

## تأثیر افزودن آرد خرفه بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفی نان مسطح بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

فاطمه رضاقلی<sup>۱</sup>، سارا موحد<sup>۲\*</sup>، بابک غیاثی طرزی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاداسلامی، واحدورامین- پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران.

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران.

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۱)

### چکیده

بیماری سلیاک یک بیماری خود ایمن گوارشی است که در اثر هضم پروتئین گلوتن ایجاد می شود و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر افزودن آرد خرفه در چهار سطح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی (بر پایه آرد برنج) و تاثیر آن بر ویژگی های گوناگون نان مسطح بدون گلوتن بود. نتایج حاصل از آزمون های شیمیایی، افزایش میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی، فیبر و pH در نمونه های حاوی آرد خرفه را در مقایسه با نمونه های شاهد (فاقد آرد خرفه) نشان داد. همچنین نتایج آزمون فارینوگراف نشان داد که با افزایش درصد آرد خرفه، جذب آب آرد، زمان پایداری خمیر، زمان گسترش خمیر و اندیس والوریمتری افزایش یافت و درجه سست شدن خمیر کاهش یافت. از لحاظ ارزیابی حسی، نمونه های حاوی آرد خرفه از امتیاز بالاتری به جز صفت بو، طعم و مزه در مقایسه با نمونه های شاهد برخوردار بود. همچنین نتایج حاصل از بیاتی به روش دستگامی و حسی در فواصل زمانی ۷۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت مشخص نمود که تیمار حاوی ۸۵٪ آرد برنج و ۱۵٪ آرد خرفه دارای کمترین میزان بیاتی و بیشترین امتیاز تازگی و تیمار شاهد دارای بیشترین مقدار بیاتی و کمترین امتیاز تازگی برخوردار بود. بر اساس نتایج آزمون حجم نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد خرفه دارای بیشترین افزایش حجم مخصوص می باشد همچنین نتایج آزمون تخلخل نشان داد که با افزایش میزان خرفه میزان تخلخل در بافت افزایش می یابد. از طرفی مولفه های رنگ  $a^*$ ،  $b^*$ ،  $L^*$  مشخص نمودند که نمونه نان با ۱۰ درصد آرد خرفه از بقیه فرمولاسیونها رنگ بهتری دارد. بهترین تیمار نیز تیمار C<sub>2</sub> (نان حاوی ۸۵٪ آرد برنج و ۱۵٪ آرد خرفه) معرفی شد.

کلید واژگان: گیاه دارویی، سلامتی بخش، سلیاک

\* مسئول مکاتبات: phd\_movahhed23@yahoo.com

## ۱- مقدمه

نان از نظر فرمولاسیون به دو دسته حاوی گلوتن و فاقد گلوتن طبقه بندی می شود. نان های بدون گلوتن نوعی نان های رژیمی هستند که مخصوص بیماران سلیاکی توصیه می شوند و مصرف آن ها برای تغذیه بیماران مبتلا به سلیاک بویژه کودکان ضروری می باشد. در تهیه چنین نان هایی به جای آرد گندم، چاودار، جو از مواد نشاسته ای (ذرت، سیب زمینی و گندم، برنج)، آرد سایر غلات (برنج، ارزن، کاساوا، ذرت و گندم سیاه) و آرد سایر منابع ( نظیر خرفه) که فاقد گلوتن هستند، همراه با افزودنی هایی نظیر صمغ، آنزیم، پروتئین، سویا، تخم مرغ و شیر استفاده می شود [۱]. در حقیقت آرد خرفه نیز یکی از منابع فاقد گلوتن و جدید می باشد که از گیاه خرفه حاصل شده و می تواند به شکل نان در تغذیه بیماران سلیاکی مورد استفاده قرار گیرد [۲]. در حال حاضر نان روستایی خرفه نوعی نان نازک تقریباً شبیه نان لواش با همان ویژگی ها است، که در تهیه آن از آرد برنج و مقادیری آرد خرفه استفاده شده است و در برخی مناطق شمال کشور به شکل سنتی در حال تولید است. عدم وجود گلوتن اغلب منجر به تولید خمیر نسبتاً مایع می شود و می تواند منجر به تولید نان با یک بافت ترد، رنگ ضعیف، حجم کم و دیگر نقایص کیفیتی شود. لذا به منظور جبران فقدان گلوتن از برخی افزودنی ها استفاده می شود که در تحقیق حاضر از صمغ زانتان استفاده گردید. صمغ ها، افزودنی های مناسبی هستند که امروزه در تولید نان ها به خصوص نان های بدون گلوتن مورد استفاده قرار گرفته اند و کاربرد آنها در بهبود اکثر ویژگی های رئولوژیکی خمیر، افزایش پایداری خمیر، اصلاح ژلاتینه شدن نشاسته، بهبود کیفیت نهایی نان، افزایش ظرفیت نگهداری آب، بهبود حجم و بهبود ویژگی های ویسکوالاستیک نان تاثیر دارند.

خرفه با نام علمی *Portulaca Oleracea* گیاهی یکساله، علفی گوشتی دارای برگهای متقابل، گل های کوچک زرد رنگ و متعلق به خانواده *Portulacaceae* می باشد و منبع غنی از آنتی اکسیدان های مختلف نظیر ویتامین های A، B، C، E، بتا کاروتن و برخی اسید های آمینه ضروری می باشد [۳]. همچنین حاوی مقادیر قابل توجهی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن است [۴]. روغن دانه خرفه نیز به دلیل ترکیب ویژه اسیدهای چرب آن به خصوص از لحاظ الفالینولینیک اسید جزو خانواده اسیدهای چرب امگا-۳ است و می تواند به

عنوان یکی از برترین روغن های گیاهی از نظر محتوی اسیدهای چرب ضروری معرفی شود [۵]. ساختار اسیدهای چرب خرفه شامل اسید میریستیک (C14:0)، اسید پالمیتیک (C16:0)، اسید استئاریک (C18:0)، اسید اولئیک (C18:1)، اسید آلفا لینولینیک (C18:3)، (n-3) و اسید بهینیک (C22:0) می باشد (۵). خرفه از نظر ترکیبات شیمیایی حاوی ۹۲ تا ۹۵ درصد آب، مقادیری مواد لعابی به خصوص پکتین و ۰/۳ تا ۰/۴ درصد چربی، میزان قابل توجهی منیزیم، آهن، آلومینیوم، کلسیم، منگنز، پتاسیم، سدیم، تانن و املاح فسفات است. از مهمترین خواص درمانی خرفه می توان به مواردی نظیر ضد آسکوربات، تب بر و تصفیه کننده خون اشاره نمود [۵]. ترکیبات اسیدهای چرب موجود در دانه خرفه با سایر روغن های تجاری به خصوص از لحاظ مقادیر بالای اسید چرب آلفا لینولینیک متفاوت است که چنین حالتی در دانه کتان نیز قابل مشاهده می باشد. سایر اسیدهای چرب آن شامل اسید پالمیتیک (۶٪) و اسید استئاریک (۵۰٪) می باشد. ترکیبات استرولی آن مشابه سایر روغن ها است، بتا سیتوسترول، استرول غالب و پس از آن کمپسترول،  $\Delta$ -استرول و استیگماسترول قرار دارد. به علاوه غنی ترین منبع لیگنان های گیاهی ۷۵-۸۰۰ برابر بیشتر از سایر دانه های روغنی، غلات، بقولات، میوه ها و سبزیجات می باشد که شامل "Diglycodise" و "Secisolarciresinol" است. تحقیقات نشان داده که مصرف تغذیه ای لیگنان ها در کاهش اندازه و تعداد تومورهای سرطانی در موش تاثیر داشته، همچنین از خواص ضد ویروسی، ضد باکتریایی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی برخوردار است. وجود لیگنان های روغن خرفه، در افزایش ارزش تغذیه ای آن نسبت به سایر روغن ها مؤثر بوده است [۶]. آلفا لینولینیک اسید پیش ساز اسید های چرب امگا-۳ بلند زنجیر ایکوزاپنتانوییک اسید و دوکوزاهگزانوییک اسید می باشد. بنابراین گزارش های اخیر، به دلیل وجود اسید های چرب امگا-۳ بلند زنجیر چند غیر اشباعی درخرفه، می تواند به عنوان یک منبع مغذی در رژیم غذایی مطرح شود. (۲) در جهان امروز، تمایل به سمت مصرف منابع گیاهی است که بصورت وحشی رشد کرده و دانه خرفه یکی از منابع وحشی در حال گسترش می باشد. نژادهای وحشی آن عموماً ساقه های گسترده بر سطح زمین دارند. درحالیکه نژاد پرورش یافته آن، دارای ساقه های ضخیم،

