

اثر افزودن آلورا بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بافت نان بربری

مجید جعفری^۱، سید حسین حسینی قابوس^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاداسلامی، آزادشهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۲۵ / تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۰)

چکیده

از راهکارهای مناسب جهت غنی‌سازی طبیعی و بهبود ویژگی‌های کیفی نان، استفاده از منابع مختلف فیبری جایگزین نظیر پودر آلورا می‌باشد. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر افزودن پودر آلورا به آرد و تولید نان بربری و ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و فیزیکوشیمیایی نان تولیدی بود. اثر پودر آلورا در پنج سطح صفر، ۱، ۳، ۶ و ۹ درصد (وزنی / وزنی بر پایه آرد) بر ویژگی‌های بربری مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی خصوصیات رئولوژیکی خمیر توسط دستگاه‌های فارینوگراف و اکستنسوگراف، خصوصیات نان پخته شده توسط دستگاه بافت‌سنج و در نهایت آزمون ارزیابی حسی روی نان‌های تولید شده مورد ارزیابی قرار گرفت. در اثر افزودن پودر آلورا، میزان جذب آب افزایش و بیشترین جذب آب در سطح ۹ درصد صورت پذیرفت. زمان گسترش خمیر با افزودن پودر آلورا افزایش و بیشترین افزایش در سطوح ۶ و ۹ درصد به دست آمد. اما پایداری خمیر با افزایش درصد پودر آلورا کاهش یافت. سفتی نمونه شاهد در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت افزایش یافته و روز چهارم بیشترین و روز اول کمترین مقدار سفتی را داشتند. چقرمگی نان در دامنه ۷/۸۷-۶۰/۷ میلی‌ژول تغییر نمود. افزودن پودر آلورا در سطوح ۶ و ۹ درصد باعث بهبود جذب آب، کاهش قوام و افزایش مقاومت به کشش خمیر بربری گردید.

کلید واژگان: نان بربری، پودر آلورا، ویژگی‌های رئولوژیکی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی.

* مسئول مکاتبات: Hosseinighaboos@yahoo.com

۱- مقدمه

نان قدیمی‌ترین غذای فرآیند شده توسط بشر است و به طور کلی، انواع نان را می‌توان در دو دسته مسطح و حجیم تقسیم نمود. روش‌های نانی به اشکال مختلفی تکامل یافته که هر یک ویژگی‌های کاملاً متفاوت و مشخصی دارد. انسان از گذشته‌های دور یعنی ۴ تا ۵ هزار سال قبل از میلاد، با شکل اولیه نان، یعنی انواع مسطح و نازک آشنا بوده است. نان بربری به نان سستی و مسطحی گفته می‌شود که از اختلاط آرد ستاره، آرد سبوس گرفته و یا مخلوطی از این دو، آب، نمک، مخمر صنعتی و یا خمیر ترش طی فرآیند تخمیر تهیه شده و پس از شکل‌دهی به صورت خاص خود بر روی سطح داغ پخته می‌شود. ویژگی نان بربری براساس چانه ۵۵۰-۵۳۰ گرمی عبارتند از طول ۷۵-۶۵ سانتی‌متر، عرض ۲۰-۱۳/۵ سانتی‌متر، ضخامت ۱/۲-۱/۱ سانتی‌متر می‌باشد. دو سر نان حالت بیضی شکل و هلالی داشته و ضخیم‌تر از سایر قسمت‌ها با ضخامت حدود ۲/۲-۱/۸ سانتی‌متر است. ضخامت سایر قسمت‌های نان ۱/۵-۱/۱ سانتی‌متر می‌باشد. سطح نان دارای شیارهای نسبتاً منظم با فاصله ۱/۸-۱/۳ سانتی‌متر است. این نان دارای رنگ طلایی تا قهوه‌ای کم رنگ بوده و در مدت کوتاهی تازگی خود را از دست می‌دهد [۱، ۲].

با توجه به اینکه بیش از نیمی از انرژی و پروتئین دریافتی مردم کشورمان از تغذیه توسط مصرف نان تأمین می‌شود، بیاتی نان و ضایعات ناشی از آن، از مشکلات اقتصادی کشور به شمار می‌آید. پژوهش در مورد کاهش ضایعات و به تأخیر انداختن بیاتی، یکی از دغدغه‌های پژوهشگران است و آنها با اضافه کردن مواد افزودنی، تغییر روش پخت و نگهداری سعی در به تأخیر انداختن بیاتی دارند [۱، ۲].

امروزه روش‌های بسیاری برای کاهش بیاتی نان مطرح است، از جمله این روش‌ها می‌توان به استفاده از صمغ‌ها و مواد فیبری اشاره نمود که سبب غنی‌سازی نان و تأخیر در بیاتی آن می‌گردد [۳]. حضور امولسیفایرهایی چون منو و دی‌گلیسریدها و لیستین هم باعث بهبود خواص رئولوژیکی و کیفیت پخت شده و روند بیاتی را در مقایسه با نمونه شاهد به تأخیر می‌اندازد [۴]. پژوهشگران در سیستم‌های غذایی از سبوس برنج به عنوان منبع خوبی از فیبر رژیمی و پایدارکننده مناسب امولسیون‌های غذایی استفاده نمودند. همچنین تأثیر سبوس برنج فاقد چربی را بر خصوصیات رئولوژیک و پخت نان مورد

بررسی قرار دادند. آنها مشاهده نمودند، فیبر رژیمی حاصل از سبوس برنج در مقایسه با سبوس گندم توانایی جذب و به دام انداختن آب بیشتری را داشته؛ همچنین قابلیت اتصال به چربی، نگهداری آب و ظرفیت امولسیفایری سبوس برنج بالاست [۵].

به طور کلی بر اساس تحقیقات پژوهشگران مختلف، هیدروکلوئیدها با حفظ آب و جلوگیری از توزیع مجدد آن در مغز نان و همچنین حفظ بیشتر گاز در خمیر موجب بهبود حجم و نرمی نان تازه و کاهش سرعت رتروگراداسیون و سفتی نان می‌گردند. همچنین هیدروکلوئیدها در فرآورده‌های نانویی می‌توانند به عنوان جایگزین چربی به کار روند [۶].

پژوهشگران اثر وزن مولکولی صمغ گوار بر رفتار رتروگراداسیونی نشاسته ذرت را بررسی کردند. آنها گزارش نمودند که وزن مولکولی صمغ گوار در کارایی این صمغ مؤثر بوده و با به کارگیری ۰/۵ درصد وزنی - وزنی صمغ گوار با وزن مولکولی بالای ۳۰۰۰ گرم بر مول، خواص ضد بیاتی خوبی در نشاسته‌ی ذرت حاصل می‌شود [۷].

