقه بر روی میز در دمای اتاق (۲۵°C) به منظور انجام تخمیر اولیه قرار داده شد. سپس به چانه های ۱۸۰ گرمی تقسیم و به مدت ۵ دقیقه استراحت داده شد در مرحله بعدی چانه ها به صورت لوله ای در آمده وبه مدت ۴۵ دقیقه داخل اتاق تخمیر با دمای (۲۸°C) و بخار ۸۰ ٪ تخمیر نهایی شدند. درنهایت نیز پخت به مدت ۱۲ دقیقه در فر با دمای (۲۳۰°C) انجام شد. نان های حاصل پس از سرد شدن در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی شدند (۳).

ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آردها

مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره ۱۶-۴۴، مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره ۰۱-۰۸، مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال به شماره ۱۲-۴۶، مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۱۰-۳۰ و گلوتن با استفاده از روش مصوب ۱۱-۳۸ تعیین گردید (۳).

آزمایشات رئولوژیکی خمیر

ویژگی های رئولوژیکی خمیرهای آرد شاهد و تیمارهای ۲۰،۱۵،۱۰،۵ توسط دستگاه فارینوگراف و اکستنسوگراف برابندرو به ترتیب، مطابق با روش AACC شماره های ۲۱-۵۴ و ۱۰-۵۴ تعیین شدند (۴،۳).

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق تجزیه و تحلیل واریانس داده های حاصل از آزمون های فیزیکوشیمیایی با کمک نرم افزار SPSSنسخه ۱۸ و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح ۹۵٪) و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی صورت پذیرفت. همچنین کلیه نمودارها نیز با استفاده از نرم افزارExcel 2003 رسم گردیدند (۲).

نتایج و بحث

با توجه به داده های آزمون فارینوگراف جایگزینی سطوح مختلف آرد کینوآ سبب افزایش جذب آب فارینوگراف آرد گندم شده و با بالاتر رفتن سطوح جایگزینی، جذب آب بیشتر می شود به طوری که درصد جذب آب از ۵۶/۳ در نمونه شاهد به ۵۶/۹، ۵۷/۳، ۵۷/۷، ۵۸ به ترتیب در تیمار های ۲۰،۱۵،۱۰،۵ می رسد و بین تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد ($P<0.05$). خمیرهایی که جذب آب زیادتر دارند مناسب تر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر می باشند (۱).

افزایش جذب آب سبب بروز تغییراتی در محصول نهایی می شود که عبارتند از:

۱-افزایش زمان ماندگاری با مرطوب نگهداشتن نان

۲-کاهش نسبی از دست رفتن رطوبت فرآورده درحین پخت

از دیگر نتایج حاصله از منحنی فارینوگراف می توان به تغییرات پارامترهای رئولوژیکی نظیر زمان گسترش خمیر وزمان مقاومت خمیر با افزودن آرد کینوآ شده، اشاره کرد (۲).

نتایج آزمون فارینوگراف نمونه های خمیر باگت

جذب آب خمیر در رطوبت ۱۴٪

با توجه به شکل ۱ که از آزمون دانکن نتیجه شده است و اثر تیمار بر جذب آب خمیر در ۱۴٪ را نشان می دهد می توان گفت: اثر تیمار کاملا معنی دار می باشد ($p<0.01$).

میانگین جذب آب خمیر در رطوبت ۱۴٪ همه تیمارها از شاهد بیشتر است همچنین بیشترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) و کمترین میانگین مربوط به تیمار شاهد است نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد.

زمان توسعه خمیر

با توجه به شکل (۴-۲) که از آزمون دانکن نتیجه شده است و اثر تیمار بر زمان توسعه خمیر را نشان می دهد می توان گفت اثر تیمارها معنی دار نمی باشد ($p>0.05$). میانگین زمان توسعه خمیر تیمارT_3 از تمامی تیمار ها کمتر است .همچنین بیشترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_3 (۱۰٪)، نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد.

زمان پایداری خمیر

با توجه به شکل (۴-۳) که از آزمون دانکن نتیجه شده است و اثر تیمار بر زمان پایداری خمیر را نشان می دهد می توان گفت: اثر تیمارها معنی دار نمی باشد($p>0.05$). بیشترین میانگین زمان پایداری خمیر مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_2(۵٪) است همچنین نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد.