محصولات خمیری در سالهای اخیر، غنی سازی با امگا-۳ گامی موثر در جهت افزایش ارزش تغذیه ای و به دنبال آن کاهش شیوع بیماری های مختلف میباشد. با توجه به حساسیت بسیار بالای روغن ماهی نسبت به حرارت در تولید محصولات خمیری مانند نان و احتمال تسریع واکنش های اکسیداسیون و تولید ترکیبات سمی و ایجاد بوی نامطبوع در محصول نهایی بیانگر اهمیت موضوع می باشد. بنابراین استفاده از آرد دانه خرفه در ترکیب آرد برنج یک روش مناسب برای افزایش تغذیه ای نان می باشد. زیرا آرد دانه خرفه یک منبع غنی از پروتئین ها، آنتی-اکسیدان ها، ویتامین ها، مواد معدنی و برخی اسیدهای آمینه ضروری می باشد (۹). به عبارتی افزودن آرد دانه خرفه در نان بدون گلوتن باعث افزایش ارزش تغذیه ای آن گشته به طوری که می توان آن را به عنوان غذای فراسودمند معرفی نمود. تحقیقات اخیر نشان داده دانه‌ی خرفه از لحاظ تغذیه‌ای از بسیاری از سبزیجات کشت داده شده (اهلی) مفید تر است. برای مثال حاوی مقادیر آلفا لینولینیک اسید در آن از بسیاری از سبزیجات سبز برگ بیشتر می-باشد [۲].

هدف از تحقیق حاضر، افزودن سطوح متفاوت آرد دانه خرفه در نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج است تا ضمن افزایش ارزش تغذیه ای نان حاصل، بتوان نانی فرا سودمند و جدید در صنعت نان کشور معرفی نمود.

## ۲- مواد و روش ها

آرد برنج مصرفی از شرکت پودرینه شمال، دانه خرفه از بازار محلی تهیه و پس از الک، آسیاب و بصورت آرد تهیه شد، صمغ زانتان از شرکت Provisco، نمک از شرکت گلبهار و مخمر از شرکت خمیر مایه خوزستان تهیه گردید. در کلیه آزمون ها تیمار شاهد (فاقد آرد خرفه و حاوی ۱۰۰ درصد آرد برنج) با کد C<sub>۱</sub>، تیمار حاوی ۱۰ درصد آرد خرفه با کد C<sub>۲</sub>، تیمار حاوی ۱۵ درصد آرد خرفه با کد C<sub>۳</sub> و تیمار حاوی ۲۰ درصد آرد خرفه با کد C<sub>۴</sub> مشخص شدند.

### ۲-۱- آزمون های شیمیایی

آزمون های شیمیایی به عمل آمده برای آرد برنج و آرد خرفه در این تحقیق شامل رطوبت (استاندارد AACC، شماره ۱۵-۴۴)، خاکستر (استاندارد AACC، شماره ۰۱-۸)، پروتئین

گوشتدار، به وضع قائم و به ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ سانتی متر می باشند. بذر این گیاه سیاه، براق و سفت میباشد. گیاه خرفه خاک سنی را ترجیح می دهد. نمونه های وحشی آن معمولا در روستاها، کنار جاده های متروک، حاشیه دریاچه ها و اراضی شنزار مناطق معتدله و نواحی سایه دار یافت میشود. خرفه علاوه بر پراکندگی وسیعی که دارد به منظور استفاده در تغذیه غالباً پرورش یافته است [۷].

اگر خرفه در محیطی فقط یکبار کشت گردد نه تنها همه ساله در آنجا به طور خودرو ظاهر خواهد شد، بلکه در اطراف آن منطقه نیز توسعه خواهد یافت. این گیاه بومی ایران بوده و سابقه کشت آن به بیش از ۲۰۰۰ سال بر میگردد. خرفه به صورت علف هرز در مزارع می روید و هشتمین گیاه معمول در دنیا محسوب میگردد (۲). خرفه در مناطق جنوب کشور به عنوان یک سبزی مهم مورد کشت و کار قرار میگیرد و به پرین مشهور است. این گیاه در بسیاری از کشورهای دنیا برای اهداف گوناگون از جمله تغذیه انسان، منابع تبدیلی و دارویی کاربرد دارد [۷]. خرفه دارای اثر تب بر، تصفیه کننده خون و تسکین تشنگی است. قسمتهای خوراکی خرفه اندام های جوان به ویژه برگ ها و ساقه های ترد می باشند که مزه ای شبیه اسفناج دارند [۸]. در ایران از پودر بذر آن در تزئین شیرینی استفاده میشود.

لینولینیک اسید، یک اسید چرب ضروری است که بدن قادر به سنتز آن نبوده لذا همواره بایستی با مواد غذایی وارد بدن شود. دانه های روغنی از جمله بزرک، کلزا، سویا از منابع مهم لینولینیک اسید هستند. در بین منابع خاکی، خرفه دارای مقدار قابل توجهی از اسید چرب ضروری مذکور می باشد [۸].

تاثیر اسیدهای چرب امگا-۳ در کاهش فشار خون، کاهش سطح کلسترول، درمان و کاهش دردهای مفاصل، درمان افسردگی، التیام سوختگی و تخفیف علائم آسم و جلوگیری از رشد سلول های سرطانی گزارش شده است. بر اساس آمار ارائه شده در سالهای اخیر، مشاهده شده که عدم توجه به رژیم غذایی صحیح و دریافت ترکیبات مغذی مورد نیاز متأسفانه سبب بسیاری امراض مانند بیماریهای قلبی، سرطان، افسردگی و آلزایمر شده است. اثرات مثبت اسید های چرب امگا ۳ بر روی سلامتی، پیشگیری و درمان بیماری های مختلف، سبب شده که غنی سازی مواد غذایی با این ترکیبات در کانون توجه قرار گیرد. با توجه به افزایش مصرف

بود. با توجه به فرم های ارزشیابی استاندارد موجود در کارخانه زر ماکارون صورت گرفت (رجب زاده، ۱۳۷۲). در این تحقیق نمونه ها پس از خنک شدن و برش زدن، کد گذاری شدند و به وسیله تعدادی از ارزیاب های آموزش دیده کارخانه زر ماکارون بررسی شدند و ارزیابی بر اساس ویژگی های نان مسطح (فرم و شکل، ویژگی ها و خصوصیات سطح زیرین نان، ویژگی و خصوصیات پوسته و سطح رویی نان، قابلیت جویدن، بو، طعم و مزه نان) بود که هر یک بنا بر اهمیت، دارای امتیاز ویژه ای بود. داوران حسی (پانلیست ها) امتیاز مشخصی را در مقایسه با حداکثر امتیازی که در فرم های ارزشیابی مشخص شده بود، برای نمونه های نان مسطح بدون گلوتن تولیدی تعیین کردند [۱۲].

#### ۲-۵- تعیین میزان بیاتی به روش حسی

برای تعیین میزان بیاتی نمونه های نان مسطح بدون گلوتن به روش حسی از استاندارد AACC، شماره ۷۴-۳۰ استفاده گردید. این آزمون نیز در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت نمونه ها انجام شد.

