**مجله علوم و صنایع غذایی ایران**

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

# بررسی کاربرد تفاله چغندرقند و خمیرترش بر کمیت و کیفیت نان باگت

**عاطفه احراری[۱]، شادی بلوریان[۲*]، غلامعلی گلی موحد[۳]**

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران.

۲- گروه پژوهشی افزودنی‌های مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد.

۳- گروه پژوهشی فراوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ های مقاله :**

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۱۱/۲۶**

**تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۷**

**کلمات کلیدی:**

غنی‌سازی،

نان، بافت،

رنگ.

**DOI: 10.22034/FSCT.19.132.161**

**DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.12.5**

* مسئول مکاتبات:

Shadibolourian@yahoo.com

**چکیده**

**نان یکی از مهم‌ترین مواد غذایی بر پایه گندم است که به‌عنوان یک منبع عالی انرژی و پروتئین نقش حیاتی در تغذیه مردم جهان دارد. بنابراین توسعه نان غنی‌شده یکی از راه‌های مؤثر در تأمین برخی از مواد مغذی موردنیاز مردم می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تفاله چغندرقند و خمیرترش بر خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان باگت بود. بدین منظور تفاله پرس شده چغندرقند و میزان خمیرترش به ترتیب در سه سطح ۲، ٦ و ۱۰ درصد و ۱۰،۵و ۱۵ درصد بر پایه وزن آرد در مرحله تهیه خمیر اضافه شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، آزمون‌های رنگ، بافت، رطوبت، فعالیت آبی، حجم مخصوص و ارزیابی حسی نان باگت انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش میزان تفاله چغندرقند و خمیرترش در فرمولاسیون نان باگت باعث افزایش میزان رطوبت، حجم مخصوص و پذیرش کلی شد و a* کاهش یافت، همچنین تأثیر تفاله چغندرقند نسبت به خمیرترش بر b* کمتر بود. بنابراین استفاده از نمونه حاوی ٦درصد تفاله چغندرقند و ۱۰درصد خمیرترش به‌عنوان نمونه بهینه سبب بهبود ویژگی‌های کیفی نان باگت گردید.**