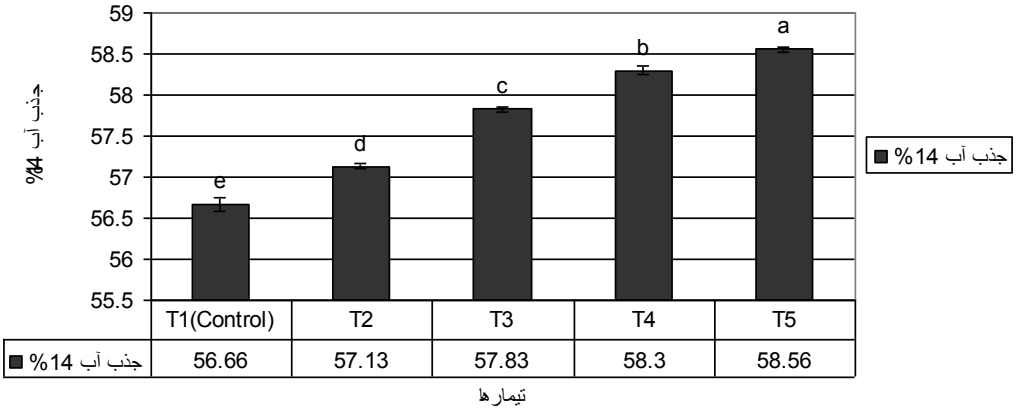
درجه نرم شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه

مطابق جدول ۴-۴، از نظر درجه نرم شدن FU ، اثر تیمار معنی دار نمی باشد ($p>0.05$). بیشترین میانگین درجه نرم شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه مربوط به تیمار ۱(شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_3(۱۰٪) می باشد.

جدول ۱ - آنالیز واریانس درصد جذب آب ۱۴٪ .

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۱/۸۸۸	۲۱۷/۸۸۵	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.989(Adjusted R Squared=0.984)

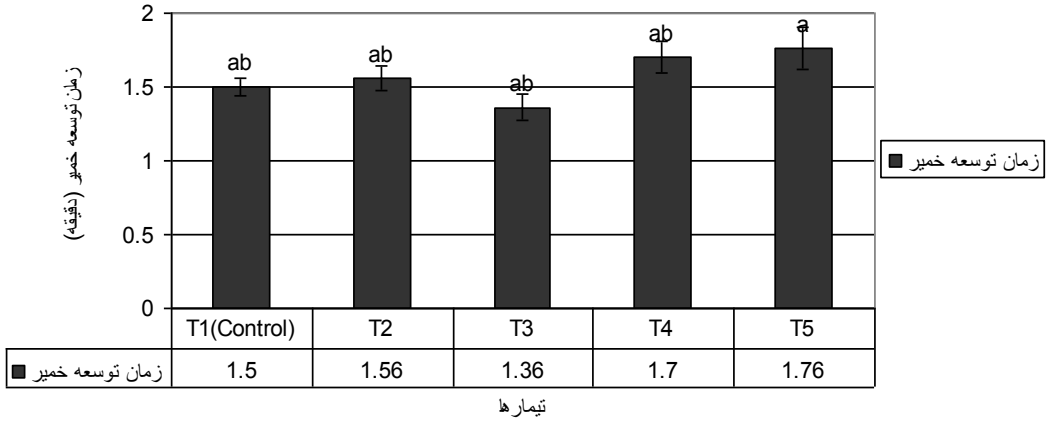


شکل ۱ - تغییرات درصد جذب آب در رطوبت۱۴٪ تیمارهای مختلف.

جدول ۴-۲-آنالیز واریانس زمان توسعه خمیر بر حسب دقیقه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۰/۰۷۶	۲/۳۷۵	^{ns}۰/۱۲۲

a.R Squared=0.487(Adjusted R Squared=0.282)

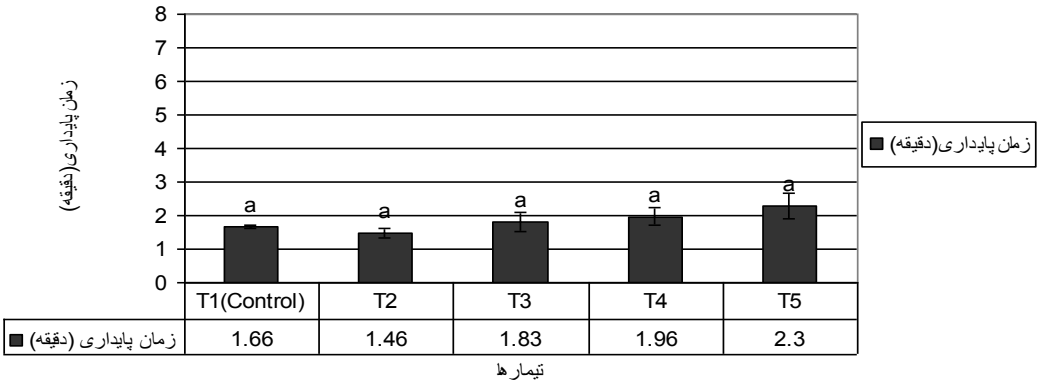


شکل ۲- زمان توسعه خمیرتیمارهای مختلف.