آلوورا^۱ (آلوئه‌ورا) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است که از روزگاران قدیم تا امروز مورد استفاده بوده است. ژل این گیاه حاوی ویتامین، مواد معدنی، آنزیم، اسیدهای آمینه، قندهای طبیعی و عوامل ضد میکروبی و ضد التهاب است [۸]. در حال حاضر شرکت‌های بسیار زیادی در جهان گیاه آلوورا را در صنایع مختلف غذایی شامل انواع نوشابه‌ها، کمپوت‌ها، مربا، مارمالاد، ژله، سوپ، بستنی، ترشی، تافی، نان، ماکارونی، برنج، چای، انواع لبنیات و مواد آرایشی و بهداشتی و دارویی و نساجی و دستمال کاغذی و غیره مورد استفاده قرار می‌دهند [۹، ۱۰]. همچنین ژل این گیاه دارای خاصیت ضد قارچی بر روی بوتریتیس گلا دیولوروم^۲، هتروسپوریوم برونسی^۳ و پنی سیلیوم گلا دیولی^۴ است. اصلی‌ترین ترکیب سازنده عصاره آلوورا آلونین^۵ است که یک آنتراکینون هتروساید^۶ است [۱۱]. پالپ آلوورا شامل ۹۸/۵ درصد آب، ۱-۰/۵ درصد مواد جامد محلول در آب و ویتامین‌های محلول در آب و محلول در چربی، املاح، آنزیم، پلی ساکارید، ترکیبات فنلی و اسیدهای

1. Aloe Vera
2. *Botrytis gladiolorum*
3. *Heterosporium pruneti*
4. *Penicillium gladioli*
5. Aloin
6. antheraquinone hetroside

پودر آلوورا از کارخانه صنایع غذایی علوی در اردبیل تهیه شده است و تا زمان انجام آزمایش‌ها به صورت بسته‌بندی و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری گردید. مخمر خشک و فعال^۲ ساکارومایسس سروسیسا^۳ از شرکت ایران ملاس تهیه شد. از کیسه‌های پلی‌اتیلنی جهت بسته‌بندی نان استفاده گردید. محلول‌های شیمیایی اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم و اکتانول از شرکت "مرک" در تهران تهیه شد و تا روز آزمایش در دمای اتاق و دور از نور و سایر عوامل مخرب نگهداری گردید.

۲-۲- روش تهیه نان

نان تولیدی در این پژوهش از نوع نان بربری بود و تهیه آن براساس فرمول زیر صورت گرفت. آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ درصد، نمک ۲ درصد وزنی آرد، مخمر نانویی خشک فعال ۱ درصد وزنی آرد، آب (مقدار دقیق آن توسط دستگاه فارینوگراف تعیین شد). درصدهای مختلف پودر آلوورا (۰،۱، ۰،۳، ۰،۶ و ۰،۹ درصد وزنی آرد)، به همراه مواد اولیه ذکر شده در فرمول، جهت تهیه نان بربری در داخل خمیرکن آزمایشگاه مخلوط شد. پس از گذراندن مرحله تخمیر درون کابینت تخمیر به مدت ۴۵ دقیقه رطوبت نسبی ۸۵ درصد و دمای ۳۵ درجه سلسیوس خمیر با دست کمی ورز داده شد و سپس به چانه‌های ۴۰۰ گرمی تقسیم شد و پس از یک استراحت ۴۰ دقیقه‌ای در کابینت تخمیر (در شرایط مذکور) درون قالب‌های گرد به قطر ۳۰ سانتی‌متر پهن شد به گونه‌ای که ارتفاع خمیر ۱ سانتی‌متر بود. خمیر درون فر پخت الکتریکی مدل کارل ولکرگ^۴، ساخت آلمان در دمای ۲۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پخته شد و پس از خروج از فر و سرد شدن به مدت بیست دقیقه در دمای محیط از قالب خارج شد و در درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی گردید. آزمون‌های مربوطه، در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت نان بر روی آنها انجام گرفت.

۲-۳- آزمون‌های آرد

- آزمون گلوتن

مقدار ۱۰ گرم آرد وزن شد و به درون اتاقک شستشوی دستگاه منتقل گردید. مقدار ۴/۸ میلی‌لیتر محلول آب نمک ۲

آلی است [۱۲، ۱۳].

محترمی و همکاران (۲۰۱۱) با تأیید اثر پودر آلوورا بر بهبود ویژگی‌های خمیر و کیفیت نان مسطح ایرانی (لواش) اظهار نمودند که افزودن ۰/۵ درصد پودر آلوورا جذب آب را در مقایسه با نمونه شاهد حدود ۳ درصد افزایش می‌دهد. همچنین با مقایسه مقادیر نیروی لازم برای ایجاد کرنش^۱ ۱۰ درصد تست فشار نشان داد که بیاتی نان حاوی آلوورا کاهش می‌یابد. به طور کلی افزودن پودر آلوورا علاوه بر اعمال اثر تغذیه‌ای - دارویی باعث افزایش ویسکوزیته خمیر و کاهش میزان الاستیسیته نان شده و بیاتی نان را به تعویق می‌اندازد [۱۴]. به دلیل خصوصیات ویژه گیاه آلوورا و اثر سلامت‌بخشی آن در بدن، توجه خاصی به استفاده از آن در محصولات مختلف از جمله محصولات غذایی شده است. همی سلولز موجود در این محصول نقش مهمی در تهیه محصولات آردی ایفا می‌کند. همی سلولز به علت دارا بودن قدرت جذب آب بالا و اثر مثبت بر مخلوط شدن آرد با آب سبب بهبود کیفیت قرص نان می‌شود [۱۲].

بررسی منابع حاکی از این است که تا کنون مطالعه‌ای در خصوص اثر افزودن پودر آلوورا بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر نان بربری انجام نشده است. لذا در این پژوهش استفاده از پودر آلوورا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و بافتی نان بربری بررسی شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

آرد با ۸۲ درصد استخراج (آرد ستاره) از کارخانه آرد مارون شهرستان گچساران تهیه گردید. برای این منظور، آرد مورد نیاز یکجا تهیه و در سردخانه نگهداری شد. خصوصیات کیفی آرد مورد استفاده بر اساس استانداردهای ذکر شده در جدول ۱ اندازه‌گیری و گزارش شد.

Table 1 Flour quality characteristics

Test Method (AACC)	%	Composition
15-44	14.2	Moisture content
12-46	14.5	Protein
-	96.3	Gluten index
08-16	0.822	Ash
38-10	32	Wet gluten
56-60	31	Zeleny

1. Strain

2. Active Dry Yeast
3. *S.cerevisiae*
4. Karl Welkerkg,

اساس استاندارد (۲۱-۵۴) انجمن شیمیدانان غلات آمریکا و توسط دستگاه فارینوگراف برابندر انجام گردید [۶, ۱۷]. مقدار جذب آب آرد بر حسب درصد از روی درجه بورت دستگاه یا از منحنی تیتراسیون به دست می‌آید.

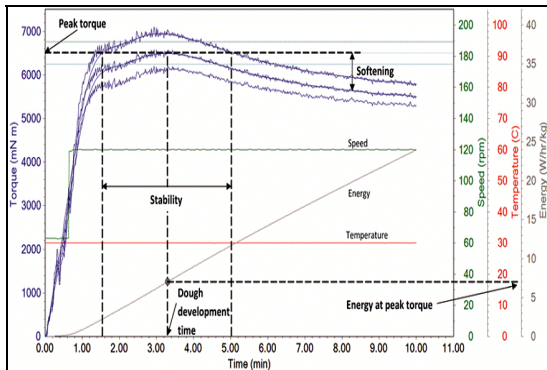


Fig1 Farinograph curve.

