

## خواص فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی نان سنگگ غنی شده با آرد سنجد

زینب رفتنی امیری<sup>۱</sup>، ذاکر آفاکشی پور<sup>۱</sup>

۱- گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران  
\* نویسنده مسئول (z.raftani@sanru.ac.ir)

### چکیده

نان قوت غالب غذای مردم را تشکیل می‌دهد که در بین آنها، نان سنگگ به دلیل ارزش تغذیه‌ای بسیار حائز اهمیت است. سنجد با نام علمی *الینگناس آنگاستیفولیا* از خانواده *الیگناسه* می‌باشد. این میوه دارای ارزش تغذیه‌ای وسیعی است و تحقیقات اخیر حاکی از خواص درمانی آن دارد، لذا این میوه کاربرد زیادی در صنایع غذایی پیدا کرده است. در این تحقیق خواص فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی نان سنگگ غنی شده با آرد سنجد مورد ارزیابی قرار گرفت. در فرمولاسیون نان سنگگ از صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد آرد سنجد استفاده شد و طی نگهداری به مدت ۶ روز برخی ویژگی‌های کیفی آن اندازه‌گیری و با نمونه شاهد مقایسه شد. ویژگی‌های کیفی مورد مطالعه عبارت بودند از درصد رطوبت، pH، اسیدیته، فنول تام، پروتئین، قند کل، فیبر، گلوتن مرطوب، عدد زلنی و آزمون‌های رئولوژیکی خمیر. نتایج نشان داد که با افزودن آرد سنجد میزان قند کل، پروتئین، فنول تام، فیبر و اسیدیته افزایش و میزان رطوبت و pH کاهش یافت. همچنین خواص رئولوژیکی آن از جمله درصد جذب آب (به علت وجود فیبر در آرد سنجد) و ثبات خمیر افزایش و زمان توسعه و درجه سست شدن خمیر کاهش پیدا کرد که این کاهش نشان‌دهنده بالابودن تحمل خمیر برای عمل تخمیر می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که می‌توان با افزودن آرد سنجد تا ۱۵ درصد در فرمولاسیون نان سنگگ، محصولی با ارزش تغذیه‌ای بالا به بازار مصرف ارائه کرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶  
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۲  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳  
تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

### واژه‌های کلیدی

سنجد  
فنول تام  
فیبر  
نان سنگگ



### مقدمه

است. به‌طور کلی نان گندم به‌عنوان منبع خوبی از انرژی و مواد مغذی غیرقابل جایگزین (مثل پروتئین، چربی، ویتامین و مواد معدنی) برای بدن انسان است. در بسیاری از کشورها نان به‌عنوان یک محصول تخمیر شده با مخمر طبقه‌بندی می‌شود. طبق تعریف دایره‌المعارف آمریکا؛ نان، غذایی است که از مواد مختلف گیاهی که به آرد تبدیل می‌شوند، سپس با آب مخلوط شده و تشکیل خمیر می‌دهند و به‌صورت کیک یا قرص‌هایی پخته می‌شوند، این آرد ممکن است از دانه‌های گیاهان علوفه‌ای مثل گندم، چاودار، بقولات و ساقه‌های زیرزمینی تهیه شود (Abdel-Salam, 2010). نان سنگگ یکی از قدیمی‌ترین و محبوب‌ترین نان‌های مسطح سنتی است که از نظر مزه،

غلات از اولین غذاهای شناخته‌شده بشر می‌باشد که از زمان‌های قدیمی تاکنون همواره نقش بسیار مهمی در اقتصاد و تغذیه مردم دنیا به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه داشته است (Payan, 2006). فرآورده‌های خمیری یکی از بی‌شمار فرآورده‌های به‌دست‌آمده از غلات است که مصرف آن در بیشتر غلات دنیا رایج می‌باشد و به علت داشتن قیمت مناسب و ارزش غذایی خوب، جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی خانوارها دارد (Aghakeshipour et al., 2015). نان یکی از مواد خوراکی اساسی و محبوب در بین مردم است که ارزش تغذیه‌ای، قیمت پایین و سادگی استفاده آن را به رژیم غذایی معمول مردم تبدیل کرده

پایداری، شاخص کیفیت و مقاومت در برابر تغییرشکل افزایش و درجه نرم شدن و قابلیت کشش کاهش می‌یابد. همچنین تغییراتی در طعم، مزه و رنگ محصول در مقایسه با نمونه کنترلی مشاهده نکردند (Borchani *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای که توسط Lavini و همکاران (۲۰۲۲) در مورد اثر پودر سنجد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان فاقد گلوتن انجام شد آنان دریافتند که با جایگزینی پودر سنجد به میزان صفر تا ۳۰ درصد منجر به ایجاد تغییرات در ویژگی‌های بافتی نان می‌شود. به عبارتی با افزودن آرد در فرمولاسیون، محتوای رطوبتی، خاکستر، فیبر و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین با افزایش سطح جایگزینی پودر سنجد؛ میزان سفتی و صمغیت نان‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافت (Lavini *et al.*, 2022). همچنین در مطالعه دیگری که توسط Zare و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تأثیر جایگزینی آرد گندم با آرد سنجد بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی انجام دادند، مشاهده کردند که با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد سنجد، حجم و میزان پروتئین کاهش ولی میزان فیبر کیک‌ها افزایش یافت. همچنین رنگ نمونه حاوی ۵ درصد آرد سنجد بیشترین امتیاز را از لحاظ مشتریان به خود اختصاص داد (Zare *et al.*, 2016).

## مواد و روش‌ها

### مواد مصرفی

مواد اولیه مورد نیاز جهت تهیه نان سنگک شامل آرد سنگک با درجه استخراج ۹۵ تا ۹۷ و ویژگی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۳ (شرکت آرد البرز کرج، ساخت ایران)، نمک، مخمر خشک فعال (شرکت رضوی، ساخت ایران)، آب و سنجد خریداری شده از بازار کرج می‌باشد (Iran National Standards Organization, 2018).