جدول ۳ - آنالیز واریانس زمان پایداری خمیر بر حسب دقیقه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۰/۲۹۸	۱/۵۷۸	^{ns}۰/۲۵۴

a.R Squared=0.387(Adjusted R Squared=0.142)

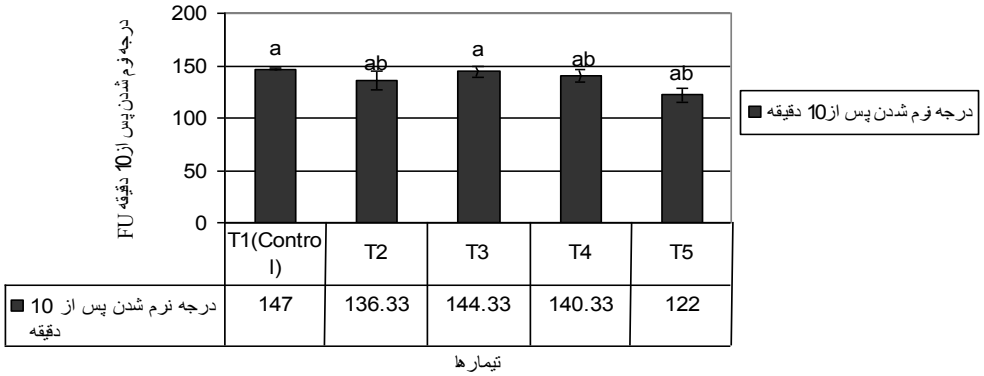


شکل ۳ - زمان پایداری تیمارهای مختلف.

جدول ۴ - آنالیز واریانس درجه نرم شدن FU پس از ده دقیقه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۲۸۹/۰۰۰	۲/۵۹۹	۰/۱۰۱^{ns}

a.R Squared=0.510(Adjusted R Squared=0.314)



شکل ۴ - تغییرات درجه نرم شدن پس از ده دقیقه تیمارهای مختلف.

آزمون اکستنسوگراف نمونه های خمیر باگت

تاثیر هیدروکلوئیدهای مختلف بر مشخصات اکستنسوگرافی نمونه های آرد بعد از گذشت ۱۳۵ دقیقه استراحت آنالیز شده است. از دستگاه اکستنسوگراف برای تعیین قابلیت کشش خمیر یا به عبارت دیگر قابلیت کش آمدن خمیر در اثر نیروی وارده به آن تا حد پاره شدن و مقاومت در برابر کشش و نسبت این دو به یکدیگر استفاده می شود. ترکیبی متعادل از مقاومت خوب و کشش پذیری مطلوب، مشخصات یک نمونه خمیر مناسب می باشد.

انرژی مصرفی نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه

جدول ۵، تجزیه واریانس انرژی cm^2/min۴۵ نشان داد اثر تیمار کاملا معنی دارمی باشد ($p<0.01$). بیشترین میانگین انرژی مصرفی نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه مربوط به تیمار T_1(شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است و نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد (شکل ۵).

انرژی مصرفی نمونه های خمیر باگت پس از۹۰ دقیقه

جدول ۶، تجزیه واریانس انرژی cm^2/min۹۰ نشان داد اثر تیمارها کاملا معنی دار می باشد ($p<0.01$). بیشترین میانگین انرژی مصرفی نمونه های خمیر باگت پس از۹۰ دقیقه مربوط به تیمار T_1(شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است و نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد (شکل ۶).

انرژی مصرفی نمونه های خمیر باگت پس از۱۳۵ دقیقه

جدول ۷، تجزیه واریانس انرژی cm^2/min۱۳۵ نشان داد اثر تیمارها کاملا معنی دار می باشد ($p<0.01$). بیشترین میانگین انرژی مصرفی نمونه های خمیر باگت پس از ۱۳۵ دقیقه مربوط به تیمار T_1 (شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد (شکل ۷).

مقاومت به کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه

جدول ۸، تجزیه واریانس مقاومت به کشش ۴۵ BU/min نشان داد اثر تیمارها معنی دار می باشد ($p<0.05$). بیشترین میانگین مقاومت به کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه مربوط به تیمار T_2 (۱۰٪)و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_1(شاهد) است نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_5(۲۰٪) می باشد (شکل ۸).

مقاومت به کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۹۰ دقیقه

جدول ۹، تجزیه واریانس مقاومت به کشش ۹۰ BU/min نشان داد اثر تیمارها معنی دار نمی باشد ($p>0.05$). بیشترین میانگین مقاومت به کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۹۰ دقیقه مربوط به تیمار T_2 (۵٪) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5 (۲۰٪) است نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_3(۱۵٪) می باشد (شکل ۹).