– آزمون اکستنسوگراف

این آزمون براساس استاندارد ۲۱-۵۴ AACC و توسط دستگاه اکستنسوگراف انجام گرفت و ویژگی‌های کشسانی خمیر و همچنین کمیت‌هایی مثل: مقاومت به کشش، انرژی کشش، مقاومت بیشینه به کشش و نیروی کشش نسبی و ضریب بیشینه با اکستنسوگراف در ۳ زمان مختلف ورآمدن خمیر در ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه ارزیابی شد [۱۶].

۲-۴- آزمون‌های نان

– آزمون بافت سنجی

بررسی بافت مغز نمونه‌های نان محتوی پودر آلورا، طی نگهداری در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از پخت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (دستگاه بافت سنج، مارک استیونز^۲، مدل لفر^۳، ساخت انگلستان) صورت گرفت. در این آزمایش ابتدا تیمارهای مختلف نان (که به صورت قطعات یکسان ۳×۳ سانتی‌متر توسط کارد بریده شده بود) بر روی صفحه نگهدارنده قرار داده شد. سپس پروب دستگاه به قطر ۰/۷ سانتی‌متر و با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد و پس از تماس با سطح نمونه، تا عمق ۵ میلی‌متر در داخل نمونه نفوذ کرد. پس از بازگشت این مسیر، از روی صفحه نمایش دستگاه، عدد مورد نظر ثبت گردید که این عدد

درصد کلرید سدیم به نمونه اضافه گردید. عمل شستشو به مدت ۵ دقیقه انجام گردید و در ادامه جهت از بین بردن رطوبت وارد سانتیفیوژ شده و سپس با استفاده از ترازو میزان گلوتن باقی‌مانده اندازه‌گیری شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲-۹۶۳۹).

– آزمون خاکستر

میزان خاکستر نمونه‌های آرد طبق روش استاندارد AACC در کوره با دمای ۵۵۰-۶۰۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد.

– آزمون چربی

میزان چربی تیمارهای آرد طبق روش استاندارد (۲۵-۳۰) AACC و با استفاده از دستگاه سوکسله محاسبه شد [۱۵].

– آزمون رطوبت: میزان رطوبت تیمارهای آرد طبق روش استاندارد (۱۴-۴۴) AACC در آون با دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد.

– آزمون فیبر

میزان فیبر تیمارهای آرد طبق روش استاندارد (۱۰-۳۰) AACC محاسبه گردید.

– آزمون سدیماناسیون^۱

سدیماناسیون یا زلنی تابعی است از مقدار پروتئین و کیفیت گلوتن آرد است. اساس آزمون سدیماناسیون بر این اصل استوار است که گلوتن موجود در آرد، جذب آب کرده و چنانچه مقداری اسیدلاکتیک با غلظت معینی به آن اضافه شود متورم می‌گردد، میزان متورم شدن گلوتن بستگی به کیفیت آرد دارد، گلوتن مرغوب از نقطه نظر کیفیت پخت مقدار بیشتری آب جذب می‌کند و بنابراین بیشتر از گلوتن نامرغوب متورم می‌گردد و در نتیجه حجم رسوب زیادتر است. ۳/۲ گرم از آرد الک شده با مش ۱۰۰ را با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حاوی برموفنل آبی به صورت سوسپانسیون درآورده، پس از هم زدن، ۲۵ میلی‌لیتر محلول سدیماناسیون (اسیدلاکتیک و الکل ایزوپروپیلک خالص) اضافه نموده و در نهایت رسوب تشکیل شده بیان‌کننده عدد رسوبی خواهد بود [۱۶].

– آزمون فارینوگراف

کمیت‌های از جمله مقدار جذب آب، مقاومت خمیر، ثبات خمیر، شاخص مقاومت به مخلوط شدن و گسترش خمیر از روی منحنی فارینوگرام محاسبه شدند (شکل ۱). این آزمون بر

2. Stevens
3. Lefra

1. Sedimentation

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی

نتایج حاصل از بررسی ترکیبات شیمیایی آرد ستاره حاوی سطوح مختلف پودر آلوورا در جدول ۲ گزارش شده است. برای تشخیص اختلاف در تیمارها میانگین تغییرات بوسیله آزمون دانکن مقایسه شدند. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف ترکیبات شیمیایی آرد ستاره در سطوح مختلف آلوورا معنی دار ($P \leq 0.05$) است. به عبارت دیگر، ترکیبات شیمیایی با تغییر تیمارها، تغییر کرده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که مقدار گلوتن در دامنه ۲۱/۲ - ۳۰/۰۳ درصد تغییر کرده است که با توجه به استاندارد ۱ - ۱۰۳، در سطوح مختلف در حد قابل قبول است. با این حال میانگین گلوتن تیمارها در پنج گروه ($P \leq 0.05$) قرار می‌گیرند، به طوری که نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۹ درصد کمترین مقدار را داشتند.

براساس درصد استخراج آرد، مقدار خاکستر آرد ستاره در دامنه ۰/۶۱۷ - ۱/۸۳۸ درصد تغییر می‌کند که با توجه به استاندارد ملی شماره ۱ - ۱۰۳، برای بیشتر نمونه‌ها در حد قابل قبول است. با این حال میانگین خاکستر تیمارها در پنج گروه ($P \leq 0.05$) قرار می‌گیرند، به طوری که نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند. با افزایش پودر آلوورا به دلیل افزایش مواد معدنی موجود در محصول، خاکستر آنها افزایش یافته است.

نقش همی سلولز^۴ در جریان تهیه محصولات آردی حائز اهمیت می‌باشد، چون بر قدرت جذب آب آرد و ویژگی‌های مخلوط شدن آن اثر مثبت و خوبی دارد و کیفیت قرص نان را نیز بهبود می‌بخشد. پکتین هم که قسمت اصلی آن از اسید گالاکتورونیک^۵ تشکیل شده، تعدادی از عوامل کربوکسیل آن با متانول^۶ ترکیب و تشکیل استر داده‌اند که برای ایجاد ویسکوزیته، پایداری، تعلیق مواد و قوام در سیستم غذایی و مشخصاً برای تشکیل ژل استفاده می‌شود [۲۱]. مقدار رطوبت آردهای ستاره در دامنه ۱۲ - ۱۲/۴۶ درصد تغییر می‌کند که با توجه به استاندارد ملی شماره ۱ - ۱۰۳، در حد قابل قبول است. میانگین رطوبت تیمارها در دو گروه ($P \leq 0.05$) قرار می‌گیرند، به طوری که نمونه ۱ درصد بیشترین و نمونه ۶

نیروی لازم جهت نفوذ پروب^۱ به داخل نمونه را نشان می‌داد و بیانگر میزان سفتی بافت^۲ و چقرمگی^۳ نان بود [۱۸]. این عمل برای هر قطعه نان در سه ناحیه مختلف مغز نان انجام گرفت و پس از محاسبه میانگین، نتایج حاصل برای هر نمونه گزارش گردید.

- آزمون حجم نان

این آزمون طبق روش جابه‌جایی حجم انجام گرفت. ابتدا یک ظرف را از دانه‌های ارزن پر کرده و سپس ظرف را خالی می‌کنیم. در ادامه یکی از نمونه‌ها را وارد ظرف کرده و سپس دانه‌های ارزن را وارد ظرف حاوی نان کرده که در نتیجه میزان ارزن‌هایی که بیرون مانده برابر با حجم نان داخل ظرف است [۱۹].