### روش تولید

ابتدا سنجد با آسیاب برقی به پودر تبدیل شد سپس ز الک با مش ۱۸۰ میلی‌متر عبور داده شد. آرد سنجد در درصدهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد جایگزین آرد گندم شد و سپس با آب در دمای محیط مخلوط و خمیرمایه (۰/۷ درصد) و نمک (۰/۸ درصد) به آن اضافه گردید و سپس تولید نان سنگک براساس استاندارد ملی ایران به شماره

طعم و همچنین هضم آسان و تأمین سلامت بدن بهترین نان ایران است این نان به دلیل دارا بودن مقدار زیادی فیبر، مورد توجه متخصصان تغذیه‌ای قرار گرفته است (Kamaliroosta *et al.*, 2016). توضیح اینکه از جمله مشکلات در رابطه با نان سنگک علاوه بر روش‌های نادرست تهیه و فرایند عمل‌آوری خمیر و تکنیک‌های نامناسب پخت این نان، استفاده از آردهایی با ویژگی کیفی نامطلوب از مهم‌ترین عوامل بروز ضایعات زیاد در بخش تولید این نان هستند و کیفیت آن را کاهش می‌دهند لذا به منظور اصلاح و افزایش کیفیت آن باید اقدامات بنیادی در کیفیت مواد اولیه آن انجام شود (Kamaliroosta *et al.*, 2016). سنجد با نام علمی *الینگناس آنگاستیفولیا*<sup>۱</sup> از خانواده الینگناسه<sup>۲</sup> بوده و قابلیت رشد در شرایط آب‌وهوایی مختلف را داراست. سنجد، بومی نواحی شمال آسیا و اروپا می‌باشد. محل رویش آن در ایران، استان‌های آذربایجان، کردستان، چهارمحال و بختیاری، اصفهان، تهران و خراسان است. میزان تولید سنجد در سال ۲۰۱۲ در ایران ۳۶۶۱ تن بوده و سطح زیرکشت سنجد حدود ۱۷۲۱ هکتار برآورد شده است. آرد سنجد را می‌توان به عنوان یک ماده اولیه عملگرا در تولید محصولات نانوبی، ماست، بستنی، غذای کودک، شکلات و شیرینی استفاده نمود و علت آن ساختار آردی، طعم ویژه و خواص عمل‌گرایی به دلیل فیبر رژیمی، مواد معدنی و ترکیبات فنولیک است. همچنین افزایش تقاضای محصولات سالم و عملگرا، بهبود خاصیت عملگرایی مواد غذایی به منظور اصلاح ترکیب ارزش تغذیه‌ای روبه‌افزایش است (Zare *et al.*, 2016).

مطالعه‌های متعددی در زمینه استفاده از مواد باارزش تغذیه‌ای بالا در نان و فراورده‌های آردی انجام شده است. در تحقیق Borchani و همکاران (۲۰۱۱)، تأثیر افزودن کنسانتره فیبر خرما روی خواص بافت نان مورد ارزیابی قرار گرفت، آنان مشاهده کردند که در اثر افزودن ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ درصد از این ترکیب منجر به کاهش فعالیت آبی در مقادیر ۱ و ۳ درصد شد. همچنین با افزایش فیبر سفتی سطح نان نیز افزایش یافت (Borchani *et al.*, 2011).

Borchani و همکاران (۲۰۱۱)، تأثیر افزودن کنسانتره فیبر گوشت خرما بر عملکرد خمیر و کیفیت نان را بررسی کردند، آنها مشاهده کردند که با افزودن فیبر، جذب آب،

<sup>1</sup> *Elaeagnus angustifolia* L.

<sup>2</sup> *Elaeagnaceae*

رئولوژیکی نان سنگک مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD (حداقل اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد) استفاده شد. آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

جدول ۱- ویژگی آرد گندم و آرد سنج مورد استفاده در فرمولاسیون نان سنگک

ویژگی	آرد سنج	آرد گندم
رطوبت (درصد)*	۵/۷۹±۰/۰۱	۱۴/۱۰
خاکستر (درصد)*	۱/۸۳±۰/۰۱۱	۱/۳۱
پروتئین (درصد)*	۷/۳۲±۰/۰۰۸	۱۴/۲۰
فیبر (درصد)*	۴/۰۸±۰/۰۱۳	۰/۴۴
چربی (درصد)*	۲/۱۶±۰/۰۲۵	۱/۳۸
اسیدیته (میلی گرم هیدروکسید پتاسیم در ۱۰۰ گرم)	۱/۷۳	۱/۶۰
قند کل	۴۱/۵۰±۰/۳۷	۰/۴۳
گلوکز	۲۱/۷۰±۰/۷۱	-
فروکتوز	۲۳/۴۱±۰/۸۱	-
گلوتن مرطوب (درصد)*	-	۲۶/۹۰
pH	۴/۷۳	۵/۹۳
محتوای فنول کل (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	۳۹۵۷/۰۶±۲۰/۰۰	±۳۲/۰۰
	۷/۵۰	

\*نتایج بر مبنای درصد وزنی براساس ماده خشک می باشد. اعداد به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است.

## نتایج و بحث

### ویژگی آرد سنج و آرد گندم مورد استفاده در فرمولاسیون

ویژگی آرد سنج و آرد گندم مورد استفاده در تولید نان سنگک غنی شده با آرد سنج در **جدول (۱)** نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که افزودن آرد سنج در فرمولاسیون تهیه نان سنگک تأثیر معنی داری دارد. ویژگی‌های آرد سنج شامل رطوبت ۵/۷۹ درصد، پروتئین ۷/۳۲ درصد-وزنی، فیبر ۴/۰۸ درصد و چربی ۲/۱۶ درصد است. Sarraf و همکاران (۲۰۱۷) رطوبت ۶/۲۲۵ درصد، پروتئین ۶/۶۴ درصد، فیبر ۵/۷ درصد و چربی ۲/۱۷ درصد آرد سنج را در مطالعه خواص فیزیکی و شیمیایی، حسی و تجزیه و تحلیل دانات غنی شده با آرد سنج را گزارش کردند، بنابراین بیشتر نتایج به دست آمده در این مطالعه با پژوهش Sarraf و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت.

۶۹۴۳ انجام شد (Iran National Standards Organization, 2022). بدین صورت که برای تهیه خمیر ابتدا آب به مقدار ۶۰ تا ۷۰ درصد وزنی آرد با دمای محیط به داخل خمیرکن سنگک (مدل باراک، ساخت ایران) ریخته شد و سپس تمام نمک و بخشی از آرد مورد نیاز به آن اضافه گردید، در ادامه مخلوط کن به مدت ۱۰ دقیقه عمل هم زدن را انجام داد آنگاه خمیر به مدت ۱۰ دقیقه به حالت استراحت قرار گرفت و در ادامه فرایند، باقی مانده آرد و مخمر خشک فعال اضافه گردید. عمل هم زدن به مدت حدود ۱۰ دقیقه ادامه یافت و در نهایت تخمیر نهایی به مدت ۳۰ دقیقه جهت ورآمدن و رسیدن خمیر اعمال گردید. در نهایت، خمیر، چانه گیری، پهن و آماده پخت گردید، نمونه‌های نان پس از پخت و سرد شدن در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی و تا زمان آزمون در دمای محیط و دور از نور نگهداری شدند (Iran National Standards Organization, 2022).