#### ۲-۶- تعیین میزان بیاتی به روش دستگاهی

در این روش از دستگاه بافت سنج یا اینستران (نیرو برحسب نیوتن) استفاده شد و طبق استاندارد AACC شماره ۰۹-۷۴ عمل گردید. این آزمون در فاصله های زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت نمونه ها انجام گرفت.

#### ۲-۷- آزمون ارزیابی حجم مخصوص نان

میزان حجیم شدن از اختلاف ارتفاع نان قبل و بعد از پخت بدست می آید. حجم مخصوص نان ها پس از سرد شدن به مدت نیم ساعت در درجه حرارت اتاق با استفاده از روش جایگزینی دانه کلزا اندازه گیری شد [۱۴].

#### ۲-۸- آزمون تخلخل

از هر تیمار به تعداد سه نمونه نان تهیه شد پس از برش دادن نان ها با استفاده از اسکنر Hp scan jet g2410 در رزولوشن ۳۰۰ dpi مقیاس Gray scale اسکن گردید سپس با استفاده از نرم افزار Image pro plus 4.5 تخلخل نمونه ها از نظر قطر میانگین، قطر بیشینه، قطر کمینه و متوسط مساحت حفرات بررسی شد.

(استاندارد AACC، شماره ۴۶-۱۲)، چربی (استاندارد AACC، شماره ۲۵-۳۰)، فیبر (استاندارد AACC، شماره ۳۲-۱۰)، pH (استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷) بودند. همچنین آزمون های شیمیایی نمونه های نان مسطح بدون گلوتن شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین، فیبر و pH بود که مطابق روشهای استاندارد فوق انجام گردید [۱۳].

#### ۲-۲- روش تولید نان

به منظور تهیه خمیر نان بدون گلوتن، ابتدا مواد اولیه را توزین کرده که شامل آرد برنج (۲۵۰ گرم)، شکر (۲۰ گرم)، نمک (۷ گرم)، خمیرمایه (۷ گرم) مقدار صمغ راتان بر حسب درصد از مقدار آرد پایه (آرد برنج) در همه تیمارها در نظر گرفته شده است. در فرمولاسیون ها، آرد خرفه در چهار سطح ۰، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد از مقدار آرد پایه (آرد برنج) اضافه شد سپس با استفاده از مخلوطکن آرد آزمایشگاهی با سرعت ۴۵ rpm و به مدت ۵ دقیقه عمل همزدن و اختلاط کلیه مواد خشک به طور کامل انجام گردید. در مرحله بعدی آب (از طریق درصد جذب آب فارینوگراف) افزوده شد و عمل همزدن به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۵۰ rpm انجام شد تا خمیر کاملاً یکنواختی بدست آید، سپس در محفظه تخمیر با رطوبت نسبی ۸۵ درصد و دمای ۴۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت نگهداری شد. در ادامه خمیر به قطعات ۴۰۰ گرمی تقسیم، با دست گرد و مجدداً به مدت ۲۵ دقیقه در محفظه تخمیر گذاشته شد. در نهایت به مدت ۸ دقیقه در دمای ۲۳۰ درجه سلسیوس پخت داخل فر صورت گرفت. نان های حاصل پس از خنک شدن، برای انجام آزمایش های بعدی در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی شدند [۱۰].

#### ۲-۳- آزمون فارینوگرافی

در تحقیق حاضر، آزمون فارینوگراف روی خمیر شاهد (فاقد آرد خرفه) و خمیر تیمار های حاوی مقادیر مختلف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد آرد خرفه انجام گرفت. آزمون مذکور مطابق استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۳۲۴۶ انجام گرفت [۱۱].

#### ۲-۴- آزمون ویژگی های حسی

به منظور ارزیابی ویژگی های ارگانولپتیکی نان های مسطح بدون گلوتن، از تجزیه و تحلیل خصوصیات نان مسطح با استفاده از خواص پنج گانه استفاده گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده درباره محصول

## ۲-۹-آزمون ارزیابی رنگ نان

به منظور بررسی خصوصیات رنگی نان از نظر فضای رنگی  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  استفاده شد. مولفه  $L^*$  نشاندهنده ی میزان روشنی نمونه می باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. مقادیر مولفه  $a^*$  بین منفی ۱۲۰ تا مثبت ۱۲۰ قرار دارد و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز می باشد. مقادیر  $b^*$  نیز مانند مولفه  $a^*$  و مقادیر منفی معادل رنگ آبی و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد است. به منظور بررسی خصوصیات رنگی بر اساس فضای رنگی  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ابتدا از تصاویر گرفته شده توسط دوربین (Canon مدل D s 12 6191) قطعات ۱۰۰۰در ۱۰۰۰ پیکسلی تهیه و با فرمت bmp ذخیره شد. سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار داده شد و با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins رنگ تصویر مورد نظر بر اساس این شاخص ها مورد محاسبه قرار گرفت (۱۵). تغییر رنگ کلی ( $\Delta E$ ) نسبت به نمونه شاهد نیز با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$(\Delta E) = ((L^* - L_0^*)^2 + (a - a_0^*)^2 + (b - b_0^*)^2)^{0.5}$   
 $L_0^*$ ,  $B_0^*$ ,  $a_0^*$  پارامترهای رنگی در نمونه شاهد (۱۰۰ درصد آرد برنج) و  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  پارامترهای مربوط به تیمار مورد نظر است.

## ۲-۱۰-روش تجزیه و تحلیل آماری

در تحقیق حاضر تعداد کل تیمارها ۴ عدد در نظر گرفته شد و هر یک از آزمون ها در سه تکرار انجام گردید. از سوی دیگر در آزمون حسی، هریک از نمونه ها به وسیله تعدادی داور آموزش دیده شده ارزیابی شدند. افراد پانلیست از بین مسولین کنترل کیفیت کارخانه زرماکارون انتخاب شدند که میانگین سنی ۲۸ سال سن بودند (۴ نفر آقا و ۶ نفر خانم) و پذیرش کلی توسط ۱۰ پانلیست مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام آزمایشات از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین داده ها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن، در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p < 0.05$ ) و با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت.

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱- ارزیابی نتایج آزمون های شیمیایی آرد

## خرفه و آرد برنج

نتایج آزمون های شیمیایی حاصل از جدول ۱ نشان داد که آرد خرفه و آرد برنج مصرفی در تولید نان مسطح برنجی بدون گلوتن از ویژگی های مناسب و در محدوده ی استاندارد برخوردار بودند.

**Table 1.** Results of the chemical properties of the samples of rice flour and purslane flour used in the production of gluten-free flat bread

Property	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	Fiber (%)	pH
Kind of material						
rice flour	7.4	1.01	10.48	0.82	0.59	6.48
Purslane flour	7.95	3.67	21.58	17.11	9.55	6.66

یکدیگر) و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰٪ آرد خرفه و سپس شاهد (عدم تفاوت معنی دار با یکدیگر) بود ( $p < 0.05$ ). به عبارتی به کارگیری سطوح مختلف آرد خرفه سبب افزایش میزان جذب آب نمونه ها در مقایسه با نمونه شاهد گردید. دلیل این افزایش، طبیعت آب دوست ترکیبات صمغی پکتین موجود در آرد دانه خرفه مصرف شده است. نتایج به دست آمده از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Movahhed و همکاران در سال ۲۰۱۳ نزدیکی دارد (۱۶) که ارائه نمودند کاربرد برخی منابع غنی از فیبر و پروتئین نظیر آرد شاه بلوط، آرد حبوبات، آرد ذرت و آرد برنج قهوه ای به دلیل حفظ و

## ۳-۲- ارزیابی نتایج آزمون رئولوژیکی

## (فارینوگراف) خمیر

با توجه به جدول (۲)، شش ویژگی خمیر یعنی درصد جذب آب آرد، زمان پایداری خمیر، زمان گسترش خمیر، درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه و عدد والوریمتری مورد بررسی قرار گرفتند. مهمترین فاکتور در فارینوگراف تعیین دقیق جذب آب آرد برای رسیدن به قوام مشخص می باشد. بر اساس نتایج، میزان جذب آب در تیمارهای ۱۵٪ آرد خرفه و ۲۰٪ آرد خرفه بیشترین (عدم تفاوت معنی دار با

افزودن آرد خرفه حبوبات و آرد شاه بلوط سبب افزایش زمان گسترش خمیر می گردد [۱۶]. همچنین از نظر درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه، تیمار شاهد بالاترین و دارای اختلاف معنی داری با سایر تیمارها و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۰٪ آرد خرفه و دارای اختلاف معنی داری با سایر تیمارها ( $p < 0.05$ ). به عبارتی نتایج نشان می دهد که افزودن آرد خرفه سبب تقویت ساختار خمیر نسبت به تیمار شاهد و کاهش درجه سست شده خمیر آن ها می گردد و تفاوت مشاهده شده به طور چشمگیری در تیمارهای حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد خرفه در مقایسه با تیمار شاهد قابل ملاحظه است. علت محکم شدن ساختار خمیر و کاهش سست شدن آن، حضور افزودنی مذکور و پیوندی قوی آنها با اجزای آرد برنج می باشد [۱۹].