مقاومت به کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۱۳۵ دقیقه

جدول ۱۰ تجزیه واریانس مقاومت به کشش ۱۳۵ BU/minنشان می دهد که اثر تیمار کاملا معنی دار می باشد ($p<0/01$). بیشترین میانگین مقاومت به کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۱۳۵ دقیقه مربوط به تیمار T_1 (شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5 (۲۰٪) است نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2 (۵٪) می باشد (شکل ۱۰).

قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه

جدول ۱۱، تجزیه واریانس قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه نشان می دهد که اثر تیمار کاملا معنی دار می باشد ($p<0.01$).بیشترین میانگین قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۴۵ دقیقه مربوط به تیمار T_1 (شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است و نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد (شکل ۱۱).

قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۹۰ دقیقه

جدول ۱۲ تجزیه واریانس قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۹۰ دقیقه نشان می دهد که اثر تیمار معنی دار می باشد ($p<0.05$). بیشترین میانگین قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۹۰ دقیقه مربوط به تیمار T_3(۱۰٪)و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است و نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_3 (۱۰٪) می‌باشد (شکل ۱۲).

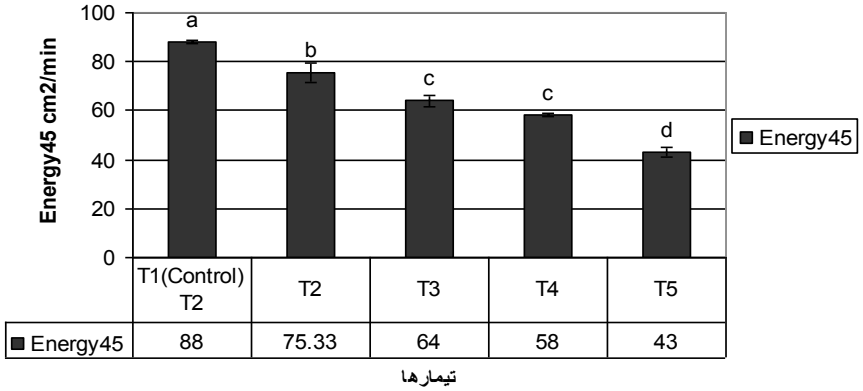
قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۱۳۵ دقیقه

جدول ۱۳، تجزیه واریانس قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۱۳۵ دقیقه نشان می دهد که اثر تیمار کاملا معنی دار می باشد ($p<0.01$). بیشترین میانگین قابلیت کشش نمونه های خمیر باگت پس از ۱۳۵ دقیقه مربوط به تیمار T_1(شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار T_5(۲۰٪) است و نزدیک ترین تیمار به شاهد تیمار T_2(۵٪) می باشد (شکل ۱۳).

جدول ۵ - آنالیز واریانس انرژی ۴۵ cm^2/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۸۵۶/۹۳۳	۵۷/۱۲۹	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.958(Adjusted R Squared=0.941).

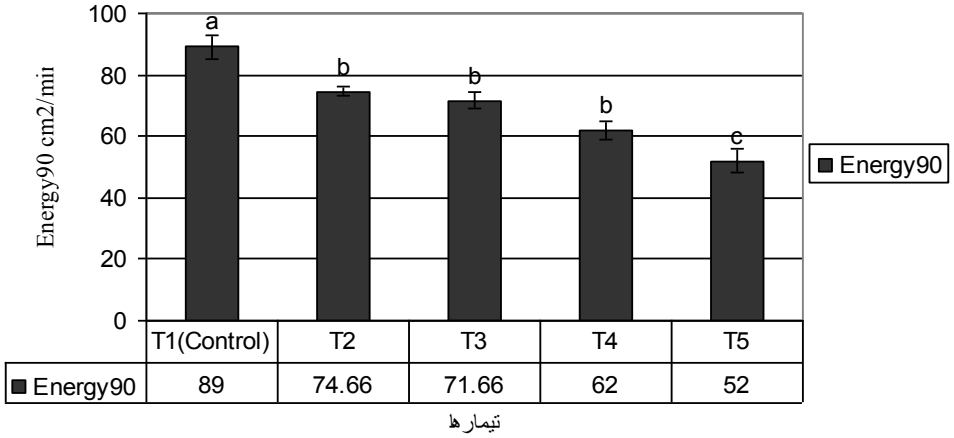


شکل ۵ - تغییرات انرژی ۴۵ بر حسب تیمارهای مختلفcm^2/min .

جدول ۶ - آنالیز واریانس انرژی ۹۰ cm^2/min .

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۵۸۰/۱۰۰	۲۰/۰۵۰	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.889(Adjusted R Squared=0.845).