### آزمون‌های شیمیایی

آزمون رطوبت با استفاده از روش AACC 14-15، آزمون پروتئین با استفاده از روش AACC 46-12، مقدار فیبر با استفاده از روش AACC 32-10، AACC (2000a) و آزمون قند کل با استفاده از روش لین اینون (فهلینگ) مطابق روش AOAC (۲۰۰۵) انجام گرفت. همچنین pH، عدد زلنی و گلوتن مرطوب آرد با استفاده از روش استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۳۷، ۱۱۶۹۱، ۳۶۸۱ و آزمون فنول تام با استفاده از روش فولین سیکالتو انجام گرفت (Iran National Standards Organization, 2009, 2017, 2023).

### آزمون‌های رئولوژیکی

ویژگی‌های فارینوگرافی آرد مورد آزمون براساس روش AACC 54-21 با استفاده از دستگاه فارینوگراف (شرکت برابندر، ساخت آلمان) و آزمون اکستنسوگرافی نیز با روش AACC 54-10 و توسط دستگاه اکستنسوگراف (شرکت برابندر، ساخت آلمان) در شرکت آرد البرز کرج انجام شد (AACC, 2000b).

### طرح آماری

در این پژوهش اثر افزودن آرد سنج در ۳ سطح و در زمان‌های مختلف (روز ۱، ۳ و ۶) بر خواص شیمیایی و

جدول ۲- تغییرات رطوبت در نمونه‌های نان سنگک حاوی مقادیر مختلفی از آرد سنجد طی نگهداری

ویژگی	زمان نگهداری (روز)		
	۱	۳	۶
نمونه شاهد	۳۲/۱۷±۰/۰۲ <sup>A,a</sup>	۲۱/۱۴±۰/۰۲ <sup>A,b</sup>	۲۱/۰۹±۰/۰۲ <sup>A,c</sup>
نان سنگک + ۵ درصد سنجد	۲۹/۵۸±۰/۰۳ <sup>B,a</sup>	۲۰/۵۳±۰/۰۳ <sup>B,b</sup>	۲۰/۴۹±۰/۰۱ <sup>B,b</sup>
نان سنگک + ۱۰ درصد سنجد	۲۸/۶۳±۰/۰۱ <sup>C,a</sup>	۲۰/۶۱±۰/۰۲ <sup>C,b</sup>	۲۰/۵۷±۰/۰۲ <sup>C,c</sup>
نان سنگک + ۱۵ درصد سنجد	۲۶/۴۷±۰/۰۳ <sup>D,a</sup>	۱۹/۴۳±۰/۰۲ <sup>D,b</sup>	۱۹/۳۶±۰/۰۳ <sup>D,c</sup>

اعداد به‌صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت بزرگ در هر ستون و حروف متفاوت کوچک در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳- تغییرات پروتئین در نمونه‌های نان سنگک حاوی مقادیر مختلفی از آرد سنجد

ویژگی	نمونه شاهد	نان سنگک + ۵ درصد سنجد	نان سنگک + ۱۰ درصد سنجد	نان سنگک + ۱۵ درصد سنجد
پروتئین	۱۰/۲۵±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۹/۱۷±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۸/۸۶±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۸/۳۴±۰/۰۴ <sup>d</sup>

اعداد به‌صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۴- تغییرات فنول تام در نمونه‌های نان سنگک حاوی مقادیر مختلفی از آرد سنجد طی نگهداری (میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

ویژگی	زمان نگهداری (روز)		
	۱	۳	۶
نمونه شاهد	۷/۵۰±۰/۳۷ <sup>A,a</sup>	۷/۵۰±۰/۳۵ <sup>A,a</sup>	۷/۵۰±۰/۲۹ <sup>A,a</sup>
نان سنگک + ۵ درصد سنجد	۶۰/۰۰±۰/۵۲ <sup>B,a</sup>	۶۰/۰۰±۰/۲۲ <sup>B,a</sup>	۶۰/۰۰±۰/۲۱ <sup>B,a</sup>
نان سنگک + ۱۰ درصد سنجد	۸۴/۰۰±۰/۶۹ <sup>C,a</sup>	۸۴/۰۰±۰/۲۵ <sup>C,a</sup>	۸۴/۰۰±۰/۱۳ <sup>C,a</sup>
نان سنگک + ۱۵ درصد سنجد	۸۹/۰۰±۰/۳۶ <sup>D,a</sup>	۸۹/۰۰±۰/۱۱ <sup>D,a</sup>	۸۹/۰۰±۰/۷۸ <sup>D,a</sup>

اعداد به‌صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت بزرگ در هر ستون و حروف متفاوت کوچک در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

### رطوبت در نمونه نان سنگک

درصد رطوبت محصول با افزایش آرد سنجد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). همچنین با گذشت زمان نیز میزان رطوبت کاهش معنی‌داری داشت، کاهش میزان رطوبت ممکن است به‌علت وجود ترکیبات جاذب رطوبت موجود در آرد سنجد یعنی فیبرها باشد. خاصیت هیدروفوبیکی روغن موجود در آرد سنجد نیز می‌تواند بر کاهش رطوبت تأثیرگذار باشد. نتیجه حاصل‌شده با یافته‌های سایر پژوهشگران مطابقت داشت (Nasrabadi & Nori-Topkanloo, 2020; Sarraf et al., 2017).

### پروتئین در نمونه نان سنگک

درصد پروتئین محصول با افزایش آرد سنجد نسبت به نمونه شاهد تغییراتی را از خود نشان داد (جدول ۳). با افزودن آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک میزان پروتئین به‌خاطر محتوای پروتئین کمتر آرد سنجد نسبت به آرد گندم کاهش یافت، البته با افزایش درصد آرد سنجد در ترکیب نان سنگک روند افزایشی به خود گرفت. همچنین با گذشت

زمان نیز تغییراتی در پروتئین مشاهده نگردید. این نتیجه مطابق با یافته پژوهش‌های پیشین بود (Nasrabadi & Nori-Topkanloo, 2020; Sahan et al., 2013; Sarraf et al., 2017; Zare et al., 2016).