## ۱-مقدمه

نان مهم‌ترین ماده غذایی بر پایه گندم است که در سراسر دنیا تولید می‌شود و همچنین محبوب‌ترین محصولی است که در ایران مصرف می‌شود [۱]. بیش از نیمی از انرژی و پروتئین دریافتی انسان از طریق مصرف نان تأمین می‌گردد. طبق آمار موجود سالیانه میزان ۳۰ درصد از این محصول به‌صورت ضایعات از سبد غذایی خارج می‌شود که این مقدار معادل ۲ میلیون تن گندم می‌باشد. این در حالی است که ۳ تا ۵ میلیون تن گندم وارد کشور می‌شود که در حقیقت برابر با میزان ضایعات در این بخش است [۲ و۳]. بیاتی ازجمله عواملی است که در ایجاد ضایعات نان نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. بیاتی تغییر در ظاهر، طعم، مزه و بافت نان و درنهایت کاهش پذیرش آن توسط مصرف‌کننده است. به‌عبارت‌دیگر تغییرات فیزیکوشیمیایی که باعث کاهش کیفیت نان می‌شوند را بیات شدن می‌نامند [۲ و ٤]. امروزه روش‌های بسیاری برای کاهش بیاتی نان مطرح هستند. ازجمله این روش‌ها می‌توان به استفاده از صمغ‌ها و مواد فیبری در فرمولاسیون نان به‌منظور کاهش بیاتی و بهبود کیفیت نان اشاره نمود [۵و٦]. فیبر یک واژه عمومی است که انواع مختلفی از کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای و لیگنین را در برمی‌گیرد [۷]. فیبرهای رژیمی علاوه بر اثرات مفیدی که بر سلامتی دارند، به دلیل ویژگی‌های عملکردی مناسب نظیر جذب آب، جذب روغن و افزایش ویسکوزیته، در صنایع غذایی نیز کاربرد گسترده‌ای دارند [۸، ۹، ۱۰ و۱۱]. یکی از منابع فراوان و ارزان‌قیمت فیبر، ضایعات کارخانجات فرآوری محصولات خام کشاورزی است. ازجمله ضایعات حاوی فیبر بالا می‌توان به تفاله چغندرقند اشاره نمود. ظرفیت نگهداری آب این فیبر بالاتر از فیبرهای غلات بوده و می‌توان از آن به‌عنوان ماده پرکننده در صنایع غذایی استفاده نمود. همچنین میزان اسید فیتیک در فیبر تفاله چغندرقند اندک بوده و مصرف آن اختلالی در جذب آهن ایجاد نمی‌کند [۷، ۱۲ و ۱۳]. مجذوبی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که تفاله چغندرقند عمدتاً باعث افزایش قوام و پایداری خمیر می‌گردد. لذا استفاده از آن در تهیه خمیرهایی که از آردهای ضعیف به دست می‌آیند و یا جهت تهیه خمیری با قوام بالا مناسب است. تفاله چغندرقند را می‌توان در تهیه خمیر نان‌هایی که فرایند تولید آن‌ها (شامل مخلوط سازی و تخمیر) طولانی است بکار برد. زیرا این مراحل باعث سست شدن خمیر می‌گردد و حضور تفاله چغندرقند می‌تواند قوام خمیر را حفظ کند [١٤]. مهدیان و همکاران (۱۳۹۲) اثر افزودن فیبر تفاله چغندرقند بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نان تست را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که افزودن فیبر تفاله چغندرقند به آرد گندم از ویژگی‌های مثبت متعددی نظیر افزایش میزان ظرفیت نگهداری آب و درنتیجه حفظ تازگی نان (تأخیر در بیاتی)، افزایش فیبر، کاهش زمان عمل‌آوری خمیر، کاهش زمان پخت، بهبود فرآیند تخمیر، افزایش ارزش غذایی نان برخوردار بود و بنابراین ماده مذکور، افزودنی مناسبی جهت بهبود کیفیت نان تست به شمار می‌آید [۱۵]. شورونیا-سیموویچ و همکاران (۲۰۲۱) محصولات جانبی غنی از فیبر رژیمی ازجمله فیبر چغندرقند و پودر غلاف خرنوب را بر خواص رئولوژیکی خمیر بررسی کردند، نتایج حاکی از آن است که مقاومت خمیر با افزودن SBF و CF در خمیر به ترتیب ۵۵ و ۷۵ درصد افزایش یافت، همچنین اثر ترکیبی CF و SBF مقاومت خمیر را تا ۱۰۰ درصد افزایش داد [١٦].

یکی دیگر از روش‌های مؤثر برای بهبود کیفیت حسی و عملکردی نان‌ها، استفاده از تکنیک‌های فرآوری بیولوژیکی مانند خمیرترش است. مخمرها و باکتری‌های اسیدلاکتیک میکروب‌های خمیرترش را تشکیل داده که در طی فرآیند تخمیر، انواع اسیدهای آلی و مواد طعم‌دهنده خاصی مانند الکل‌ها، آلدهیدها و استرها را تولید و باعث ایجاد طعم و آروما‌ی مطبوع در نان می‌شود [۱۷]. تخمیر خمیرترش می‌تواند تولید سلامت غلات را از چند طریق اصلاح کند: می‌تواند باعث بهبود بافت و خوش‌طعم شدن غلات کامل، تولید محصولات غنی از فیبر یا بدون گلوتن، تثبیت یا افزایش سطح مختلف ترکیبات فعال زیستی، تأخیر در دسترس بودن نشاسته (محصولات با شاخص گلایسمیک پایین) شود و همچنین فراهمی زیستی مواد معدنی را بهبود بخشد [۱۸]. در همین راستا آرنت و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر خمیرترش بر بافت نان بدون گلوتن را بررسی کردند. مطالعات ارائه‌شده در این بررسی نشان داد که افزودن خمیرترش باعث کاهش بیاتی و بهبود کیفیت نان، افزایش فراهمی زیستی مواد معدنی و کاهش محتوای فیتات گردید [۱۹]. پازوکی و همکاران

(۱۳۹۸) در بررسی تأثیر استفاده از خمیرترش تهیه‌شده از آرد سخت و نرم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان باگت بیان داشتند که نمونه‌های تولیدی از آرد قوی‌تر از رطوبت و حجم مخصوص بالاتر، تخلخل بیشتر و سفتی و بیاتی کمتری برخوردار بودند [۲۰].

با توجه به نیاز جامعه درزمینهٔ کاهش ضایعات و بالا بردن کیفیت و زمان ماندگاری محصولات نانوایی، هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر تفاله چغندرقند و خمیرترش بر خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان باگت می‌باشد.