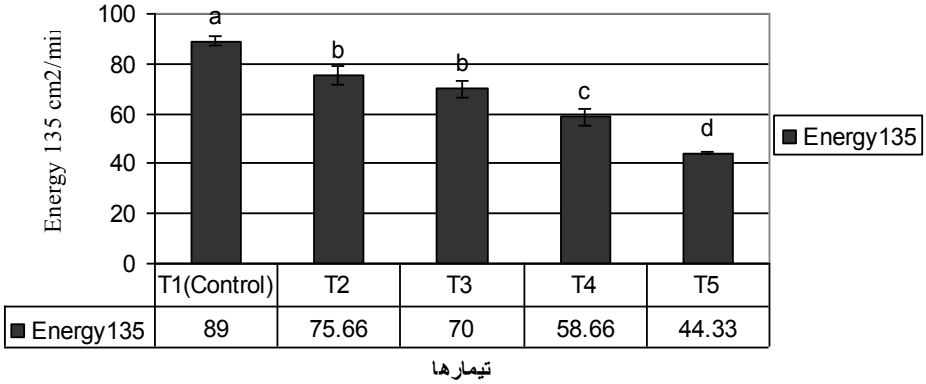


شکل ۶ - تغییرات انرژی۹۰ بر حسب تیمارهای مختلفcm^2/min .

جدول ۷ - آنالیز واریانس انرژی ۱۳۵ cm^2/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۸۶۲/۴۳۳	۳۶/۵۴۴	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.936(Adjusted R Squared=0.910)

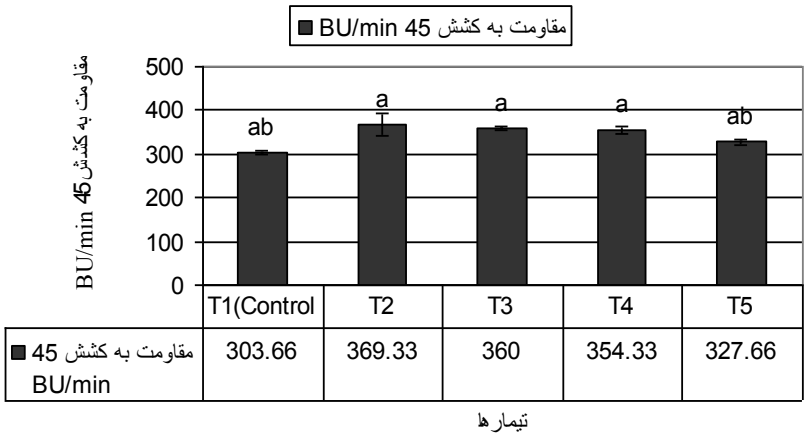


شکل ۷ - تغییرات انرژی ۱۳۵ بر حسب تیمارهای مختلف cm^2/min.

جدول ۸ - تجزیه واریانس مقاومت به کشش ۴۵ BU/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۲۱۶۹/۸۳۳	۴/۵۵۸	۰/۰۲۴*

a.R Squared=0.646(Adjusted R Squared=0.504).

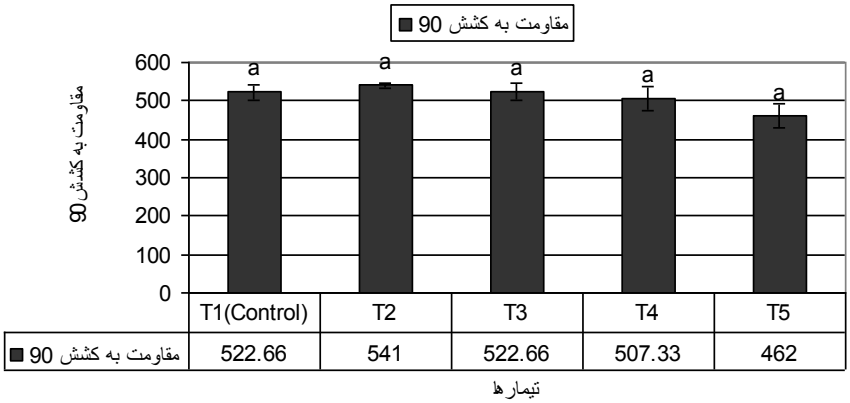


شکل ۸ - تغییرات مقاومت به کشش ۴۵ تیمارهای مختلفBU/min.