یکی دیگر از مهمترین فاکتورهای اندازه گیری شده در فارینوگراف، ارزش نانوائی یا والوریمتری آرد است. به این مفهوم که آرد مورد استفاده تا چه اندازه قابلیت پخت و تولید نان را دار می باشد، ضمن آنکه افزایش عدد والوریمتری دلیل بر بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر نیز می باشد. مطابق نتایج جدول (۲)، بیشترین میزان والوریمتری مربوط به تیمار ۲۰٪ آرد خرفه و دارای اختلاف معنی داری با تیمارهای شاهد و تیمار ۱۰٪ آرد خرفه و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد (عدم اختلاف معنی دار با تیمار ۱۰٪ آرد خرفه و دارای اختلاف معنی داری با تیمارهای ۱۵٪ و ۲۰٪ آرد خرفه بود) ( $p < 0.01$ ). نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات Movahhed و همکاران مشابه بود که اعلام نمودند افزودن ۱۵ و ۲۰ درصد پودر موز در قیاس با افزودن ۱۰ درصد آن به آرد برای تهیه نان تست بدون گلوتن سبب بهبود کیفیت فارینوگراف نمونه ها می گردد [۱۶].

نگهداری آب در مقایسه با آرد برنج در افزایش میزان جذب آب نان های تولیدی تاثیر زیادی داشته است.

با توجه به جدول (۲)، بیشترین زمان پایداری خمیر مربوط به تیمار ۲۰٪ آرد خرفه (دارای اختلاف معنی داری با سایر تیمارها) و سپس تیمارهای  $C_1$  و  $C_2$  (عدم اختلاف معنی داری با یکدیگر) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود ( $p < 0.05$ ). این بدان معناست که ترکیبات ارزشمند دانه خرفه اتصالات بسیار محکمی با اجزاء آرد برنج برقرار می کنند. Movahhed و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان دادند که کاربرد منابع غنی از پروتئین، فیبر و ترکیبات صمغی در مقایسه با آرد گندم و برنج در افزایش بیشتر زمان مقاومت خمیر تاثیر داشته است [۱۶]. شایان ذکر است در بین صمغ های زانتان، خرنوب، گوار، و تراگاکانت، صمغ زانتان می تواند بالاترین کیفیت را در نان بدون گلوتن ایجاد کند [۱۷] و نتایج تحقیق Shittu و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان داد که افزودن یک درصد صمغ زانتان باعث افزایش قابلیت نگهداری گاز توسط خمیر شد اما حضور ۲ درصد صمغ زانتان در خمیر، قابلیت نگهداری گاز توسط خمیر را کاهش داد [۱۸]. به دلیل همین خاطر افزودن یک درصد صمغ زانتان به کلیه تیمارها انجام شد. از سویی دیگر بیشترین زمان گسترش خمیر مربوط به تیمار ۲۰٪ آرد خرفه و دارای اختلاف معنی دار با تیمارهای شاهد و ۱۰٪ آرد خرفه بوده اما تیمار ۱۵٪ آرد خرفه با تیمار ۱۰٪ آرد خرفه و ۲۰٪ آرد خرفه هیچگونه اختلاف معنی داری نداشته است ( $p < 0.01$ ). به عبارتی به کارگیری آرد خرفه در فرمولاسیون نان مسطح بدون گلوتن توانست سبب افزایش زمان گسترش خمیر در مقایسه با نمونه شاهد گردد. Movahhed و همکاران نیز در سال ۲۰۱۳ اظهار داشتند که در فرمولاسیون تهیه نان مسطح بدون گلوتن،

Table 2 Mean comparison results obtained from farinograph test (mean±SD)

Valorimetry (qualitative value)	degree of dough loosening (B.U)	Time of dough expansion (Min)	Time of dough stability (Min)	Water absorption (%)	Index
					Treatment
53±0.98c	187±4.25a	1.66±0.01c	1.88±0.03b	50±1.01c	With out purslane flour and 100% rice flour
54±1.05bc	160±5.89	1.94±0.01b	1.91±0.02b	55±1.01bc	10% purslane flour
57±1.02ab	147±4.23c	2.03±0.01ab	1.99±0.02b	60±1.02ab	15% purslane flour
60±1.04a	85±1.56d	2.24±0.01a	2.33±0.03a	64±1.2a	20% purslane flour

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 1% according to Duncan test.

## ۳-۳- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون های

## شیمیایی

با توجه به جدول (۳)، افزودن آرد خرفه، سبب افزایش میزان رطوبت نمونه های نان مسطح بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد گردید. بین تیمارها ۲۰٪ آرد خرفه دارای بیشترین میزان رطوبت و نمونه شاهد دارای کمترین مقدار آن بود (p<0/01). دلیل افزایش رطوبت، وجود مقادیر بالای آب در دانه خرفه مصرفی می باشد. ضمن آنکه آب حاصل با ترکیباتی نظیر پروتئین، نشاسته و چربی نان تشکیل امولسیون پایدار می دهند و این امر منجر به حفظ رطوبت محصول شده است. فتح نژاد کاظمی و همکاران در سال ۱۳۹۱ در تحقیقاتش نشان داد که به کارگیری بیشتر آرد دانه خرفه به آرد دانه گندم مصرفی در تولید نان ها منجر به افزایش میزان رطوبت نان های حاصل می شود [۱۰].

با توجه به جدول (۳)، افزودن آرد خرفه، سبب افزایش میزان پروتئین نمونه های نان مسطح بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد شد (p<0/01). Koca and Anil (۲۰۰۷) در تحقیقات خود نشان داد که با افزودن آرد دانه کتان آرد دانه خرفه در فرمولاسیون نوعی نان مسطح بدون گلوتن، پروتئین آرد دانه خرفه تاثیر بیشتری در افزایش پروتئین نان های تولیدی داشته است و علت آن را وجود میزان بالای پروتئین در آرد خرفه نسبت داد [۲۰]. با توجه به جدول (۳)، افزودن آرد خرفه، سبب افزایش میزان چربی نمونه های نان مسطح بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد شد (p<0/01). که دلیل آن وجود مقادیر بالای چربی و اسیدهای چرب موجود در دانه خرفه می باشد. فتح نژاد کاظمی و همکاران در سال ۱۳۹۱ ارائه نمودند که افزایش سطوح مصرف آرد دانه خرفه در

فرمولاسیون نان گندم در بالا رفتن میزان چربی محصول تولیدی موثر بوده است [۱۰].