## ۲-مواد و روش‌ها

### ۲-۱-مواد

مواد مصرفی موردنیاز جهت تهیه نان باگت شامل آرد ستاره ممتاز با درجه استخراج ۸۳ درصد و ویژگی‌های شیمیایی شامل رطوبت (۱۲/۸ درصد)، خاکستر (۰/٦۷٦ درصد) و گلوتن مرطوب (۲۵/۷ درصد) از شرکت سهامی خاص آرد قدس رضوی، روغن مایع لادن، شکر کارخانه قند نیشابور، خمیرمایه تر از شرکت خمیرمایه رضوی، بهبود دهنده از شرکت سحر، تفاله چغندرقند از کارخانه قند تربت‌حیدریه، نمک و خمیرترش از بازار محلی خریداری شد.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- آماده‌سازی تفاله

تفاله پرس شده چغندرقند از کارخانه قند تهیه و در دمای ٦۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. تفاله خشک‌شده، آسیاب و توسط الک با مش ٦۰ غربال و پودر حاصل در کیسه‌های اتیلنی بسته‌بندی و سپس در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در محیطی بدون نور و رطوبت، تا زمان استفاده نگهداری شدند [۲۱].

#### ۲-۲-۲- تهیه خمیرترش

برای این نسبت ۱۰۰ قسمت آرد، ۵۰ قسمت آب، ۳ درصد نمک، ۲ درصد مخمر و زمان تخمیر (۲٤۰دقیقه) مورداستفاده قرار گرفت، از این میزان خمیرترش ۵، ۱۰و ۱۵درصد به خمیر در میکسر اضافه شد [۲۲].

#### ۲-۲-۳- تهیه نمونه‌های نان

به‌منظور تولید باگت، نسبت اجزای اصلی: شامل آرد ستاره ممتاز به میزان ۱۰۰ درصد، آب (با توجه به جذب آب فارینوگراف)، مخمر خشک فعال (۱/۵ درصد)، بهبوددهنده (۰/۲۵ درصد)، نمک (۱/٤ درصد)، شکر(۱ درصد)، روغن (۰/۵ درصد)، تفاله چغندرقند و خمیرترش در مخزن میکسر به مدت ۲ دقیقه بدون آب مخلوط شد. سپس به آن حدود ۱/۵ لیتر آب اضافه گردید و با سرعت کم به مدت ٤-۳ دقیقه مخلوط و مجدد با سرعت متوسط ۳ دقیقه دیگر همزده شد، درنهایت به مدت ٤ دقیقه در مخلوط‌کن با سرعت سریع همزده شد. پس از مخلوط شدن کامل ماده با آب و تشکیل خمیر شکل‌پذیر، به نمونه به مدت ۷ دقیقه استراحت داده شد. سپس تکه‌های خمیر خرد و گرد گردید و بر این اساس، مدت‌زمان استراحت میانی به مدت ۵ دقیقه به نمونه‌ها داده شد. بعد از قطعه شدن خمیر، وارد ماشین نورد[1] برای انجام مرحله نهایی تخمیر شدند و در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ به مدت ٤۵ دقیقه نگهداری شدند. درنهایت به مدت ۱۵ دقیقه در فر با دمای ۲۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌های نان در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) نگهداری شد. در این مطالعه میزان تفاله چغندرقند (٦،۲ و ۱۰درصد بر پایه وزن آرد)، درصد خمیرترش (۱۰،۵ و۱۵ درصد بر پایه وزن آرد) و زمان‌های نگهداری (صفر، ٤۸ و۹٦ ساعت) بود [۲۳].

#### ۲-۲-٤-آزمون‌های مورد بررسی

#### ۲-۲-٤-۱- فیزیکوشیمیایی

#### ۲-۲-٤-۱-۱ آزمون رطوبت

اندازه‌گیری رطوبت، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۵، انجام شد [۲٤].

#### ۲-۲-٤-۱-۲-اندازه‌گیری حجم مخصوص نان

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های نان از روش جایگزینی حجم با دانه ارزن مطابق با استاندارد AACC 2000 شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فواصل زمانی صفر، ٤۸ و ۹٦ ساعت پس از پخت، قطعه جداگانه از هر نمونه نان به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر با ترازوی دیجیتالی توزین گردید،

1. Rolling machine

سپس حجم استوانه مدرج به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر با دانه ارزن جایگزین شد. آنگاه قطعه نان موردنظر در درون استوانه مدرج قرار داده شد و حجم نهایی گزارش شد. در انتها از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد [۲۵].