- آزمون‌های حسی نان

از ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده جهت بررسی خصوصیات بربری‌های حاوی آلوورا استفاده گردید. از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱= بسیار خوب، ۲= خوب، ۳= متوسط، ۴= بد، ۵= بسیار بد) جهت بررسی خصوصیات حسی بربری‌ها استفاده شد. "فرم و شکل (وجود پارگی و حفره)"، "پوکی و تخلخل"، "سفتی و نرمی بافت و ساختار نان"، "قابلیت جویدن نان (خشک و سفت بودن، چسبیدن به دندان‌ها)" و "بو، طعم و مزه نان" پارامترهای ارزیابی حسی بودند که توسط ارزیاب‌ها بررسی شدند [۱۶، ۲۰].

۲-۵- برنامه آماری و روش‌های مورد استفاده

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحقیق به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی انجام گرفت. آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند، سپس میانگین و انحراف معیار محاسبه گردید. جهت مطالعه اختلافات بین تیمارهای مختلف، از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد و در نهایت تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از برنامه آماری SASS انجام گردید.

4. Hemicellulose
5. Galacturonic acid
6. Methanol

1. Penetration
2. Hardness
3. Toughness

مقدار چربی در دامنه ۱/۳۳ - ۱/۲۳۵ درصد تغییر می‌کند که با توجه به استاندارد ملی شماره ۱-۱۰۳، برای نمونه‌ها در حد قابل قبول است. میانگین چربی تیمارها در پنج گروه (۰/۰۵) $\geq P$ قرار می‌گیرند، به طوری که نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند. عدد زلنی در دامنه ۲۰/۵ - ۲۹/۵ میلی‌لیتر تغییر می‌کند. میانگین عدد زلنی تیمارها در چهار گروه (۰/۰۵) $\geq P$ قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۹ درصد کمترین مقدار را داشتند.

درصد کمترین مقدار را داشتند. پودر آلوورا محتوی همی سلولز و پکتین می باشد که قدرت جذب آب و حفظ آن را دارد. لذا با افزایش درصد پودر آلوورا، مقدار رطوبت محصول افزایش یافته است.

مقدار فیبر در دامنه ۰/۰۴۵ - ۱/۴۹ درصد تغییر می‌کند که برای بیشتر نمونه‌ها در حد قابل قبول است. میانگین فیبر تیمارها در پنج گروه (۰/۰۵) $\geq P$ قرار می‌گیرند، به طوری که نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند. مقدار فیبر پودر آلوورا بالاست. لذا با افزایش درصد پودر آلوورا، مقدار فیبر محصول افزایش یافته است.

Table 2 Comparison of the average chemical properties of the flour containing aloe vera powder.

Zelny (%)	Fat (%)	Fiber (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Gluten (%)	Treatment
29.50 ^a	1.235 ^e	0.045 ^e	12.26 ^a	0.617 ^e	30.03 ^a	Blank
28.00 ^b	1.275 ^d	1.13 ^d	12.46 ^a	0.771 ^d	29.50 ^b	1 %
24.50 ^c	1.295 ^c	0.20 ^c	12.26 ^a	1.03 ^c	26.03 ^c	3 %
21.00 ^d	1.32 ^b	1.32 ^b	12.00 ^b	1.463 ^b	24.80 ^d	6 %
20.50 ^d	1.33 ^a	1.49 ^a	12.26 ^a	1.838 ^a	21.20 ^e	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$)

نتایج نشان داد که اختلاف ترکیبات ویژگی‌های فارینوگراف آرد ستاره در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی دار (۰/۰۵) $\geq P$ است. پودر آلوورا محتوی همی سلولز و پکتین می‌باشد که قدرت جذب آب و حفظ آن را دارد. لذا با افزایش درصد پودر آلوورا مقدار جذب آب افزایش یافته و در دامنه ۶۰/۷۳-۷۰ درصد تغییر می‌کند. زمان گسترش خمیر، در دامنه ۲/۳۳-۶/۹۳ دقیقه تغییر نمود به طوری که نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه ۱ درصد کمترین مقدار را داشتند. محترمی و همکاران (۲۰۱۱) با تأیید اثر پودر آلوورا بر بهبود ویژگی‌های خمیر و کیفیت نان مسطح ایرانی (لواش) اظهار نمودند که افزودن ۰/۵ درصد پودر آلوورا جذب آب را در مقایسه با نمونه شاهد حدود ۳ درصد افزایش می‌دهد [۱۴].

بخش اعظم تغییرات مشاهده شده در نتایج فارینوگراف مربوط به تغییرات ایجاد شده از افزایش درصد رطوبت محصول و کاهش گلوتن است [۱۴]. زمان ثبات خمیر در دامنه ۸/۸-۶/۹ درصد تغییر می‌کند، با این حال میانگین ثبات خمیر تیمارها در پنج گروه (۰/۰۵) $\geq P$ قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه ۱ درصد بیشترین و نمونه ۹ درصد کمترین مقدار را داشتند. درجه نرمی خمیر بعد از ده دقیقه، در دامنه ۳۴/۶۶-۲۳/۳۳ دقیقه تغییر نمود و نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه ۱ درصد کمترین مقدار را داشتند. درجه نرمی خمیر نیز بعد از دوازده

۳-۲- ویژگی‌های فارینوگراف

زمان رسیدن^۱ عبارت است از زمان مخلوط شدن خمیر بر حسب دقیقه، این زمان را در اصطلاح زمان رسیدن خمیر می‌گویند. زمان توسعه خمیر^۲ زمان لازم برای عمل آمدن خمیر بر حسب دقیقه نامیده می‌شود. از لحظه شروع ترسیم تا زمانی که به خط شاخص ۵۰۰ واحد فارینوگراف می‌رسد. پایداری خمیر^۳ عبارت است از ثبات خمیر بر حسب دقیقه و فاصله زمانی که منحنی در بالای خط شاخص ۵۰۰ واحد فارینوگراف قرار دارد. درجه سست شدن خمیر^۴ عبارت است از زمان مقاومت خمیر بر حسب دقیقه و فاصله زمانی که منحنی روند کاهشی دارد تا یکنواخت شود. عدد کیفی فارینوگراف: اگر به موازات خط استاندارد ۵۰۰ و به اندازه ۳۰ واحد فارینوگراف پایین‌تر، خطی (با واحد طول- میلی‌متر) از ابتدای منحنی تا نقطه تلاقی آن با مرکز منحنی فارینوگرام (در نقطه خروج از خط ۵۰۰) ترسیم گردد عدد کیفی فارینوگراف بدست خواهد آمد [۶، ۱۷].

یافته‌های حاصل از بررسی ویژگی‌های فارینوگراف آرد ستاره با سطوح مختلف پودر آلوورا در جدول ۳ خلاصه شده است.

1. Arival Time
2. Dough developMent time
3. Dough Stability
4. Degree of Softening

نمونه ۹ درصد کمترین مقدار عدد کیفی فارینوگراف را داشتند. کاهش عدد کیفی فارینوگراف با افزایش درصد آلوورا به دلیل افزایش درصد رطوبت و کاهش درصد گلوتن نمونه‌ها است.