جدول ۹ - آنالیز واریانس مقاومت به کشش ۹۰ BU/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۲۶۸۹/۹۳۳	۱/۵۳۳	ns۰/۲۶۶

a.R Squared=0.380(Adjusted R Squared=0.132)

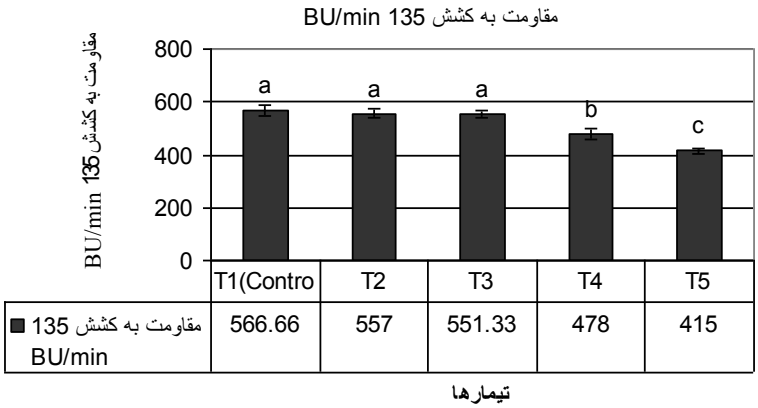


شکل ۹- تغییرات مقاومت به کشش ۹۰ تیمارهای مختلفBU/min.

جدول ۱۰ - آنالیز واریانس مقاومت به کشش ۱۳۵ BU/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۱۲۸۳۴/۵۶۷	۱۵/۱۴۳	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.858(Adjusted R Squared=0.802).

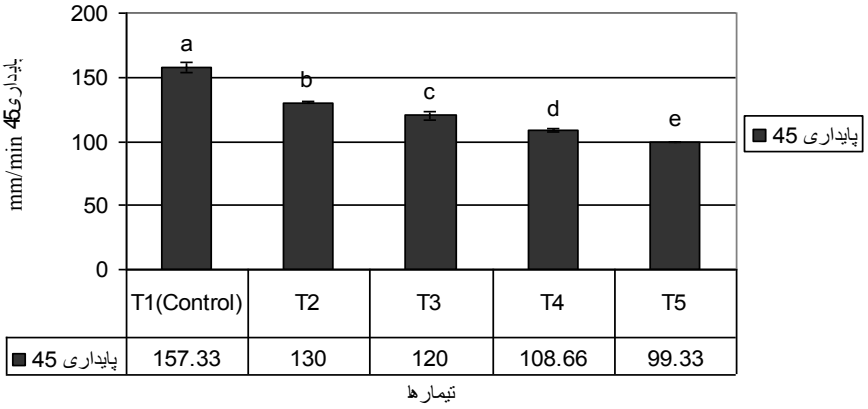


شکل ۱۰ - تغییرات مقاومت به کشش ۱۳۵ تیمارهای مختلف BU/min.

جدول ۱۱ - تجزیه واریانس پایداری ۴۵ mm/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۱۵۰۱/۷۳۳	۸۲/۵۱۳	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.971(Adjusted R Squared=0.959).

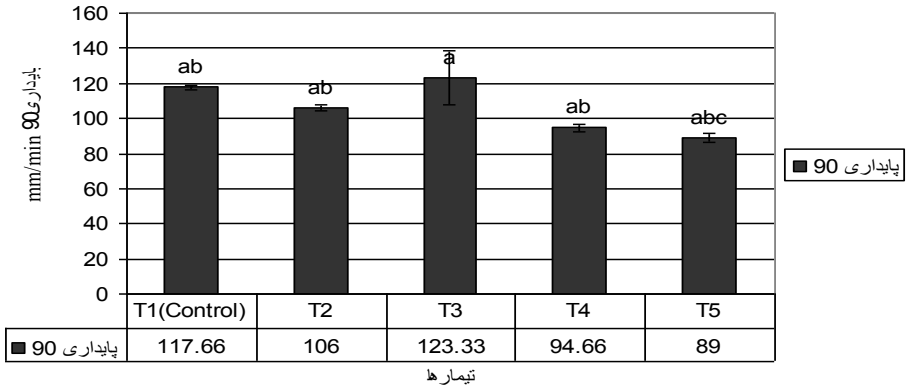


شکل ۱۱ - تغییرات قابلیت کشش (پایداری) ۴۵ تیمارهای مختلف mm/min.

جدول ۱۲ - تجزیه واریانس پایداری ۹۰ mm/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۶۴۰/۴۳۳	۴/۱۸۰	۰/۰۳۰*

a.R Squared=0.626(Adjusted R Squared=0.476).