**۲-۲-٤-۱-۳-اندازه‌گیری میزان فعالیت آبی**

فعالیت آبی هر یک از نمونه‌ها، با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی (مدل Lab Touch، ساخت کشور انگلستان) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه‌گیری شد [۲٦].

**۲-۲-٤-۲- آزمون بافت سنجی**

برای سنجش نمونه‌ها از دستگاه بافت سنج[2] ساخت کشور آمریکا مدلLLOYD استفاده شد. بدین منظور، یک قطعه مکعبی نان با ابعاد$cm^3$ ۳×۳×۳ توسط پروب دستگاه دو بار فشرده شد، سرعت پروب ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و قطر پروب ۵۰ میلی‌متر است. در این روش پارامترهایی مانند سختی (حداکثر نیروی لازم برای فشردن ماده غذایی بین دندان‌های آسیاب تا حصول تغییر شکل معین)، نیروی شکست (بستگی به پیوستگی و سختی بافت ماده غذایی دارد)، موردبررسی قرار گرفتند [۱].

**۲-۲-٤-۳-ارزیابی رنگ پوسته نان:**

آنالیز رنگ پوسته نان به روش پردازش تصویر و با استفاده از نرم‌افزار Image J تعیین شد و شاخص‌های L*,a*,b* اندازه‌گیری شدند [۲۷].

**۲-۲-٤-٤ ارزیابی خصوصیات حسی تیمارهای مختلف نان:**

در این تحقیق برای ارزیابی حسی از یک گروه پانل ۵ نفره استفاده شد. صفت‌های ظاهر، عطر، طعم و بافت موردبررسی قرار گرفتند. شاخص‌های حسی نمونه‌های نان در سه زمان صفر، ٤۸ و ۹٦ ساعت بعد از فرایند پخت به روش پنج نقطه‌ای موردبررسی قرار گرفت [۲۸].

## ۲-۳-تجزیه‌وتحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح آماری باکس بنکن با متغیرهای مستقل میزان افزودن تفاله چغندرقند، درصد خمیرترش و زمان‌های نگهداری و متغیرهای وابسته شامل آزمون فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی، بافت سنجی، رنگ انجام شد. به‌منظور آنالیز داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار مینی تب نسخه ۱٦ استفاده شد.

**Table 1** Independent variables (sugar beet pulp, sourdough and time) and levels used in the box-bancon design

| Row | sugar beet pulp | sourdough | time |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 10 | 0 |
| 2 | 2 | 10 | 96 |
| 3 | 2 | 5 | 48 |
| 4 | 10 | 5 | 48 |
| 5 | 10 | 10 | 0 |
| 6 | 6 | 5 | 0 |
| 7 | 10 | 10 | 96 |
| 8 | 2 | 15 | 48 |
| 9 | 6 | 15 | 96 |
| 10 | 10 | 15 | 48 |
| 11 | 6 | 5 | 96 |
| 12 | 6 | 10 | 48 |
| 13 | 6 | 10 | 48 |
| 14 | 6 | 10 | 48 |
| 15 | 6 | 15 | 0 |

# ۳-نتایج و بحث

## ۳-۱-بررسی اثر متغیرها بر رطوبت

یکی از مهم‌ترین و بااهمیت‌ترین فاکتورهای تکنولوژیکی نان، میزان محتوای رطوبت آن می‌باشد. خصوصیاتی همانند حس تازه بودن، داشتن احساس دهانی مطلوب، تأخیر در بیاتی و مدت‌زمان نگهداری نان به‌طور مستقیم تحت تأثیر میزان رطوبت آن است [۲۹]. همچنین آب نقش بسیار مهم و حیاتی در بیاتی نان بازی می‌نماید. برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند و میزان رطوبت به‌عنوان پاسخ اندازه‌گیری شده، از معادله رگرسیونی مدل درجه‌دو استفاده گردید (معادله ۱):

رطوبت = -17.47 + 6.28 Beet pulp + 4.57 sourdough + 0.2403 Time – 0.3958 Beet pulp*Beet pulp – 0.1678 sourdough*sourdough – 0.002667 Time*Time – 0.01257 Beet pulp*Time