### فنول تام در نان سنگک

باتوجه به وجود ترکیبات فنولی در آرد سنجد، مطابق جدول (۴)، با افزودن آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک، میزان فنول تام در محصول نهایی افزایش یافت که این افزایش با افزایش درصد آرد سنجد مصرفی نیز بیشتر شد. همچنین کاهش غیرمعنی‌داری در میزان تغییرات طی نگهداری مشاهده شد. علت این امر ممکن است مشارکت این ترکیبات در فرایند مهار اکسیداسیون در زمان نگهداری باشد که نتایج حاصله با یافته‌های Asghari و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت. آنان در بررسی تأثیر دارچین، زنجبیل و زیره بر ویژگی‌های کیفی، بافتی و فنلی نان بربری گزارش کردند که گذشت زمان بر محتوای ترکیبات فنولی تأثیر دارد و طی زمان نگهداری ترکیبات فنولی کاهش می‌یابد.

جدول ۵- تغییرات pH و اسیدیته در نمونه‌های نان سنگک حاوی مقادیر مختلفی از آرد سنجد طی نگهداری

ویژگی	زمان نگهداری (روز)		
	۱	۳	۶
نمونه شاهد	۵/۹۲±۰/۰۲ <sup>A,a</sup>	۵/۹۰±۰/۰۳ <sup>A,a</sup>	۵/۸۸±۰/۰۳ <sup>A,a</sup>
pH	نان سنگک+ ۵ درصد سنجد	۵/۷۳±۰/۰۱ <sup>B,a</sup>	۵/۶۹±۰/۰۲ <sup>B,a</sup>
	نان سنگک+ ۱۰ درصد سنجد	۵/۶۲±۰/۰۳ <sup>C,a</sup>	۵/۶۱±۰/۰۲ <sup>C,a</sup>
	نان سنگک+ ۱۵ درصد سنجد	۵/۵۶±۰/۰۱ <sup>D,a</sup>	۵/۵۱±۰/۰۲ <sup>D,a</sup>
نمونه شاهد	۲/۲۱±۰/۰۲ <sup>C,a</sup>	۲/۲۴±۰/۰۲ <sup>D,a</sup>	۲/۲۹±۰/۰۱ <sup>C,b</sup>
اسیدیته	نان سنگک+ ۵ درصد سنجد	۲/۳۵±۰/۰۲ <sup>C,a</sup>	۲/۴۲±۰/۰۱ <sup>D,b</sup>
	نان سنگک+ ۱۰ درصد سنجد	۲/۳۹±۰/۰۲ <sup>B,a</sup>	۲/۴۶±۰/۰۲ <sup>B,c</sup>
	نان سنگک+ ۱۵ درصد سنجد	۳/۱۱±۰/۰۲ <sup>A,a</sup>	۳/۲۴±۰/۰۱ <sup>A,a</sup>

اعداد به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت بزرگ در هر ستون و حروف متفاوت کوچک در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۶- تغییرات فیبر خام، مقدار گلوتن مرطوب و قند کل در نمونه‌های نان سنگک حاوی مقادیر مختلفی از آرد سنجد (بر حسب درصد)

ویژگی	نمونه شاهد	نان سنگک+ ۵ درصد سنجد	نان سنگک+ ۱۰ درصد سنجد	نان سنگک+ ۱۵ درصد سنجد
فیبر خام	۰/۲۰±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۱/۳۰±۰/۲۰ <sup>b</sup>	۱/۵۰±۰/۲۰ <sup>b</sup>	۱/۶۰±۰/۲۰ <sup>b</sup>
گلوتن مرطوب	۲۷/۸۴±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۲۶/۰۰±۰/۳۰ <sup>b</sup>	۲۴/۶۰±۰/۲۰ <sup>c</sup>	۲۴/۵۶±۰/۰۳ <sup>c</sup>
قند کل	۱/۹۰±۰/۲۰ <sup>a</sup>	۳/۹۰±۰/۲۰ <sup>b</sup>	۴/۵۰±۰/۲۰ <sup>c</sup>	۵/۶۰±۰/۲۰ <sup>d</sup>

اعداد به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت در هر سطر نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P < 0.05$ ).

#### اسیدیته در نان سنگک

با افزایش درصد آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک، اسیدیته محصول افزایش معنی داری یافت (جدول ۵). افزایش اسیدیته با افزایش درصد آرد سنجد به علت وجود اسیدهای چرب آزاد در آرد سنجد و همچنین بالابودن میزان اسید اولئیک در آن، که مستعد اکسیداسیون است، می باشد همچنین در طول نگهداری نیز اسیدیته محصول افزایش یافت که ناشی از هیدرولیز تری آسید گلیسرول‌های روغن موجود در آرد سنجد می باشد. هر چند در طول نگهداری اسیدیته بیش از حد مجاز بالا نرفت (Aghakeshipour et al., 2015).

#### فیبر خام در نان سنگک

میزان فیبر خام در نمونه نان سنگک با افزودن آرد سنجد افزایش یافت (جدول ۶). باتوجه به میزان بالای فیبر در آرد سنجد، افزودن این ترکیب منجر به افزایش درصد فیبر از ۰/۲ درصد در نمونه شاهد به ۱/۶ درصد در نمونه نان سنگک حاوی ۱۵ درصد آرد سنجد شد که نشان دهنده غنی شدن نان سنگک با فیبر می باشد که در نمونه شاهد بسیار ناچیز است. نتایج به دست آمده با یافته‌های Nasrabadi و Nori-Topkanloo (۲۰۲۰) مطابقت داشت، آنها مشاهده کردند با افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون نان تست، میزان فیبر افزایش یافت. همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج Zare و همکاران (۲۰۱۶) همراستا بود.

#### گلوتن مرطوب

نتایج اندازه گیری گلوتن مرطوب در جدول (۶) آمده است با افزایش درصد آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک شاخص گلوتن مرطوب روند کاهشی نشان داد بیشترین میزان گلوتن مرطوب مربوط به نمونه شاهد است و نشان دهنده این است که آرد سنجد منجر به رقیق شدن پروتئین‌های مسئول تشکیل شبکه گلوتهی و تحت تأثیر قراردادن کیفیت آن می شود. Peighambardoust و JafarzadehMoghaddam (۲۰۱۴) به بررسی خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر آرد گندم حاوی مخلوط پودر بزرخره پرداختند و نتایج آنها نشان داد که با افزایش درصد افزودن آرد دانه‌های روغنی به آرد گندم، درصد گلوتن مرطوب کاهش یافت و با نتایج تحقیق حاضر همراستا بود.