با توجه به جدول (۳)، افزودن آرد خرفه، سبب افزایش میزان فیبر نمونه های نان مسطح بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد شد (p<0/01). Julianao et al. (1985) در تحقیقات خود نشان دادند که وجود فیبر و عناصر معدنی بالاتر آرد برنج قهوه ای در افزایش محتوی فیبر در نان های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد موثر بوده است [۲۱] همچنین پیغمبر دوست در سال ۱۳۹۱ ارائه نمود که افزودن آرد خرفه به آرد گندم سبب افزایش محتوی فیبر در نان های تولیدی گردید که دلیل آن ترکیب پلی ساکاریدی ( فیبر نامحلول) فراوان در آرد خرفه می باشد [۲۲].

مطابق جدول (۳)، افزودن آرد خرفه، سبب افزایش میزان خاکستر نمونه های نان مسطح بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد شد (p<0/01). دلیل آن مقادیر قابل توجهی املاح معدنی نظیر منیزیم، آهن، آلومینیوم، کلسیم، منگنز، پتاسیم، سریم، تانن در دانه خرفه می باشد. Halen et al. (2004) در تحقیقات خود نشان دادند که ترکیبات با املاح معدنی بالا نظیر آرد برنج قهوه ای، آرد خرفه و سبوس برنج باعث افزایش میزان خاکستر در نان های تولیدی می گردد [۲۳]. با توجه به جدول (۳)، افزودن آرد خرفه، میزان pH نمونه های نان مسطح بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد تغییر چندانی نمی کند (p<0/01). با توجه به p آرد برنج که ۶/۴۸ و pH آرد خرفه که ۶/۶۶ میباشد کلیه تیمارها با کاهش روبرو شدند اما تفاوت چشمگیری بین تیمارها وجود نداشت که مربوط به PH ترکیبات مواد اولیه بکار رفته در تولید نان ها بود.

**Table 3** Mean comparison results of chemical test data in the samples of bread containing purslane flour and control

pH	Fiber (%)	Fat (%)	Protein (%)	Ash (%)	Moisture (%)	Property
						Kind of material
5.95±0.01b	1.11±0.01d	0.297±0.1d	0.15±0.01d	10.56±0.3d	32.03±0.3c	With out purslane flour and 100% rice flour
6.03±0.03a	1.32±0.01c	1.55±0.02c	2.982±0.04c	12.63±0.02c	32.35±0.05b	10% purslane flour
6.01±0.02a	1.46±0.02b	1.91±0.01b	4.309±0.03b	13.46±0.03b	32.40±0.08b	15% purslane flour
6.02±0.01a	1.6±0.01a	2.35±0.01a	5.87±0.01a	14.76±0.02a	35.06±0.04a	20% purslane flour

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 1% according to Duncan test.

## ۳-۴- ارزیابی نتایج آزمون حسی

۱۵٪ آرد خرفه دارای بالاترین امتیاز ( دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها) و تیمار شاهد دارای کمترین امتیاز

با توجه به نتایج جدول (۴)، از نظر صفات فرم و شکل، ویژگی و خصوصیات سطح زیرین نان، قابلیت جویدن، تیمار

( $p < 0.05$ ). اما بین تیمار شاهد و تیمار ۱۰٪ آرد خرفه اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. به عبارتی عدم مصرف آرد خرفه و حضور آرد برنج ایرانی با عطر مطلوب، سبب افزایش امتیاز عطر و طعم در نمونه شاهد گردید. از سویی چون آرد خرفه از عطر و طعم علفی برخوردار بود داوان حسی به نمونه های حاوی آرد دانه خرفه امتیاز کمتری را دادند. Rosell et al (2001) ارائه نمودند که به کارگیری برخی افزودنی ها نظیر آرد برنج در افزایش عطر، طعم و بو محصولات نانوبی و کاربرد برخی دیگر نظیر آرد دانه کتان و آرد سویا در کاهش آن موثر بوده است [۱۹].

بودند (Kohajdova et al. (2009)، Kohler et al (2001)، Rosell et al (2001) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند که گزارش نمودند افزودنی های نظیر دانه های روغنی، صمغ ها مانند پکتین که از نظر عملکردی نقش امولسیفایری را در خمیر ایفا می کند در بهبود شکل، تقارن و بهبود خاصیت الاستیسیته خمیر در نهایت بهبود خصوصیات حسی محصول تاثیر دارد [۱۹ و ۲۴ و ۲۵]. از نظر صفات بو، طعم و مزه تیمار شاهد از بالاترین امتیاز و دارای اختلاف معنی داری با تیمارهای ۱۵٪ و ۲۰٪ آرد خرفه و عدم اختلاف معنی دار با تیمار ۱۰٪ آرد خرفه می باشد ضمن آنکه تیمار ۲۰٪ آرد خرفه از کمترین امتیاز برخوردار بود

**Table 4** Mean comparison results of organoleptic characteristic tests in the gluten-free bread

Total point	smell, favor and taste of bread	chewability	characteristics and properties of the crust and the upper surface of bread	characteristics and properties of underside of bread	Form and shape	Treatment
						Property
16.44 <sup>d</sup>	5.375±0.03 <sup>a</sup>	4.25±1.02 <sup>c</sup>	3.25±0.02 <sup>a</sup>	2.125±0.01 <sup>c</sup>	1.375±0.02 <sup>c</sup>	With out purslane flour and 100% rice flour
17.11 <sup>c</sup>	5.25±0.02 <sup>a</sup>	4.37±1.01 <sup>bc</sup>	3.5±0.02 <sup>a</sup>	2.37±0.02 <sup>b</sup>	1.75±0.02 <sup>b</sup>	10% purslane flour
17.83 <sup>a</sup>	4.875±0.03 <sup>b</sup>	4.62±0.3 <sup>a</sup>	3.75±0.03 <sup>a</sup>	2.75±0.02 <sup>a</sup>	1.995±0.01 <sup>a</sup>	15% purslane flour
177.4 <sup>b</sup>	4.88±0.02 <sup>b</sup>	4.5±0.02 <sup>ab</sup>	3.875±0.03 <sup>a</sup>	2.5±0.02 <sup>b</sup>	1.75±0.02 <sup>b</sup>	20% purslane flour

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 5% according to Duncan test.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین ارزیابی بیاتی به روش حسی در جدول ۵ مشخص گردید که پس از ۴۸ ساعت از زمان پخت در مقایسه با روز اول، کیفیت کلیه نان های بدون گلوتن تولیدی در کلیه تیمارها با کمی کاهش روبرو گردید. از سویی در مقایسه بین تیمارها، تیمار شاهد از بیشترین میزان بیاتی (کمترین میزان تازگی) برخوردار بود ضمن آنکه بین تیمار شاهد با حاوی ۱۰ درصد آرد خرفه و تیمار ۱۰٪ آرد خرفه با تیمار حاوی ۲۰ درصد آرد خرفه اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ( $p < 0.05$ ). هر چند به لحاظ امتیاز کمی، تیمارهای ۱۵٪ آرد خرفه و تیمار ۲۰٪ آرد خرفه دارای کمترین میزان بیاتی و تیمار ۱۰٪ آرد خرفه دارای بیشترین میزان بیاتی بودند.

به عبارتی کاربرد آرد دانه خرفه سبب کاهش میزان بیاتی نان های تولیدی از نظر داوران حسی در مقایسه با نان شاهد گردید. ضمن آنکه با افزایش سطوح مصرف آنها، از شدت میزان بیاتی مجددا کاسته شد.

همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین در جدول (۵) مشخص گردید که در ارزیابی بیاتی به روش حسی پس از ۷۲ ساعت از زمان پخت، تیمارهای شاهد و تیمار حاوی ۱۰

از آنجا که در جدول (۵)، در ارزیابی به روش حسی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت، تیمارهای شاهد و  $C_1$  بیشترین میزان بیاتی را داشتند و تیمار  $C_2$  کمترین میزان بیاتی را داشتند ( $p < 0.01$ ). طی ۲۴ ساعت پس از پخت، کلیه نمونه های نان بدون گلوتن از کیفیت تازه برخوردار بودند به طوری که بین نمونه های حاوی آرد خرفه و فاقد آن هیچ گونه اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ( $p < 0.05$ ). هر چند به لحاظ امتیاز کمی، میزان بیاتی در تیمارهای ۱۵٪ و ۲۰٪ آرد خرفه کمترین و در تیمارهای شاهد و ۱۰٪ آرد خرفه بیشترین مقدار بود. به عبارتی پانلیست ها امتیاز تازگی بالاتری را به نمونه های حاوی آرد خرفه در مقایسه با شاهد قائل شده بودند. از سویی امتیاز تازگی در سطوح بالاتر مصرف ترکیبات مذکور بالاتر حس شده بود. دلیل این امر مربوط به حضور ترکیبات و ساختمان شیمیایی آرد دانه خرفه و حتی آرد برنج مصرفی بر می گردد، بطوری که حضور فیبر، پروتئین، ترکیبات لعابی (پکتین) و بخصوص چربی در آرد دانه خرفه باعث کاهش میزان بیاتی نمونه های حاصل گردیده است ضمن آنکه با افزایش سطوح مصرف ترکیبات ذکر شده بیاتی به شدت به تاخیر افتاده است.

### ۳-۵- ارزیابی نتایج میزان بیاتی به روش حسی



درصد آرد خرفه دارای بیشترین میزان بیاتی (عدم اختلاف معنی دار با یکدیگر) و تیمارهای ۱۵٪ آرد خرفه و ۲۰٪ آرد یکدیگر) بودند ( $p < 0/05$ ).

**Table 5** Mean comparison results of evaluating the amount of staling of gluten-free bread samples by sensory method

20% purslane flour	15% purslane flour	10% purslane flour	With out purslane flour and 100% rice flour	Treatment/ Time (h)
5±0.02 <sup>a</sup>	5±0.01 <sup>a</sup>	4.75±0.02 <sup>a</sup>	4.62±0.03 <sup>a</sup>	24
3.875±0.01 <sup>ab</sup>	4.125±0.3 <sup>a</sup>	3.5±0.02 <sup>bc</sup>	3.375±0.01 <sup>c</sup>	48
3.25±0.02 <sup>ab</sup>	3.75±0.01 <sup>a</sup>	2.62±0.01 <sup>bc</sup>	2±0.01 <sup>c</sup>	72

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 5% according to Duncan test

یکدیگر) دارای بیشترین مقدار آن بود اما بین تیمارهای شاهد، ۱۰٪ و تیمار ۲۰٪ آرد خرفه هیچ گونه تفاوت معنی داری مشاهده نگردید ( $p < 0/01$ ). دلیل افزایش بیش هر حد لیگنان ها و فیبرهای رژیمی در آرد خرفه می باشد که در افزایش جذب آب و کاهش میزان بیاتی نان های تولیدی موثر بوده است. Wang et al (2003) در تحقیقات خود گزارش نمودند به کارگیری ترکیبات غنی از چربی یا فیبر و پنتوزانها نظیر انواع دانه های روغنی نظیر دانه خرفه، کتان و انواع سبوسها می تواند در کاهش شدت میزان بیاتی محصولات نانوبی موثر باشد [۲۶].

### ۳-۶- ارزیابی نتایج میزان بیاتی به روش دستگامی

همچنین با توجه به جدول (۶)، در ارزیابی بیاتی به روش دستگامی ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت پس از پخت، مشخص گردید که افزودن آرد خرفه در کاهش میزان بیاتی در هر سه بازه زمانی ۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت پس از پخت در نان های بدون گلوتن در مقایسه با تیمار شاهد تاثیر داشته، ضمن آنکه در بازه زمانی ۲۴ ساعت، تیمار حاوی ۱۵ درصد آرد خرفه و سپس تیمار ۲۰٪ آرد خرفه دارای کمترین میزان بیاتی و تیمارهای شاهد ۱۰٪ آرد خرفه (عدم تفاوت معنی دار با

**Table 6** Mean comparison results of evaluating the amount of staling of gluten-free bread samples by using a device

20% purslane flour	15% purslane flour	10% purslane flour	With out purslane flour and 100% rice flour	Treatment/ Time (h)
411.4±0.42b	328±13.52a	450±13.4b	451.1±11.1b	24
441±12.25b	354±11.42a	461±15.1b	467±11.47b	48
470±11.52b	371±11.37a	472±13.24b	509±6.42c	72

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 1% according to Duncan test

های فاقد گلوتن با نان دارای گلوتن تفاوت وجود دارد. Arent و همکاران (2008) به این نتیجه رسیدند که بیشتر محصولات فاقد گلوتن در مقایسه با نان گندم کیفیت پایینی داشته که به حجم و بافت داخلی آنها مربوط می شود (۲۸). به طور مثال در تحقیق که Kadan و همکاران (2001) بر روی نان حاصل از آرد گندم انجام دادند نان دارای حجم مخصوص ۵/۳ میلی لیتر بر گرم بوده که اگر با نتایج موجود در جدول ۷ مقایسه کنیم دارای اختلاف فاحشی است این فاکتورها در میان نانهای فاقد گلوتن نیز متفاوت هستند، در میان تیمارهای مورد بررسی با توجه به نتایج جدول ۷ مشخص شد که با افزایش درصد آرد خرفه حجم مخصوص افزایش می یابد (۲۹).

### ۳-۷- ارزیابی نتایج آزمون حجم مخصوص

پروتئین گلوتن گندم خصوصیات ویسکوالاستیک خاص خمیر را ایجاد می کند که باعث می شود خمیر به دلیل تشکیل CO<sub>2</sub> حین تخمیر گسترش یابد و در این زمان است که بیشتر گاز درون بافت خمیر می ماند. همچنین سایر بیوپلیمرهای آرد گندم و پنتوزانها بایست متورم شوند و به میزان مناسبی حل شوند تا بافت مطلوب نان حاصل شود (۲۷) در نانهای فاقد گلوتن و به دلیل فقدان این موارد CO<sub>2</sub> تولید شده در حین تخمیر از خمیر خارج و به همین دلیل است که بین حجم مخصوص، میزان حجیم شدن و سایر خصوصیات کیفی نان

تحقیقی که kadan و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از آرد برنج سبوس زدایی شده انجام دادند حجم مخصوص نان ۱/۹ میلی لیتر بر گرم بدست آمد که در مقایسه با نان حاصل از آرد برنج و آرد خرفه در مطالعه فعلی کمتر بود (۲۹).

همچنین در تحقیقی دیگر که Renzetti و همکاران (2008) بر روی نمونه آرد ذرت و با استفاده از سطوح مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز انجام دادند حجم مخصوص ۱/۶۴ میلی لیتر بر گرم بود که کمتر از نان برنج و خرفه در مطالعه فعلی بود که این امر احتمالاً به دلیل مقادیر بالاتر پروتئین در آرد خرفه است (۳۰).

بیشترین افزایش در حجم مخصوص در نان با فرمولاسیون ۲۰ درصد آرد خرفه مشاهده میشود که با بقیه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری دارد و دلیل آن را احتمالاً می توان به بهبود شکل گیری شبکه پروتئینی در اثر ازدیاد پروتئین های خرفه و افزایش احتباس گاز نسبت داد. لازم به ذکر است که فاکتور حجم مخصوص نان تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل مقدار پروتئین و شرایط تخمیر نیز می باشد. بنابراین جهت تهیه یک نان فاقد گلوتن با حجم خوب، استفاده از هیدروکلئید مناسب و آردی با پروتئین کافی لازم است و از آنجایی که خرفه دارای مقادیر پروتئین بیشتری است لذا حجم مخصوص نانهای دارای مقادیر بالاتر خرفه بیشتر است در

**Table 7** Mean comparison results of specific volume tests in the gluten-free bread

Specific volume ( $\text{ml g}^{-1}$ )	property treatment
2.763 <sup>d</sup>	<b>With out purslane flour and 100% rice flour</b>
3.083 <sup>c</sup>	<b>10% purslane flour</b>
3.420 <sup>b</sup>	<b>15% purslane flour</b>
3.532 <sup>a</sup>	<b>20% purslane flour</b>

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 5% according to Duncan test.