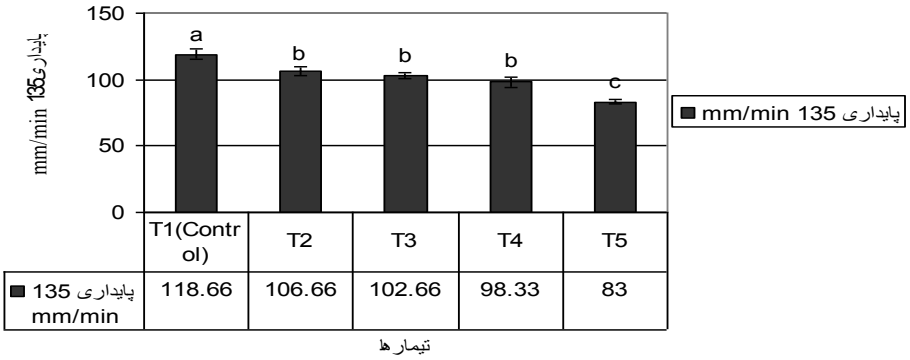


شکل ۱۲ - تغییرات قابلیت کشش (پایداری) ۹۰ تیمارهای مختلف mm/min.

جدول ۱۳ - آنالیز واریانس پایداری ۱۳۵ mm/min.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
تیمار	۴	۵۰۵/۷۶۷	۱۶/۳۸۶	۰/۰۰۰**

a.R Squared=0.868(Adjusted R Squared=0.815).



شکل ۱۳ - تغییرات قابلیت کشش (پایداری) ۱۳۵ تیمارهای مختلفmm/min .

بحث

بررسی نتایج آزمون فارینوگراف و اکستنسوگراف نمونه های خمیر نان باگت

جذب آب

یکی از عوامل موثر در افزایش جذب آب کاهش رطوبت می باشد آرد کینوآ رطوبت کمتری نسبت به آرد گندم دارد همچنین کینوآ دارای میزان بالایی از فیبر می باشد که به خودی خود جاذب رطوبت هستند بنابراین با افزایش درصد کینوآ می توان جذب آب را در آرد گندم افزایش داد (۵). با آزمایش های فارینوگراف مشخص شد که افزودن یا جایگزینی آرد کینوآ به جای آرد گندم اثر مثبت بر جذب آب در ۵۰۰ گرم نمونه های خمیر نان باگت دارد و در تمام تیمار ها ا میزان جذب آب افزایش می یابد. قادری و همکاران (۱۳۹۵) دریافتند، به دلیل کاهش رطوبت پس از اختلاط کینوآ با آرد گندم جذب آب خمیر نان با افزایش درصد آرد کینوآ افزایش می یابد (۱). Milanovic و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند با افزایش آرد کینوآ از ۵ تا ۳۰ درصد، جذب آب خمیر نان افزایش می یابد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد با افزایش درصد کینوآ میزان جذب آب افزایش می یابد (۶).

بررسی نتایج آزمون اکستنسوگراف نمونه های خمیر نان باگت

انرژی خمیر نان باگت پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه

پروتئین ها انرژی لازم برای تشکیل خمیر را فرا هم می کند در کینوآ آنزیم های گروه پروتئولبتیکی وجود دارد که می تواند به تجزیه پروتئین ها کمک کند و باعث کاهش انرژی مصرفی آرد جهت تشکیل خمیر می شود که با افزایش آرد کینوآ انرژی کاهش یافته و نمی تواند واکنش های تشکیل شبکه گلوتنی را به خوبی انجام دهد (۷). Wang و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند، انرژی مصرفی نان با افزایش آرد کینوآ از ۰ تا ۳۰ درصد، کاهش می یابد نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد انرژی مصرفی جهت تشکیل خمیر با افزایش آرد کینوآ کاهش می یابد (۸).

مقاومت به کشش خمیر نان باگت پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه

غله کینوآ دارای محتوای مواد معدنی کل (۳/۴ درصد) بالاتر از گندم (۱/۸ درصد) و سایر غلات می باشد چنانچه مقایسه ای بین گندم و کینوآ صورت گیرد، مشخص می گردد که کینوآ به علت برخورداری از مقادیر بالای کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن، پتاسیم و روی نسبت به سایرین در جایگاه برتری قرار دارد. وجود مواد معدنی حاوی یون های فلزی باعث افزایش مقاومت خمیر می شود و همچنین یون های فلزی با اکسیداسیون گروه های سولفیدریل منجر به تشکیل پیوند دی سولفید و افزایش استحکام خمیر می گردد. بنابراین مقاومت به کشش در خمیر افزایش می یابد اما زمانی که غلظت یون ها در واکنش افزایش یابند با برهم

زدن تعادل یونی و مقاومت به کشش خمیر نان باگت کاهش می یابد (۷).

Jacobsen و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند قابلیت کشش، حجم و کشش و تخلخل نان با افزایش آرد کینوآ از ۰ تا ۱۰ درصد، ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، افزودن درصد کم آرد کینوآ در آرد می‌تواند سبب افزایش مقاومت به کشش و نیز افزودن درصد بالایی از آرد کینوا در آرد می تواند سبب کاهش مقاومت به کشش گردد (۹).