دقیقه، در دامنه ۴۴-۱۱۶ /۳ دقیقه تغییر می‌کند. عدد کیفی فارینوگراف با افزایش درصد آلوورا کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشده است. نمونه شاهد بیشترین

Table 3 Compare the average Farinograph characteristics flour containing aloe vera powder.

Farinograph quality number (FQN)	Dough softness (after 12 min)	Dough softness (after 10 min)	Dough stability (Min)	Dough development time (Min)	Water absorption (Min)	Treatment
117.33 ^a	52.33 ^c	32.33 ^{ab}	8.40 ^{ab}	2.53 ^b	60.7 ^d	Blank
115.33 ^a	44.00 ^c	23.33 ^b	8.88 ^a	2.33 ^b	61.33 ^d	1 %
102.00 ^a	83.66 ^b	31.33 ^{ab}	8.83 ^{bc}	6.43 ^a	62.80 ^c	3 %
103.33 ^a	94.00 ^b	27.33 ^{ab}	7.33 ^{cd}	6.70 ^a	67.20 ^b	6 %
98.00 ^a	116.33 ^a	34.66 ^a	6.93 ^d	6.93 ^a	70.73 ^a	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

میزان انرژی جهت پاره شدن خمیر، مقاومت خمیر، حداکثر مقاومت خمیر، مقاومت خمیر به کشش‌پذیری و حداکثر مقاومت خمیر به کشش‌پذیری شده و فقط میزان کشش‌پذیری خمیر کاهش یافته است [۱۴].

۳-۳-۱- میزان انرژی

سطح زیر منحنی توسط پلانیمتر اندازه‌گیری شده و برحسب سانتی‌متر مربع بیان می‌شود و نشان‌دهنده کل انرژی مصرفی برای کشیدن خمیر می‌باشد. تجزیه و تحلیل جدول ۴ نشان می‌دهد که اختلاف میزان انرژی لازم جهت پاره شدن خمیر در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی‌دار ($P \geq 0.05$) است. به عبارت دیگر، این ویژگی با تغییر تیمارها، تغییر کرده است. برای تشخیص این اختلاف در تیمارها میانگین تغییرات بوسیله آزمون دانکن مقایسه شدند. میزان انرژی در ۴۵ دقیقه با افزایش پودر آلوورا افزایش یافته است ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید. میزان انرژی در ۹۰ دقیقه، در دامنه ۸۱-۱۰۶ دقیقه تغییر می‌کند، با این حال میزان انرژی در ۹۰ دقیقه تیمارها در سه گروه ($P \geq 0.05$) قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند. میزان انرژی در ۱۳۵ دقیقه در دامنه ۷۷-۱۰۱/۳۳ دقیقه تغییر نمود به طوری که نمونه ۶ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند.

۳-۳-۲- ویژگی‌های اکستنسوگراف

دستگاهی است که در آن برای تعیین قابلیت کشش خمیر یا به عبارت دیگر قابلیت کش آمدن خمیر در اثر نیروی وارد به آن تا حد پاره شدن و مقاومت در مقابل کشش و نسبت این دو به یکدیگر یعنی مقاومت کشش / قابلیت کشش و اثر تخمیر بر این عوامل استفاده می‌شود. در منحنی اکستنسوگراف روی محور X زمان قابلیت کشش و روی محور Y انرژی لازم برای کشش است. برای ارزیابی منحنی از پلانیمتر استفاده می‌گردد سطح زیر منحنی انرژی مصرف شده برای کشش خمیر را نشان می‌دهد و ارتفاع منحنی پس از ۵ سانتیمتر کشش، مقاومت در مقابل کشش، و طول منحنی از شروع تا زمان پاره شده قطعه خمیر که روی محور X مشخص می‌گردد، قابلیت کشش خمیر را نشان می‌دهد. در آردهای قوی منحنی دارای سطح زیر منحنی زیاد و ارتفاع زیاد و نسبت ارتفاع به طول متعادل است در حالی که در آردهای ضعیف سطح زیر منحنی کم ارتفاع و منحنی خوابیده و نسبت به ارتفاع به طول کم است [۱۶، ۲۰]. یافته‌های حاصل از بررسی ویژگی‌های اکستنسوگراف آرد ستاره با سطوح مختلف پودر آلوورا در ادامه ارائه شده است. سایر محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده اند [۱۴، ۲۲، ۲۳]. پودر آلوورا بر تغییر ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر نان مسطح موثر بوده و منجر به افزایش

Table 4 Compare the average amount of energy required to tear the dough.

135 min	90 min	45 min	Treatment
77.00 ^c	81.00 ^b	72.33 ^a	Blank
88.33 ^{abc}	94.33 ^{ab}	83.33 ^a	1 %
98.00 ^{ab}	106.00 ^a	98.00 ^a	3 %
101.33 ^a	105.00 ^a	91.33 ^a	6 %
86.33 ^{bc}	97.00 ^{ab}	71.33 ^a	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

۳-۳-۲- مقاومت خمیر

۹۰ دقیقه، در دامنه ۴۷۱/۳۳-۶۷۶/۳۳ دقیقه تغییر نمود به طوری که نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند. مقاومت خمیر در ۱۳۵ دقیقه در دامنه ۳۲۰-۶۶۲ دقیقه تغییر و نمونه ۶ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند.

اختلاف مقاومت خمیر در زمان کشیدن خمیر در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی دار ($P \geq 0.05$) بود (جدول ۵). نتایج حاصل نشان می‌دهد مقاومت خمیر در ۴۵ دقیقه، در دامنه ۲۲۵-۵۴۵ دقیقه تغییر می‌کند همچنین مقاومت خمیر در

Table 5 Compare the average amount of dough stability.

135 min	90 min	45 min	Treatment
320 ^d	471 ^c	225 ^c	Blank
466 ^c	497 ^c	385 ^b	1 %
652 ^a	673 ^a	545 ^a	3 %
662 ^a	657 ^a	517 ^a	6 %
597 ^b	621 ^{ab}	496 ^a	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

۳-۳-۳- کشش پذیری خمیر

نشان می‌دهد که کشش‌پذیری خمیر در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی دار ($P \geq 0.05$) است. کشش‌پذیری خمیر در ۴۵ دقیقه، در دامنه ۱۱۱-۱۵۵/۳۳ تغییر و نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۹ درصد کمترین مقدار را داشتند. کشش‌پذیری خمیر در ۹۰ دقیقه، در دامنه ۱۱۲/۳۳-۱۴۵/۳۳ دقیقه تغییر کرد. کشش‌پذیری خمیر در ۱۳۵ دقیقه در دامنه ۱۰۷-۱۴۳ دقیقه تغییر نمود به طوری که نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۳ درصد کمترین مقدار را داشتند.

طول قاعده منحنی اکستنسوگرام را قابلیت‌کشش می‌گویند که برحسب میلی‌متر بیان می‌شود. کشش‌پذیری خمیر معیار بسیار خوبی جهت تعیین کیفیت خمیر، قدرت خمیر جهت نگهداری گازه‌های ناشی از عمل تخمیر و یا به عبارت دیگر تحمل خمیر در مقابل تخمیر، حجم و بافت داخلی نان است. در صورتی که قابلیت کشش خمیر کم باشد، خمیر چسبیده بوده و تورم کافی در هنگام تخمیر و پخت را نخواهد داشت. نتایج جدول ۶

Table 6 Compare the average amount of dough extensibility (mm).