تار ماندی وجود ندارد و میتوان نتیجه گیری کرد که هیدروکلئیدها به تنهایی جهت پایداری سلولهای گاز و به تاخیر انداختن بیاتی کافی نیستند بلکه میزان پروتئین است که تعیین کننده است [۳۲]. از طرفی نتایج حاکی از آن است که تخلخل هیچکدام از نانهای فاقد گلوتن معادل نان حاصل از آرد گندم نبوده است و این یافته مشابه نتایج پژوهشگران دیگر است که عنوان کرده اند نانهای فاقد گلوتن نسبت به نان گندم میزان تخلخل پایین تری دارند [۳۳]. نانهای فاقد گلوتن به علت فقدان شبکه گلوتهی منسجم و یکنواخت قادر نیستند دی اکسید کربن تولید شده در طی فرآیند تخمیر را به نحو مطلوب نگه دارند. در نتیجه منجر به تولید محصول با حجم کم و ساختار فشرده تر مغز (تخلخل کمتر) می شوند [۳۲].

### ۳-۸- ارزیابی نتایج حاصل از تخلخل

تخلخل یکی از پارامترهای مهم مغز نان است و به طور کلی اشاره به ساختار منافذ در مغز نان دارد و یکی از پارامترهای مهم در تعیین خواص کیفی مغز نان به شمار می رود [۳۱] با توجه به جدول ۸ در میان تیمارهای مورد بررسی نانهای فاقد گلوتن با فرمولاسیون ۲۰ درصد آرد خرفه بیشترین کمینه قطر، بالاترین بیشینه قطر و بیشترین متوسط مساحت را نشان داد و دلیل آن هم به میزان زیادی پروتئین در خرفه بر میگردد که این نتایج در تطابق با یافته های Ahlborn و همکاران ۲۰۰۵ بود که به این نتیجه رسیدند که در نان برنج فاقد گلوتن حاوی پروتئین های شیر و تخم مرغ ساختارهای تار مانند تقریباً مشابه یکدیگرند ولی در نان نشاسته کم پروتئین هیچ ساختار

**Table 8** Mean comparison results of porosity tests in the gluten-free bread

average area ( $\text{mm}^2$ )	(mm) average diameter	maximum diameter (mm)	minimum diameter (mm)	property treatment
158.239	11.898	58.571	5.062	<b>With out purslane flour and 100% rice flour</b>
159.433	11.993	56.731	5.062	<b>10% purslane flour</b>
181.591	12.434	63.514	5.261	<b>15% purslane flour</b>
202.15	11.844	61.102	5.720	<b>20% purslane flour</b>

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 5% according to Duncan test.

## ۳-۹- ارزیابی نتایج حاصل از رنگ

با توجه به جدول ۹ شاخص  $L^*$  در مورد نان بدون خرفه (تیمارشاهد) بیشتر بود که بیانگر روشنی بافت نان بوده و به دلیل رنگ سفید آرد برنج به همراه هیدروکلونید زانتان می باشد. البته همانطور که در ظاهر نان مشخص بود این سفیدی بیش از اندازه بوده و چندان مطلوب نبود. به دنبال آن فرمولاسیون ۱۰٪ آرد خرفه مقدار بالاتری از مولفه  $L^*$  و رنگ مطلوب تری را نشان داد که از لحاظ آماری در سطح ۵ با تیمار ۱۵ درصد آرد خرفه اختلاف معنی داری ندارد ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی دار است دلیل آن هم میزان بالایی ترکیبات فیبری در آرد خرفه می باشد... مولفه های  $a^*$  و  $b^*$  در نمونه حاوی ۸۰ درصد آرد برنج بیشتر بودند که نشاندهنده ی تمایل بیشتر رنگ نان به سبز و آبی می باشد که همانطور که

ذکر شد غیر عادی بودن رنگ نان در ظاهر نیز کاملاً مشخص بود. با افزایش مقدار آرد خرفه رنگ نان ها به زرد و قهوه ای تمایل بیشتری پیدا کرده است که در جدول به وضوح مشخص می باشد. به طور کلی نان حاوی ۱۰ درصد آرد خرفه از بقیه فرمولاسیون ها رنگ بهتری داشت. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج بدست آمده از مطالعه صحرائیان و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی دارد که اظهار داشتند دلایل بالاتر بودن مولفه های رنگی  $L^*$  و  $b^*$  نمونه های ۱۰٪ آرد سویا نسبت به سایر نمونه ها ظرفیت بالای نگهداری آب توسط ترکیبات فیبری موجود در آن می باشد زیرا این دسته از ترکیبات با حفظ رطوبت و ممانعت خروج آب در حین فرآیند پخت سبب کاهش تغییرات در رنگ نان می شوند که این امر می تواند در افزایش مولفه های رنگی موثر باشد [۳۴].

Table 9 Mean comparison results color tests in the gluten-free bread

$L^*$	$a^*$	$b^*$	property
			treatment
70.23±1.33 <sup>a</sup>	0.94±0.2 <sup>d</sup>	12.77±0.29 <sup>d</sup>	With out purslane flour and 100% rice flour
65.6±0.22 <sup>b</sup>	0.26±0.02 <sup>c</sup>	15.88±0.02 <sup>c</sup>	10% purslane flour
64.24±0.20 <sup>b</sup>	1.16±0.03 <sup>b</sup>	17.92±0.04 <sup>b</sup>	15% purslane flour
62.05±0.47 <sup>c</sup>	2.57±0.14 <sup>a</sup>	19.77±0.36 <sup>a</sup>	20% purslane flour

In each column, the means that have at least one common letter test do not have a significant difference at the probability level of 5% according to Duncan test.

## ۴- نتیجه گیری

خصوص در ۱۵ و ۲۰ درصد آرد خرفه ( $C_2$  و  $C_3$ ) با افزایش روبرو بودند. همچنین افزودن آرد خرفه در سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به فرمولاسیون نان مسطح بدون گلوتن در بهبود اکثر ویژگی های حسی مانند فرم و شکل، ویژگی و خصوصیات سطح زیرین نان، ویژگی و خصوصیات سطح رویی نان، قابلیت جویدن و تاخیر در بیانی آن نقش داشت. بر اساس نتایج آزمون حجم نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد خرفه دارای بیشترین افزایش حجم مخصوص می باشد که از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی داری با سایر تیمارها می باشد. همچنین بیشترین میزان تخلخل نیز مربوط به تیمار ۲۰ درصد آرد خرفه می باشد که دلیل آن هم به میزان پروتئین زیاد در آرد خرفه بر می گردد. از طرفی مولفه های رنگ  $L^*$ ،  $b^*$  و  $a^*$  مشخص نمودند که نمونه نان با ۱۰ درصد آرد خرفه از بقیه فرمولاسیونها رنگ بهتری دارد. شایان توجه است که تیمار حاوی ۱۵ درصد آرد خرفه (به عنوان بهترین تیمار معرفی گردید).