#### قند کل

آرد سنجد میزان قند بالایی دارد که منجر به افزایش قند نان نمونه سنگک می شود (جدول ۶) به عبارتی با افزایش درصد آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک، میزان قند کل ۳/۹ درصد در نمونه حاوی ۵ درصد آرد سنجد به ۵/۶ درصد در نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد سنجد رسید. نتایج تحقیق حاضر همراستا با یافته‌های Sarraf و همکاران (۲۰۱۷) بود، آنها در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و تجزیه و تحلیل دونات غنی شده با آرد سنجد گزارش کردند که باتوجه به میزان بالای قند در آرد سنجد، افزودن آن به فرمولاسیون، منجر به افزایش محتوای قند دونات غنی شده می شود.

جدول ۷- مقدار عدد زلنی در نمونه‌های خمیر آرد سنگک حاوی مقادیر مختلفی از آرد سنجد (میلی لیتر)

ویژگی	نمونه شاهد	آرد سنگک+۵ درصد سنجد	آرد سنگک+۱۰ درصد سنجد	آرد سنگک+۱۵ درصد سنجد
عدد زلنی	۲۸/۳۹±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۲۷/۱۲±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۲۶/۰۰±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۲۵/۰۰±۰/۰۲ <sup>c</sup>

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P<0/05$ ).

جدول ۸- ویژگی‌های فارینوگراف خمیر مخلوط آرد سنگک و آرد سنجد

ویژگی	جذب آب (درصد)	زمان توسعه خمیر (دقیقه)	ثبات خمیر (دقیقه)	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه (FU)	درجه سست شدن خمیر پس از ۲۰ دقیقه (FU)
نمونه شاهد	۵۲/۰۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۳/۸۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۶/۱۰±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۷۸/۰۰±۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۲۵/۰۰±۵/۰۰ <sup>a</sup>
آرد سنگک+۵ درصد سنجد	۵۳/۹۰±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۳/۴۰±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۴/۵۰±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۷۹/۰۰±۲/۰۰ <sup>a</sup>	۱۳۴/۰۰±۲/۰۰ <sup>b</sup>
آرد سنگک+۱۰ درصد سنجد	۵۴/۵۰±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۳/۷۰±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۴/۱۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۷۲/۰۰±۳/۰۰ <sup>b</sup>	۱۲۵/۰۰±۳/۰۰ <sup>a</sup>
آرد سنگک+۱۵ درصد سنجد	۵۴/۹۰±۰/۰۳ <sup>c</sup>	۱/۸۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۴/۱۰±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۶۲/۰۰±۲/۰۰ <sup>c</sup>	۱۲۰/۰۰±۲/۰۰ <sup>a</sup>

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ( $P<0/05$ ).

### عدد زلنی

(Yavuz et al., 2021) که وجود فیبر باعث افزایش مقدار

گروه‌های هیدروکسیل در خمیر شده و باعث می‌شود که آب بیشتری به دلیل فعل‌وانفعالات هیدروژنی اضافه شود (Roberts et al., 2012). همچنین با افزودن ۱۵ درصد آرد سنجد ثبات خمیر افزایش و زمان توسعه خمیر کاهش می‌یابد. پایداری، فاکتوری است که اشاره به تفاوت بین زمان ورود و خروج از خط ۵۰۰ واحد هابلت طی مخلوط کردن خمیر دارد. همان‌طور که در جدول (۸) نشان داده شده است نمونه شاهد بالاترین ثبات، نمونه ۱۰ و ۱۵ درصد آرد سنجد کمترین و نمونه ۵ درصد آرد سنجد تغییر ناچیزی در پایداری را نشان می‌دهد. علت کاهش پایداری ممکن است به دلیل رقیق شدن گلوتن با افزایش درصد آرد سنجد و جایگزینی آن باشد. توضیح اینکه افزایش زمان گسترش خمیر نشان دهنده کیفیت و مقدار بالای گلوتن آرد است (Yavuz et al., 2021).

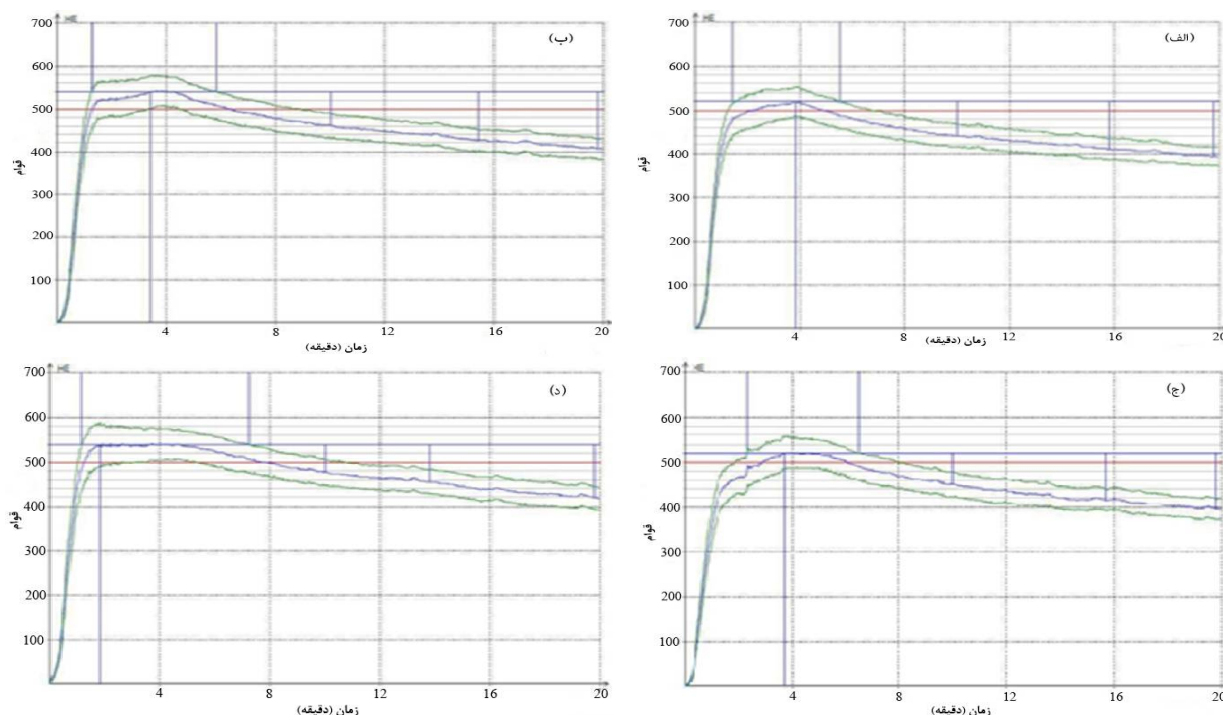
در اثر افزودن آرد سنجد درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه افزایش معنی داری پیدا کرد. افزایش درجه سست شدن خمیر آن را از لحاظ فراوری نامناسب نموده و منجر به کاهش تحمل فرایند تخمیر می‌نماید (Roberts et al., 2021; Yavuz et al., 2021). همان‌طور که در فارینوگرام مشاهده می‌شود تمام نمونه‌های آرد شروع سریع و ناگهانی تشکیل خمیر را نمایش می‌دهند که ممکن است علت این امر تشکیل شدید پیوند دی‌سولفیدی در شبکه گلوتن باشد. چرا که پیوندهای درون مولکولی گلوتن منجر به بانده شدن نشاسته و دیگر ترکیبات آرد می‌شود (Yavuz et al., 2021). از طرفی همان‌طور که در شکل (۱) نمایان است با افزایش درصد آرد سنجد عرض منحنی فارینوگرام افزایش یافت که ممکن است نشان دهنده افزایش خاصیت ارتجاعی گلوتن و انسجام خمیر باشد (Roberts et al., 2012).