135 min	90 min	45 min	Treatment
143 ^a	145.33 ^a	155.33 ^a	Blank
122 ^b	131 ^b	131 ^b	1 %
107 ^c	113 ^c	116 ^{cd}	3 %
115 ^{bc}	113.33 ^c	125 ^{bc}	6 %
112.33 ^{bc}	112.33 ^c	111 ^d	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

۳-۳-۴- حداکثر مقاومت خمیر

را داشتند. حداکثر مقاومت خمیر در ۹۰ دقیقه، در دامنه ۴۱۱/۳۳-۷۵۶/۳۳ و حداکثر مقاومت خمیر در ۱۳۵ دقیقه در دامنه ۳۹۴-۷۱۷ دقیقه تغییر نمود. پژوهشگران با افزودن سبوس برنج در سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در فرمولاسیون نان فیبری حجیم، کاهش زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و اندیس والریمتری، همچنین افزایش جذب آب خمیر و شاخص مقاومت خمیر به اختلاط را گزارش نمودند [۵].

مقاومت حداکثر خمیر^۱ حداکثر ارتفاع منحنی اکستنسوگرام می‌باشد که برحسب واحد برابندر محاسبه و گزارش می‌گردد. نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که حداکثر مقاومت خمیر در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی دار ($P \geq 0.05$) است. حداکثر مقاومت خمیر در ۴۵ دقیقه، در دامنه ۲۹۵-۵۶۷ دقیقه تغییر می‌کند، با این حال میانگین حداکثر مقاومت خمیر در ۴۵ دقیقه تیمارها در پنج گروه ($P \geq 0.05$) قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه ۶ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار

Table 7 Compare the average amount of maximum dough resistance (g).

135 min	90 min	45 min	Treatment
394 ^c	411 ^d	295 ^d	Blank
547 ^b	594 ^c	460 ^c	1 %
717 ^a	756 ^a	318 ^a	3 %
704 ^a	720 ^a	567 ^{ab}	6 %
598 ^b	662 ^b	493 ^{bc}	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

مقدار را داشتند. مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۹۰ دقیقه، در دامنه ۶/۲-۲/۲ دقیقه تغییر کرد و نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند. مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۱۳۵ دقیقه در دامنه ۶/۱-۲/۲۳ دقیقه تغییر کرد که با توجه به استاندارد مذکور، برای نمونه‌ها در حد قابل قبول می‌باشد.

۳-۵- نسبت مقاومت خمیر به کشش پذیری آن

مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی دار ($P \geq 0.05$) است (جدول ۸). مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۴۵ دقیقه، در دامنه ۴/۷-۱/۴ دقیقه تغییر می‌کند، با این حال میانگین مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۴۵ دقیقه تیمارها در چهار گروه ($P \geq 0.05$) قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین

Table 8 The ratio of dough resistance to extension.

135 min	90 min	45 min	Treatment
2.23 ^d	2.20 ^d	1.40 ^c	Blank
8.30 ^c	3.80 ^c	2.93 ^b	1 %
6.10 ^a	6.20 ^a	4.70 ^a	3 %
5.73 ^a	5.80 ^{ab}	4.13 ^a	6 %
5.13 ^b	5.53 ^b	4.20 ^{bc}	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

شاهد کمترین مقدار را داشتند. حداکثر مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۱۳۵ دقیقه در دامنه ۶/۷-۲/۲۳ دقیقه تغییر کرد، به طوری که نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند.

روجاس و همکاران، اثر افزودن صمغ گوار، پکتین، سدیم آلژینات، کاپاکاراگینان و گزانتان را بر ویژگی‌های خمیر آرد گندم بررسی کردند. آنها با استفاده از آمیلوگراف نشان دادند که افزودن هیدروکلئیدها در مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد (وزنی-وزنی) موجب بهبود ویژگی‌های خمیر تولیدی می‌شود [۲۴].

۳-۶- نسبت حداکثر مقاومت خمیر به کشش پذیری آن

حداکثر مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۴۵ دقیقه، در دامنه ۵/۳۳-۱/۸۳ دقیقه تغییر و نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه شاهد کمترین مقدار را داشتند (جدول ۹). حداکثر مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۹۰ دقیقه، در دامنه ۶/۷-۲/۸۳ دقیقه تغییر می‌کند، با این حال حداکثر مقاومت خمیر به کشش پذیری آن در ۹۰ دقیقه تیمارها در پنج گروه ($P \geq 0.05$) قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه ۳ درصد بیشترین و نمونه

Table 9 The ratio of maximum resistance to dough extension.

135 min	90 min	45 min	Treatment
2.73 ^e	2.83 ^d	1.83 ^d	Blank
4.50 ^d	4.53 ^c	3.50 ^c	1 %
6.70 ^a	6.70 ^a	5.33 ^a	3 %
6.13 ^b	6.33 ^{ab}	4.53 ^b	6 %
5.30 ^c	5.90 ^b	4.43 ^b	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

بررسی بافت مغز نمونه‌های نان محتوی پودر آلوورا، طی نگهداری در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، با استفاده

۳-۴- ویژگی‌های کیفی نان (بافت سنجی)

سفتی نان نمونه ۱ درصد، طی چهار روز اول نگهداری در دامنه ۴/۹۹-۱۶/۲۵ نیوتن تغییر کرد. سفتی نان تیمار ۳ درصد طی نگهداری در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، در دامنه ۵/۷۵-۳۰/۳۹ نیوتن تغییر کرد به طوری که در روز سوم بیشترین و روز اول کمترین مقدار را داشتند.

چقرمگی (انرژی مورد نیاز جهت پاره شدن بافت نان) نان در دامنه ۷/۸۷-۶۰/۷ میلی‌ژول تغییر نمود به طوری که نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه ۳ درصد کمترین مقدار را داشتند. میزان چقرمگی شاهد در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت افزایش یافته و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار چقرمگی نمونه ۹ درصد در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت افزایش یافته و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به طوری که در روز چهارم بیشترین و روز دوم کمترین میزان چقرمگی را داشتند.

از دستگاه بافت‌سنج صورت گرفت. یافته‌های حاصل از بررسی ویژگی‌های بافتی نان حاوی سطوح مختلف پودر آلوورا در جدول ۱۰ خلاصه شده است. میانگین تغییرات بوسیله آزمون دانکن مقایسه شدند. تجزیه و تحلیل جدول نشان می‌دهد که تغییرات بافت نان در سطوح مختلف پودر آلوورا معنی‌دار ($P \leq 0.05$) است. نتایج نشان می‌دهد میزان سفتی نان حاوی پودر آلوورا افزایش یافته و همگام با افزایش آن سفتی افزایش یافته است و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده گردیده است، با این حال میانگین میزان سفتی نان تیمارها در دو گروه ($P \leq 0.05$) قرار می‌گیرد، به طوری که نمونه ۹ درصد بیشترین و نمونه ۱ درصد کمترین مقدار را داشتند.