بر اساس نتایج آزمون شیمیایی، میزان رطوبت، پروتئین، فیبر، خاکستر نمونه های حاوی آرد خرفه در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت به گونه ای که تیمار حاوی ۲۰ درصد آرد خرفه ( $C_3$ ) بیشترین میزان فاکتورهای ذکر شده را در مقایسه با تیمار شاهد و سایر نمونه ها نشان داد و دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها بود. همچنین نتایج آزمون های فارینوگراف انجام شده بر روی نمونه های خمیر نشان داد که بین افزودن سطوح بیشتر آرد خرفه و خصوصیات فارینوگرافی رابطه مثبت وجود داشته به طوری که میزان جذب آب در نمونه های حاوی آرد خرفه در مقیاس با نمونه شاهد افزایش یافت ضمن آنکه نمونه های حاوی ۲۰ درصد آرد خرفه ( $C_3$ ) از بیشترین میزان جذب آب آرد برخوردار بودند به علاوه بین افزایش زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و عدد والوریمتری نیز با افزودن مقادیر بیشتر آرد خرفه رابطه مثبت و مستقیمی ملاحظه گردید، به طوری که در مقیاس با نمونه شاهد صفات مذکور به

## ۵- منابع

- Breadmaking using kfir grain as baker's yeast. *Food chemistry*, 93:585- 589.
- [15] Sun, D . 2008. Computer vision technology for food quality evaluation . Academic press , New York.
- [16] Movahhed. S., and Mirzaei, M., 2013. Evaluation of staling rate and quality of gluten – free toast breads. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 5(1): 224-227
- [17] Anton , A. & Artfield ,S. ( 2008), Hydrocolloids in gluten free breads: Areview. *International Journal of food science and Nutrition* , 59(1), 11-23.
- [18] Shittu, T.A., Aminue ,R.A.& Abulude ,E . O.( 2009).Functional effects of xantangum on composite cassava – wheat dough& bread. *Food Hydrocolloids*, 23.2254-2260.
- [19] Rosell, C.M., Rojas,J. A., Benedito de Barber, C., 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality, *Food Hydrocolloids*, 15:75-81.
- [20] Koca, A. F., & Anil, M., 2007. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(6), 1172-1175.
- [21] Juliano, B. O., 1985. Rice chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists Inc., USA. 774pages.
- [22] Peighamardoust.SH,Olad Ghaffari, Naghavi.S, Jafarzadeh Moghadam,M.2011. Fortification of wheat flour with purslane seed powder: Studding flour characteristic and dough rheological properties, *Journal of food industry* , N33.
- [23] Hallen, E., Ibanoglu, S., and Ainsworth. P., 2004. Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the theological and baking properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering*. 63:177-184.
- [24] Kohajdova, Z., Karovicova, J., 2009. Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry, *acta chimica slovac*, 2(1): 46-61.
- [25] Kohler, P., 2001. Study of the effect of DATEM, *Lebensm-Wiss.u-Technol*,34:359-366.
- [26] Wang, M., 2003. Effect of pentosans on gluten formation and properties, Department of Agrotechnology and Food Sciences, Wageningen University, The Netherlands, 190: 78-106
- [1] Achremowicz, B., Korus, J., & Curylo, K., 2000. The effect of different pulse additives to bread products. *Electronic J Polish Agric Univ Series Food Sci and Tech*, 3, 106-15.
- [2] Liu, L., Howe, P., Zhou, Y. F., Xu, Z. Q., Hocart, C., & Zhang, R., 2000. Fatty acids and  $\beta$ -carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. *Journal of Chromatography A*, 893(1), 207-213.
- [3] Siriamornpun, S., & Suttajit, M., 2010. Microchemical components and antioxidant activity of different morphological parts of Thai wild purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed Science*, 58(3), 182-188.
- [4] Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M., 1997. Other Succulent Vegetables. In *World Vegetables* (pp. 640-703). Springer US.
- [5] Salunkhe, D. K., & Kadam, S. S., 1998. *Handbook of Vegetable Science and Technology: Production, Compostion, Storage, and Processing*. CRC press.
- [6] Przybylski,R. (2005), *Bailey industrial oil and fat product*, University of Manitoba, Canada, 6(6): 281-291.
- [7] Stephen,J.M.(1994).*Purslane fact sheet florida cooperative extension service institiue of food and Agriculture sciences university of florida*.7pp.
- [8] Saunkhe,D.K.,and Kadam, S.S. (1998), *Hand book of vegtable science and technology* . Marcel Deker Inc.,727pp.
- [9] Omara- Alwla ,TR.,T.Mebrahta.DE,prior and MO.Ezekwe, 2007. Omega-three fatty acids in Purslane tissues. *Journal of theamerican oil chemist society* 68:198-199.
- [10] Fathnezhad kazemi,R. peighamardoust, S. H., Azadmard-Demirchi,S and Fallah.E, 2012,Investigation of mold spoilage in breads enriched with purslane and flaxseed powders, processed and keeping foodstuff electronic magazine,N.3.
- [11] AACC.2000.American Association of cereal chemists. *Approved Methods of the AACC*, (10thed). Methods 44-15A,76-13 and 08-16. St.Paul,MN:The association.
- [12] Rajabzadeh,N.,1978 *Cereal Technology*. Grain and bread institute. P.131-132.
- [13] Anonymous. (2003).*Approved methods of Analysis of the American Association of Cereal Chemists*,st.paul,MIN.USA.
- [14] Plessas, S., Pherson , L. Bekatorou , A.,Nigam,P& Koutinas , A,A.2005.

- [31] Armero, E., & Collar, C. 1996. Anti-staling Additives. Flour type and sourdough process effect on functionality of wheat dough's. *Journal of food science*, 61:299-303.
- [32] Ahlborn, G. J., Pike O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M., and Huber, C. S. (2005), Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chemistry*, 82:328-335.
- [33] Blades, M. 1997. Food allergies and intolerances. an update. *Nutrition and food science*, 4:146-151.
- [34] Sahraian, B., Mazaheri Tehrani, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davodi, M., & Soleimani, M. (2013) The effect of mixing wheat with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes. *Iranian Journal of Nutrition sciences & Food technology*, 8:229-240.
- [27] Maleki, M., Hosney, R.C & Mattern, P.J. 1980. Effect of loaf volume, moisture content and protein quality on softness and staling rate of bread. *Cereal chemistry*, 57:138-140.
- [28] Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M.M. & Bello, F.D. 2008. Gluten-free breads. P.289-310. In Arendt E.K. and Dal Bello F.D. (eds), *Gluten-free cereal product and beverage*. Academic press.
- [29] Kadan, R.S., Robinson, M.G., Thibodeaux, D.P. & Depperman, A.B. 2001. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal of food science*. 66:940-944.
- [30] Renzetti, S., Dal Bello, F. & Arendt, E. K. 2008. microstructure, rheology and baking characteristics of batters breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *Journal of cereal-science*, 48:33-45.

## Effect of adding purslane flour on the rheological properties of dough and qualitative properties of gluten-free rice flour-based flat bread

Rezagholi, F.<sup>1</sup>, Movahhed, S.<sup>2\*</sup>, Ghiyasi Tarzi, B.<sup>3</sup>

1. Master's degree Graduated, Islamic Azad University, Varamin-Pishva, Department of Food Science and Technology, Varamin, Iran
2. Associate Professor of Islamic Azad University, Varamin-Pishva, Department of Food Science and Technology, Varamin, Iran
3. Assistant Professor of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Department of Food Science and Technology, Tehran, Iran

(Received: 2015/05/03 Accepted: 2017/03/01)

Celiac disease is an autoimmune digestive disease that is caused by gluten protein digestion, and the only way to treat it is using a gluten-free diet. Thus, paying attention to the production of gluten-free food with the quality that is acceptable for these patients has a significant importance. Therefore the aim of this study was to evaluate the effect of adding purslane flour at four levels of 0, 10, 15, and 20 percent by weight (based on rice flour) and its effect on various properties of gluten-free flat bread. The results of chemical tests showed the increase in the amount of moisture, ash, protein, fat, fiber and pH in the samples containing purslane flour compared to control samples (without purslane flour) showed. Also, farinographic test results showed that by increasing the percent of purslane flour, the flour water absorption, the time of dough stability, the time of dough expansion and valorimetry index were increased and the degree of dough loosening was decreased. Also The results obtained by Instron and feel at intervals of 48.24 and 72 hours after baking showed that treatment with 85% rice flour and 15% flour Purslane has the least staling and most points lately and control the highest amount stale and Recently had the lowest score. The color components \* a \* b \* determined that the sample bread L with 10 percent of the rest of the flour purslane better color formulations. The best treatments treatment) C2 bread flour containing 85% rice flour and 15% purslane) was introduced.

**Keywords:** Medicine, Health, Celiac disease

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: [phd\\_movahhed23@yahoo.com](mailto:phd_movahhed23@yahoo.com)