جدول (۷) میزان تغییرات زلنی نمونه‌های مورد آزمون را نشان داده است. میزان رسوب زلنی، کیفیت پروتئین آرد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک، عدد زلنی کاهش می‌یابد. این امر ممکن است به این علت باشد که پروتئین‌های موجود در آرد سنجد جزء ماکروپروتئین‌ها نباشند، لذا باعث کاهش عدد زلنی می‌شوند. مطابق یافته‌های حاصل، مقدار گلوتن مرطوب نیز روند کاهشی نشان داد. JafarzadehMoghaddam و Peighamardoust (۲۰۱۴) خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر آرد گندم حاوی مخلوط پودر بزرک خرفه را مورد بررسی قرار دادند، و با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

### آزمون فارینوگراف

نتایج حاصل از ارزیابی آزمون‌های رئولوژیکی نمونه خمیر نان سنگک غنی شده با آرد سنجد توسط آزمون فارینوگراف تعیین گردید. همان‌طور که در جدول (۸) و شکل (۱) مشاهده می‌شود در این آزمون شاخص‌های جذب آب (درصد)، زمان توسعه خمیر (دقیقه)، ثبات خمیر (دقیقه) و درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه واحد فارینوگراف (FU<sup>۱</sup>) مورد بررسی قرار گرفت. شکل (۱) مقایسه شمای کلی منحنی فارینوگرام تیمارهای آزمون شده را نشان می‌دهد. با افزودن آرد سنجد رفتار رئولوژیکی خمیر تضعیف می‌شود به طوری که با افزودن آرد سنجد درصد جذب آب افزایش پیدا می‌کند، دامنه جذب آب از ۵۲ درصد نمونه شاهد تا ۵۴/۹ درصد آرد سنجد می‌باشد. علت این امر را می‌توان به فیبر موجود در آرد سنجد نسبت داد

<sup>1</sup> Farinograf Unit



شکل ۱- منحنی‌های فارینوگرام نمونه‌های آردهای غنی شده با درصدهای مختلف، الف) شاهد، ب) مخلوط ۵ درصد آرد سنجد، ج) مخلوط ۱۰ درصد آرد سنجد و د) مخلوط ۱۵ درصد آرد سنجد

#### آزمون اکستنسوگراف

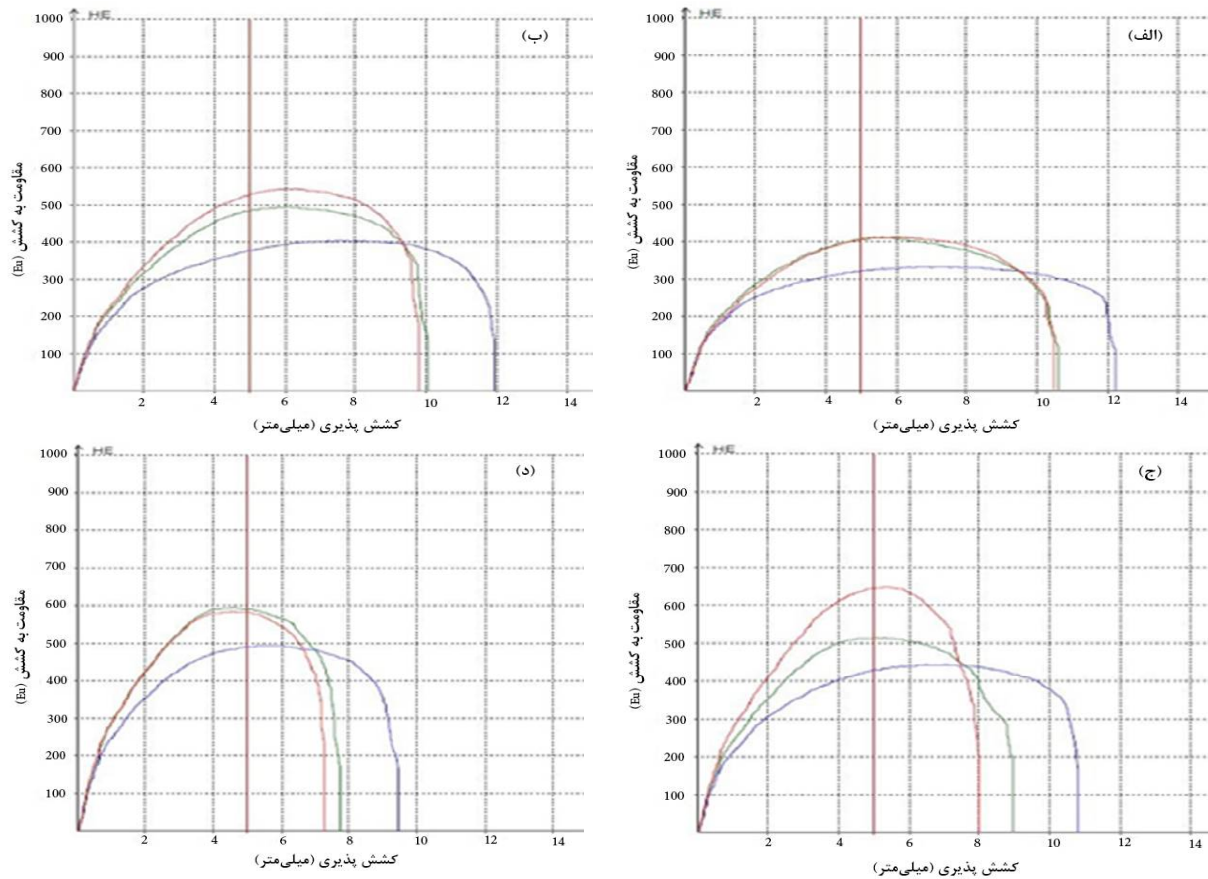
اکستنسوگراف دستگاهی است که برای تعیین قابلیت کشش خمیر و مقاومت در مقابل کشش از آن استفاده می‌شود (Naeemi et al., 2014). این آزمون اطلاعاتی درباره رفتار ویسکوالاستیک خمیر و قابلیت اتساع‌پذیری شبکه گلوتنی ارائه می‌نماید (Peighambardoust & JafarzadehMoghaddam, 2014). هر چقدر میزان مقاومت به کشش بیشتر باشد کیفیت آرد از لحاظ کشش‌پذیری مناسب‌تر خواهد بود. لذا میزان عددی آن برای آردهای ضعیف ۱۵۰ واحد اکستنسوگراف (EU<sup>1</sup>) و برای آردهای قوی ۵۶۰ واحد اکستنسوگراف می‌باشد. از طرفی قابلیت کشش برای آردهای ضعیف ۱۸۰ میلی‌متر و برای آردهای قوی ۱۵۵ میلی‌متر است (Naeemi et al., 2014). شکل (۲) مقایسه کلی منحنی‌های اکستنسوگرام تیمارهای موردآزمون را نشان می‌دهد. باتوجه به نتایج شکل (۲) و جدول (۹)، با افزایش مقدار آرد سنجد در فرمولاسیون و همچنین افزایش زمان استراحت از ۴۵ تا ۱۳۵ دقیقه مقاومت به کشش (جزء الاستیک) افزایش می‌یابد که مقاومت بالاتر در برابر کشش‌پذیری، نشان‌دهنده فرایندپذیری بهتر و تحمل بیشتر تخمیر است که کمترین مقدار آن برای نمونه شاهد ۴۰۹ واحد اکستنسوگراف و بیشترین آن برای نمونه آرد ۱۵