سفتی نان نمونه شاهد در فواصل زمانی ۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت افزایش یافته و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و روز چهارم بیشترین و روز اول کمترین مقدار سفتی را داشتند.

Table 10. Characteristics of bread containing aloe vera powder (2, 24, 48 and 72 hours after baking).

Toughness (mJ)					Hardness (N)					Day
9 %	6 %	3 %	1 %	Blank	9 %	6 %	3 %	1 %	Blank	
60.70 ^a	20.30 ^a	7.86 ^c	11.46 ^b	24.66 ^a	24.66 ^a	10.28 ^d	5.75 ^c	4.99 ^b	13.05 ^a	1
44.30 ^a	39.93 ^b	38.00 ^b	26.52 ^{ab}	34.46 ^a	23.84 ^a	17.89 ^c	17.57 ^b	11.59 ^a	17.29 ^a	2
59.00 ^a	49.66 ^b	56.66 ^a	24.86 ^{ab}	37.56 ^a	28.08 ^a	29.57 ^b	30.39 ^a	12.81 ^a	18.25 ^a	3
68.57 ^a	85.53 ^a	54.33 ^{ab}	32.36 ^a	27.36 ^a	29.32 ^a	28.11 ^a	25.69 ^a	16.25 ^a	18.47 ^a	4

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

می‌دهد، باعث بهبود کیفیت حسی نان، افزایش فیبر محلول در نان و در نتیجه افزایش کیفیت تغذیه‌ای نان نیز می‌گردد [۲۶]. محققین اثر هیدروکلوئیدهای آلزینات سدیم^۲، گزانتان^۳ و کاپاکاراگینان^۴ را بر روی کیفیت نان تازه و همچنین بیاتی نان طی نگهداری را بررسی کردند. آنها دریافتند که غلظت ۰/۱ درصد از هیدروکلوئیدها برای کسب نتایج قابل قبول در مورد خصوصیات فیزیکی و حسی نان کفایت می‌کند. آنها پی‌بردند که تمامی هیدروکلوئیدها قادرند افت رطوبت حین نگهداری نان و سرعت از دست رفتن آب از مغز نان را کاهش دهند و رطوبت مغز نان را افزایش دهند. پژوهشگران گزارش کردند که حجم نان در تمامی نمونه‌ها به جز نمونه حاوی آلزینات افزایش یافت و همچنین کاپاکاراگینان توانست سفتی مغز نان را کاهش دهد [۲۷].

۳-۵- حجم نان

با توجه به نتایج جدول ۱۱، حجم نان در دامنه ۸/۳۰-۱۶/۱۳ میلی‌لیتر تغییر کرد. میانگین حجم تیمارها در پنج گروه ($P \leq 0.05$) قرار گرفت، به طوری که نمونه شاهد بیشترین (۱۶/۱۳) و نمونه ۹ درصد کمترین (۸/۳۰) مقدار را داشتند.

هیدروکلوئیدها در نان‌های بدون گلوتن برای بهبود ساختار متخلخل و افزایش حجم آن به کار برده می‌شوند، برای مثال از آگاروز^۱، گزانتان و پکتین به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن استفاده شده است [۲۵].

محققین با مطالعه اثرات پکتین حاصل از کدو تنبل گزارش کردند که افزودن مقدار کمی از این صمغ به نان حاصل از آرد گندم، علاوه بر این که به طور چشمگیری حجم نان را افزایش

2. Sodium alginate
3. Xanthan
4. κ-carrageenan

1. Agarose

از مزایای عمده افزودن پودر آلوورا به نان، افزایش جذب آب در آرد به علت حضور ترکیبات قندی، پلی ساکارید و فیبری آلوورا می باشد که موجب نگهداری بهتر رطوبت در نان می شود و به نوبه خود بیاتی را به تعویق می اندازد و همچنین باعث افزایش ویسکوزیته خمیر و کاهش میزان الاستیسیته نان می شود [۲۳، ۱۴].

ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی نان باگت حاوی پودر ژل آلوورا طی مدت نگهداری توسط ناصحی و همکاران (۱۳۹۴) بررسی شده است. نتایج نشان داده که افزودن پودر ژل آلوورا در تمام سطوح سبب کنترل فعالیت میکروارگانیسم ها، کپک و مخمر، افزایش قدرت تورم، افت امتیاز ویژگی های حسی بخصوص مزه و بو و کاهش شاخص های رنگی به ویژه مقدار روشنی نان ها شده است. از سوی دیگر میزان بیاتی نمونه های حاوی مقادیر کمتر از ۳ درصد پودر ژل آلوورا طی مدت نگهداری کاهش یافته است. به طور کلی، بررسی ویژگی های تیمارهای مختلف نان باگت در این پژوهش حاکی از آن است که افزودن پودر ژل آلوورا سبب کاهش میزان بیاتی و افزایش ارزش سلامتی بخشی نان های تولیدی می شود [۲۸].

Table 11 Compare the average amount of the volume of bread containing aloe vera powder.

Volume	Treatment
16.13 ^a	Blank
12.74 ^b	1 %
11.96 ^c	3 %
8.95 ^d	6 %
8.30 ^e	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

۳-۶- آزمون های حسی

مقایسه میانگین های ارزیابی حسی، عطر، طعم و مزه نان در دامنه ۳/۷-۱/۷ تغییر نمود، با این حال میانگین عطر، طعم و مزه تیمارها در سه گروه ($P \geq 0.05$) قرار گرفت و نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۹ درصد کمترین مقدار را داشتند (جدول ۱۲). فرم و شکل نان در دامنه ۳/۷-۲/۴ تغییر کرد و نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۶ درصد کمترین مقدار را داشتند. قابلیت جویدن نان و تخلخل نان به ترتیب در محدوده ۲/۵-۴/۱ و ۴/۱-۱/۷ تغییر کردند. نتایج این جدول حاکی از اینست که سفتی و نرمی بافت نان در دامنه ۴/۲-۲ تغییر می کند و نمونه شاهد بیشترین و نمونه ۹ درصد کمترین مقدار را دارند.

Table 12 Compare the average amount of sensory evaluation of bread.

Firmness and softness of texture	Density and porosity	Chewiness	Shape	Aroma, taste	Treatment
4.2 ^a	4.1 ^a	4.1 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	Blank
3.1 ^b	3.3 ^b	3.1 ^b	3.3 ^a	2.9 ^b	1 %
2.8 ^b	3.0 ^b	3.1 ^b	2.7 ^b	2.1 ^c	3 %
2.2 ^c	2.5 ^b	2.5 ^b	2.4 ^b	1.8 ^c	6 %
2.0 ^c	1.7 ^c	2.7 ^b	2.6 ^b	1.7 ^c	9 %

Different letters indicate significant differences in Columns ($P \geq 0.05$).

ملاحظه نشد. نتایج بدست آمده نشان داد افزودن پودر آلوورا به آرد در سطوح مختلف سبب تغییر در ویژگی های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر می گردد و اختلاف معنی داری در سطوح مختلف بین تیمارها مشاهده گردید. همچنین اختلاف معنی داری بین ویژگی های کیفی و زمان ماندگاری نان تولیدی مشاهده شد. به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش های صورت گرفته افزودن پودر آلوورا در مقادیر بالا به آرد، سبب بهبود خواص رئولوژیکی خمیر نان گردید.