قابلیت کشش خمیر نان باگت پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه

کینوآ که دارای مقادیر اندکی از مهارکننده های آنزیم تریپسین و آنزیم های گروه پروتئولیتیکی می باشد. در واقع این مهارکننده ها با تجزیه پروتئین هایی مانند گلیادین که سبب افزایش قابلیت کشش می شود، میزان کشش پذیری خمیر را کاهش می دهند (۸). از سوی دیگر نمک های معدنی از طریق یون ها با ایجاد قوام و استحکام در خمیر مقاومت را افزایش داده و کشش پذیری را در آرد کاهش می دهند (۱۰).

Davoudi و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند، قابلیت کشش و سختی نان با افزایش آرد کینوآ از ۰ تا ۲۰ درصد، کاهش می یابد (۲). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد درصد کم آرد کینوآ تاثیری بر روی قابلیت کشش نداشته، با این حال درصد بالا آرد کینوا سبب کاهش قابلیت کشش می گردد (۲).

نتیجه گیری کلی

امروزه مصرف کنندگان مواد غذایی اهمیت بیشتری به کیفیت و سلامت مواد غذایی می دهند بنابراین تقاضای زیادی برای تولید محصولات غذایی سالم و کم کالری وجود دارد. بنابراین با بهبود ارزش غذایی نان باگت از طریق جایگزینی بخشی از آرد گندم با سایر منابع گیاهی با ارزش تغذیه ای بالا نظیر آرد کینوآ می توان محصولی سالم تر به بازار عرضه نمود. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی جذب آب، زمان توسعه وپایداری خمیر افزایش، درجه نرم شدن و انرژی کاهش و استفاده از سطوح پایین و سطوح بالا آرد کینوآ به ترتیب موجب افزایش و کاهش مقاومت به کشش خمیر شد همچنین پس از یک روز از زمان تولید استفاده از سطوح پایین آرد کینوآ موجب کاهش سفتی و سطوح بالا موجب افزایش سفتی بافت نان باگت گردید. در مورد ویژگی های حسی، استفاده از سطوح پایین آرد کینوآ موجب بهبود ویژگی های حسی نان باگت نسبت به تیمار شاهد گردید.با توجه به نتایج به دست آمده در این پروژه می توان تیمار T_2 (۵ درصد آرد کینوا) را به عنوان تیمار برتر نتایج تحقیق اعلام نمود.

تقدیر و تشکر

از مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین-پیشوا قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

۱. موذنی، م.، زرین قلمی، س. گنجلو، ع. (۱۳۹۷). تاثیر غنی سازی خمیر بربری با آرد کامل کینوا بر ویژگی های فارینوگرافی و کیفیت نان. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد ۲۸شماره۴، صفحات ۱۰۳-۱۱۲.

2. Gaderi, F., Moeini, S., Moghayee, R., 2016. The effect of qeinoa grain flour and ultrasound in olive oil cake. Second Iranian Scientific and Research Conference on Food Science and Technology 9(2): 105-107.
3. Davoudi, M., Tavakoli, H., Sheikholeslami, Z., Naghipour, F., Sahraeian, B., 2012. Investigating the possibility of producing Lavash bread using wheat and potato flour mix. Research Project report of Agricultural Engineering Research Institute 12(1): 72-74.
4. Enriquez, N., Peltzer, M., Raimundi, A., Tosi, V., Pollio, M. L., 2003. Characterization of wheat and quinoa flour blends in relation to their bread making quality. The Journal of the Argentine Chemical Society 91: 47-54.
5. AACC. 2000. Approved methods of the american association of cereal chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
6. Codina, G. G., Franciuc, S. G., Todosi-Sanduleac, E., 2016. Studies on the influence of

quinoa flour addition on bread quality. Journal of Faculty of Food Engineering 2: 165-174.
7. Milovanović, M. M., Demin, M. A., Vucelić-Radović, B. V., Žarković, B. M., Stikić, R. I., 2014. Evaluation of the nutritional quality of wheat bread prepared with quinoa, buckwheat and pumpkin seed blends. Journal of Agricultural Sciences 59: 318-328.
8. Graf, B. L., Rojas-Silva, P., Rojo, L. E., Delatorre-Herrera, J., Baldeon, M. E., Raskin, I., 2015. Innovations in health value and functional food development of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 4: 1-15.
9. Wang, S., Opassathavorn, A., Zhu, F., 2015. Influence of quinoa flour on quality characteristics of cookie, bread and Chinese steamed bread. Journal of Texture Studies 46(4): 281-292.
10. Jacobsen, S., Liu, F., Jensen, C. R., 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (Chenopodium quinoa Willd). Scientia Horticulturae 122: 281-287.
11. Iglesias-Puig E, Monedero V, Haros M. 2015. Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. LWT-Food Science and Technology. 60: 71-77.