درصد سنجد، ۵۹۲ واحد اکستنسوگراف می‌باشد (Naeemi et al., 2014; Yavuz et al., 2021).

علت این امر به دلیل فعل‌وانفعالات رخ داده روی گلوتنین‌ها و وجود ساختارهای فیبری در فرمولاسیون می‌باشد که طی پدیده توده‌ای شدن<sup>۲</sup> خودآرایی شده و منجر به تشکیل شبکه گلوتنی یکنواخت می‌شود. باتوجه به اینکه آرد سنجد حاوی فیبر است لذا وجود این ماده باعث سفت شدن گلوتن شده و روی جزء الاستیک خمیر اثر مثبت می‌گذارد (Peighambardoust & JafarzadehMoghaddam, 2014). همچنین مقدار قابلیت کشش (جزء ویسکوز) خمیر که نشان‌دهنده رفتار ویسکوز خمیر است با افزایش درصد آرد سنجد مصرفی کاهش می‌یابد که نشان می‌دهد آرد سنجد بر خواص قابلیت کشش تأثیر منفی دارد و این امر ممکن است به علت درشت بودن اندازه ذرات آرد سنجد نسبت به آرد گندم و همچنین وجود و افزایش فیبر و از طرفی کاهش میزان گلوتن در فرمولاسیون باشد که منجر به پاره شدن زودتر گلوتن می‌شود. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های Peighambardoust & JafarzadehMoghaddam (۲۰۱۴) در بررسی خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر آرد گندم حاوی مخلوط پودر بزرگ خرفه مطابقت دارد.

<sup>2</sup> Aggregation

<sup>1</sup> Extensograph Unit



شکل ۲- منحنی‌های اکستنسوگراف نمونه آرد شاهد و آردهای غنی‌شده با درصد‌های مختلف آرد سنجد، (الف) نمونه شاهد، (ب) مخلوط ۵ درصد آرد سنجد، (ج) مخلوط ۱۰ درصد آرد سنجد و (د) مخلوط ۱۵ درصد آرد سنجد

با نمونه شاهد، با افزایش درصد آرد سنجد میزان فیبر (۱/۶ درصد) و فنول تام (۸۹/۷۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسید گالیک) افزایش یافت و سایر ویژگی‌های کیفی از جمله خواص رئولوژیکی خمیر بهبود پیدا کرد. نان‌های سنگک تولیدشده در حین نگهداری نیز ویژگی‌های کیفی مطلوب خود را حفظ کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که به‌طور کلی با در نظر گرفتن تمامی فاکتورهای مورد بررسی، نان سنگک غنی‌شده با آرد سنجد ۱۰ درصد در مدت زمان نگهداری ۳ روز، نمونه مطلوبی می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برای تأمین هزینه طرح پژوهشی با شماره کد ۰۴-۱۴۰۱-۰۲ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### مشارکت نویسندگان

زینب رفتنی‌امیری: ارائه ایده پژوهشی و طراحی مطالعه، نظارت بر مطالعه، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها، بازبینی و اصلاح مقاله، تأیید نسخه نهایی؛ ذاکر آفاکشی‌پور:

جدول ۹- ویژگی‌های اکستنسوگراف خمیر مخلوط آرد سنگک و آرد سنجد

ویژگی	مقاومت به کشش (EU)	قابلیت کشش (Sarraf et al., 2017)
نمونه شاهد	۴۰۹/۰۰±۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۰۶/۰۰±۲/۰۰ <sup>a</sup>
آرد سنگک+۵ درصد سنجد	۴۸۷/۰۰±۲/۰۰ <sup>b</sup>	۱۰۰/۰۰±۳/۵۰ <sup>a</sup>
آرد سنگک+۱۰ درصد سنجد	۵۱۵/۰۰±۱/۰۰ <sup>c</sup>	۹۰/۰۰±۵/۰۰ <sup>b</sup>
آرد سنگک+۱۵ درصد سنجد	۵۹۲/۰۰±۲/۰۰ <sup>d</sup>	۷۷/۰۰±۲/۰۰ <sup>c</sup>

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P < 0.05$ ). EU: واحد اکستنسوگراف هابلت می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که آرد سنجد غنی از فنول تام (۳۹۵۷/۰۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسید گالیک) و فیبر (۴/۰۸ درصد) بوده و می‌توان از آنها در تهیه محصول غنی‌شده نان سنگک استفاده کرد. همچنین در بررسی تأثیر استفاده از آرد سنجد در فرمولاسیون نان سنگک در مقایسه



## تعارض منافع

جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها، تجزیه و تحلیل و تفسیر

بنابر اظهار نویسندگان، هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

داده‌ها، نوشتن پیش‌نویس مقاله.