۴- نتیجه گیری

در تهیه محصولات صنایع پخت به ویژه نان که قوت غالب اقشار مختلف جامعه به شمار می رود، درصد مناسب فیبرهای محلول و نامحلول می تواند به تعویق انداختن بیاتی نان کمک کند. نتایج به دست آمده از این پژوهش، نشان داد اختلاف معنی داری بین ویژگی های شیمیایی آرد وجود دارد. افزایش پودر آلوورا سبب افزایش خاکستر، فیبر، چربی گردیده و همچنین سبب کاهش گلوتن و عدد زلنی شده است. لازم به ذکر است اختلاف معنی داری در مقدار رطوبت نمونه ها

۵- منابع

- [12] Hamman, J. H. 2008. Composition and applications of Aloe vera leaf gel, *Molecules*. 13, 1599-1616.
- [13] Ahlawat, K. S., Khatkar, B. S. 2011. Processing, food applications and safety of aloe vera products: a review, *Journal of food science and technology*. 48, 525-533.
- [14] Mohtarami, F., Esmaeili, M. The effect of aloe vera powder on the quality and shelf life of bread. in: Twentieth National Congress of Food Science and Technology, Iran, 2011.
- [15] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom, *Journal of food science and technology*. 53, 1418-1423.
- [16] Payan, R. Introduction to Cereal Production Technology. in, Aijh publications, 2008.
- [17] Rosell, C. M., Santos, E. 2010. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread, *Journal of Food Engineering*. 98, 273-281.
- [18] Salehi, F., Kashaninejad, M., Akbari, E., Sobhani, S. M., Asadi, F. 2016. Potential of Sponge Cake Making using Infrared-Hot Air Dried Carrot, *Journal of texture studies*. 47, 34-39.
- [19] Salehi, F. 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*), *Journal of Food Measurement and Characterization*.
- [20] Payan, R. Introduction to technology of cereal products. in, Nourpardazan press, Tehran, 1998.
- [21] Fatemi, H. 2007. Food Chemistry, Enteshar company,
- [22] Pandey, A., Singh, S. 2016. Aloe Vera: A Systematic Review of its Industrial and Ethno-Medicinal Efficacy, *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICAL RESEARCH AND ALLIED SCIENCES*. 5, 21-33.
- [23] Lad, V. N., Murthy, Z. V. P. 2013. Rheology of Aloe barbadensis Miller: A naturally available material of high therapeutic and nutrient value for food applications, *Journal of Food Engineering*. 115, 279-284.
- [24] Rojas, J., Rosell, C., De Barber, C. B. 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*. 13, 27-33.
- [1] Nasehi, B., Razavi, S., Ghodsi, M. 2016. Investigation of the effect of aloe vera powder on the properties of Barbari bread during storage, *Journal of Food Science & Technology* (2008-8787). 13.
- [2] Majzoobi, M., Mortazavi, S., Asadi Yousefabad, S., Farahnaki, A. 2013. The effect of acorn flour on Characteristics of dough and Barbari bread, *Research in science and Food industry*. 23, 271-280.
- [3] Rosell, C. M., Santos, E., Collar, C. 2006. Mixing properties of fibre-enriched wheat bread doughs: A response surface methodology study, *European Food Research and Technology*. 223, 333-340.
- [4] Azizi, M., Sayeddain, S., Payghambardoost, S. 2010. Effect of flour extraction rate on flour composition, dough rheological characteristics and quality of flat bread, *Journal of Agricultural Science and Technology*. 8, 323-330.
- [5] Abdul-Hamid, A., Luan, Y. S. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran, *Food Chemistry*. 68, 15-19.
- [6] Rosell, C., Rojas, J., De Barber, C. B. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality, *Food Hydrocolloids*. 15, 75-81.
- [7] Funami, T., Kataoka, Y., Omoto, T., Goto, Y., Asai, I., Nishinari, K. 2005. Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behavior of starch. 2a. Functions of guar gums with different molecular weights on the gelatinization behavior of corn starch, *Food Hydrocolloids*. 19, 15-24.
- [8] Reynolds, T., Dweck, A. 1999. Aloe vera leaf gel: a review update, *Journal of Ethnopharmacology*. 68, 3-37.
- [9] Srisukh, V., Tungrugsasut, W., Bunyapraphatsara, N., Khuwattanasil, S., Wongpoomchai, S. 2008. Aloe ice cream and sherbet.
- [10] Hassanpour, H. 2015. Effect of Aloe vera gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit, *LWT - Food Science and Technology*. 60, 495-501.
- [11] Rosca-Casian, O., Parvu, M., Vlase, L., Tamas, M. 2007. Antifungal activity of Aloe vera leaves, *Fitoterapia*. 78, 219-222.

- Stabilizing Gas-cell Structure. *J, Food Hydrocolloids*. 12, 333-337.
- [27] Guarda, A., Rosell, C., Benedito, C., Galotto, M. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents, *Food Hydrocolloids*. 18, 241-247.
- [28] Nasehi, B., Razavi, S. M. A., Ghodsi, M. 2015. Physicochemical, sensory and microbial characteristics of Baguette containing Aloe Vera gel powder during storage, *Journal of Food Research*. 25, 249-258.
- [25] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering*. 79, 1033-1047.
- [26] Ptitchkina, N., Novokreschonova, L., Piskunova, G. Morris. ER (1998). Large Enhancements in Loaf Volume and Organoleptic Acceptability of Wheat Bread by Small Additions of Pumpkin Powder: Possible Role of Acetylated Pectin in

The effect of aloe vera addition on rheological properties of dough and texture of barbari bread

Jafari, M. ¹, Hosseini Ghaboos, S. H. ^{2*}

1. Graduated MSc Student, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

(Received: 2016/09/15 Accepted:2017/01/29)

One of the appropriate methods to naturally enriching and improving the qualitative properties of bread is to use different alternative fiber sources such as aloe vera powder. This research seeks to investigate the effect of adding aloe vera powder to flour in order to produce Barbari bread and investigate the rheological characteristics of dough and the physiochemical properties of bread. In this research, the effect of aloe vera powder on of Barbari bread at five levels of 0, 1, 3, 6 and 9 percent (w/w based on flour) has been studied. The investigation of rheological characteristics of dough by Farinograph and extensograph devices, properties of the baked bread by texture analyzer and finally sensory analysis on the produced bread were evaluated. By adding aloe vera powder, the amount of water absorption increased accordingly and the highest absorption was recorded at level 9. Dough development time increased with adding aloe vera powder and the highest increase was recorded at levels of 6 and 9 percent. However, dough stability decreased with increasing the percentage of aloe vera powder. The hardness of control sample at intervals of 2, 24, 48 and 72 hours was increased and at the fourth and the first days had the highest and lowest hardness, respectively. Bread toughness was changed in the range 7.87-60.7 mJ. Adding aloe vera Powder at 6 and 9 levels caused an improvement in water absorption, a decrease in development and an increase in the resistance to elasticity of Barbary dough.

Keywords: Barbari bread, Aloe Vera powder, Rheological characteristics, Physiochemical properties

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