## منابع

- AACC. (2000a). Nos. 14-15, 46-12, 32-10, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, The Association, St. Paul, MN. . In.
- AACC. (2000b). Nos. 54-21, 54-10, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, The Association, St. Paul, MN. . In.
- Abdel-Salam, A. (2010). Functional foods: Hopefulness to good health. *American Journal of Food Technology*, 5(2), 86-99. <https://doi.org/10.3923/ajft.2010.86.99>.
- Aghakeshipour, Z., Azadmard, d. S., Peighambaroust, S., & Oladghaffari, A. (2015). Some qualitative properties of functional macaroni with flaxseed powder. *Journal of Food Research (Agriculture Science)*, 24(2), 559-567 (in Persian).
- AOAC. (2005). Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC: Association of Official Analytic Chemists. In.
- Asghari, F., Shahidy, S. A., & GhorbaniHassan sariei, A. (2018). *Effect of Cinnamon, Ginger and Cumin on the quality, texture and Phenolic Characteristics of Barbary bread* Second International and 25<sup>th</sup> Iranian Congress on Food Science and Technology, Sari. <https://civilica.com/doc/873511/> (in Persian)
- Borchani, C., Masmoudi, M., Besbes, S., Attia, H., Deroanne, C., & Blecker, C. (2011). Effect of date flesh fiber concentrate addition on dough performance and bread quality. *Journal of texture Studies*, 42(4), 300-308. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2010.00278.x>
- Iran National Standards Organization. (2009). Wheat flour- Determination of sedimentation index (Zeleny test), (INSO No. 3681, 1<sup>st</sup> Revision). (in Persina)
- Iran National Standards Organization. (2017). Cereals, Cereals-based products and animal feeding stuffs-Determination of crude fat and total fat content by the Randall extraction method, (INSO No. 11691, 1<sup>st</sup> Revision). (in Persina)
- Iran National Standards Organization. (2018). Wheat flour-Specifications and test methods, (INSO No. 103, 6<sup>th</sup> Revision). (in Persina)
- Iran National Standards Organization. (2022). Sangak bread-Code of practice, (INSO No. 6943, 1<sup>st</sup> Revision). (in Persina)
- Iran National Standards Organization. (2023). Biscuit- Specifications and test methods Amd. No. 1, (INSO No. 37). (in Persina)
- Kamaliroosta, L., Ardebili, M., Asadi, G. H., Tarzi, B., & Azizinejad, R. (2016). Determination of quality indices as criteria to assess traditional Sangak bread quality. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 11(4), 55-69 (in Persian).
- Lavini, A., Mohtarami, F., Pirs, S., & Talebi, A. (2022). The Effect of *Elaeagnus Angustifolia* (Oleaster) Powder on Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Gluten Free Bread. *Journal of food science and technology (Iran)*, 18(119), 1-15. <https://doi.org/10.52547/fsct.18.119.1>
- Naeemi, S., Elhami Rad, A. H., & Armin, M. (2014). *The Effect of Farinograph and Extensigraph On Commercial Wheat Flours in Khorasan Razavi Province* The first National Congress on Snack Foods, Mashhad. <https://civilica.com/doc/267385> (in Persian)
- Nasrabadi, M. S., & Nori-Topkanloo, H. (2020). The Effect of Wheat Flour Replacement with *Elaeagnus Angustifolia* Powder on Physicochemical and Sensory Properties of Toast Bread. *Food Engineering Research*, 19(1), 155-168. <https://doi.org/10.22092/fooder.2019.125299.1202> (in Persian)
- Payan, R. (2006). *Introduction to technology of cereal products*. Ayizh. (in Persian)
- Peighambaroust, S. H., & JafarzadehMoghaddam, M. (2014). Farinograph and extensigraph properties of wheat dough containing flaxseed-purslane mixture. *Journal of Food science and Technology*, 43(11), 119-132. (in Persian)
- Roberts, K., Cui, S., Chang, Y., Ng, P., & Graham, T. (2012). The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread. *Food Hydrocolloids*, 26(2), 350-358. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.030>
- Sahan, Y., Dundar, A. N., Aydin, E., Kilci, A., Dulger, D., Kaplan, F. B., Gocmen, D., & Celik, G. (2013). Characteristics of cookies supplemented with oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) Flour. I physicochemical, sensorial and textural properties. *Journal of Agricultural Science*, 5(2), 160. <https://doi.org/10.5539/jas.v5n2p160>
- Sarraf, M., Sani, A. M., & Atash, M. M. S. (2017). Physicochemical, organoleptic characteristics and image analysis of the doughnut enriched with oleaster flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e13021. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13021>
- Yavuz, Z., TÖrnÜk, F., & Durak ,M. Z. (2021). Effect of oleaster flour addition as a source of dietary fiber on rheological properties of wheat dough. *European Food Science and Engineering*, 2(1), 7-12.
- Zare, Z., Noori, L., & Danesh, M. (2016). Study of the effect of replacing wheat flour with oatmeal flour on physicochemical and sensory characteristics of olive cake. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 8(2), 55-63. <https://doi.org/10.1155/2020/1493638> (in Persian)

## Physicochemical and Rheological Properties of Sangak Bread with Oleaster Flour

Zeynab Raftani Amiri<sup>1\*</sup>, Zaker Aghakeshipour<sup>1</sup>

1- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

\* Corresponding author (z.raftani@sanru.ac.ir)

### Abstract

Bread is one of the foods that is dominant food of the people. Among the bread consumed, sangak bread is important because of its nutritional value. Oleaster is a substance with the scientific name of *Elaeagnus angustifolia* and belongs to the *Elaeagbaceae* family. This fruit has a wide nutritional value and recent research indicates its therapeutic properties. This fruit is widely used in the food industry. In this research, physicochemical and rheological properties of sangak bread whit oleaster flour were evaluated. In this study, zero, 5, 10 and 15% of oleaster flour were used in the formulation of sangak bread and during storage for 6 days, some of qualitative characteristics were measured and compared to control sample. These properties included: moisture percent, pH, acidic value, total phenol, protein, total sugar, fiber, wet gluten, sedimentary number and rheological tests of dough. The results showed that an increase in the percent of oleaster flour led to an increase in total sugar, protein content, total phenol, fiber and acidity as well as a decrease in the pH. Also, its rheological properties such as water absorption percentage (due to the presence of fiber in oleaster flour) and the stability of the dough increased, also the development time and the softening degree of the dough decreased, which indicates the high tolerance of the dough for fermentation. The results of this study showed that by adding oleaster flour up to 15% in the sangak bread formulation, a product with high nutritional value can be presented to the consumer market.

**Keywords:** Fiber, Oleaster, Sangak bread, Total phenol