همان‌گونه که در شکل (a-۱)، نشان داده‌شده است با افزایش میزان تفاله چغندرقند و خمیرترش درصد رطوبت نیز افزایش پیدا نمود (P<۰/۰۵). با توجه به شکل، بیشترین تأثیر برای این پارامتر مربوط به خمیرترش است. همچنین با افزایش تفاله چغندر تا

2. TPA (Texture Profile Analyzer)

حدود ٦ درصد میزان رطوبت به‌شدت افزایش یافت اما پس‌ازآن میزان رطوبت کاهش یافت. مجذوبی و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهش خود گزارش دادند که با افزایش میزان تفاله چغندرقند در خمیر به علت قابلیت جذب آب تفاله، میزان جذب آب به‌شدت افزایش یافت که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. علت این مسئله حضور ترکیبات هیدروکلوئیدی منجمله منابع فیبری نامحلول در آب مانند سلولز و همی سلولز) می‌باشد [۳۰]. به همین علت وجود این مواد در خمیر نان سبب افزایش میزان جذب آب می‌گردد. توریری و همکاران (۲۰۱٤) تأثیر خمیرترش را بر ماندگاری و کیفیت نان بررسی کردند نتایج نشان داد که افزودن خمیرترش باعث ماندگاری، رطوبت بالاتر و خواص مکانیکی بهتر نان در طول زمان ماندگاری شد [۳۱].

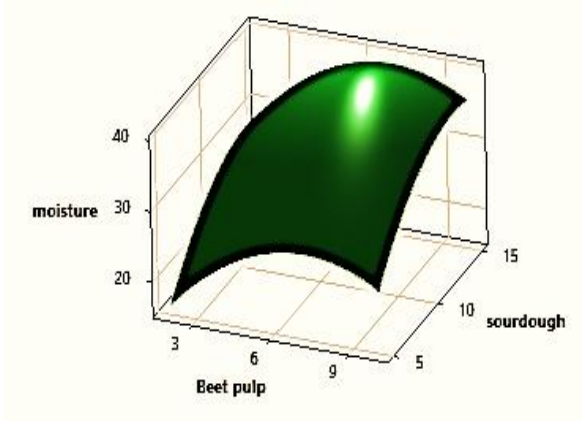


**Fig 1** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on moisture (a)

## ۳-۲- بررسی اثر متغیرها بر حجم مخصوص

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند و حجم مخصوص به‌عنوان پاسخ اندازه‌گیری شده، از معادله رگرسیونی به‌دست‌آمده زیر استفاده گردید (معادله ۲):

**=حجم مخصوص**

-2.117 + 0.764 Beet pulp + 0.457 sourdough
+ 0.02636 Time
- 0.0489 Beet pulp*Beet pulp –
0.01675 sourdough*sourdough
- 0.000271 Time*Time – 0.001682 Beet pulp*Time

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس حجم مخصوص مشاهده گردید که سه فاکتور مستقل تفاله چغندرقند، خمیرترش و زمان تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$)، بر میزان حجم مخصوص داشتند. همان‌گونه که در شکل (a-۲)، نمایش داده‌شده است با افزایش میزان درصد تفاله چغندر تا۹ درصد و افزایش میزان خمیرترش حجم مخصوص نیز افزایش یافت. شکل (b-۲)، تأثیر جداگانه هرکدام از پارامترهای مستقل را روی حجم مخصوص نشان می‌دهد. بیشترین تأثیر در این پارامتر مربوط به افزایش درصد خمیرترش می‌باشد (تا ١٤درصد). همچنین این نمودار نشان داد با افزایش زمان در ابتدا میزان حجم مخصوص افزایش اما پس‌ازآن حجم مخصوص به‌شدت کاهش یافت، علت این پدیده را می‌توان به این‌گونه بیان نمود که فیبرهای موجود در تفاله چغندر سبب رقیق شدن گلوتن می‌شوند اما به دلیل تأثیر بر پایداری حباب‌های هوا در حین شکل‌گیری و پس‌ازآن در طی نگهداری سبب افزایش حجم و نرمی بافت نان می‌شوند [۳۲]؛ این نتایج با گزارشات کاتینا و همکاران (۲۰۰٦)هم‌خوانی داشت [۳۳]. نتایج حاصل از این پژوهشگران نشان داد که افزودن خمیرترش به فرمولاسیون نان سبب شد که میزان حجم نان افزایش یابد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت.

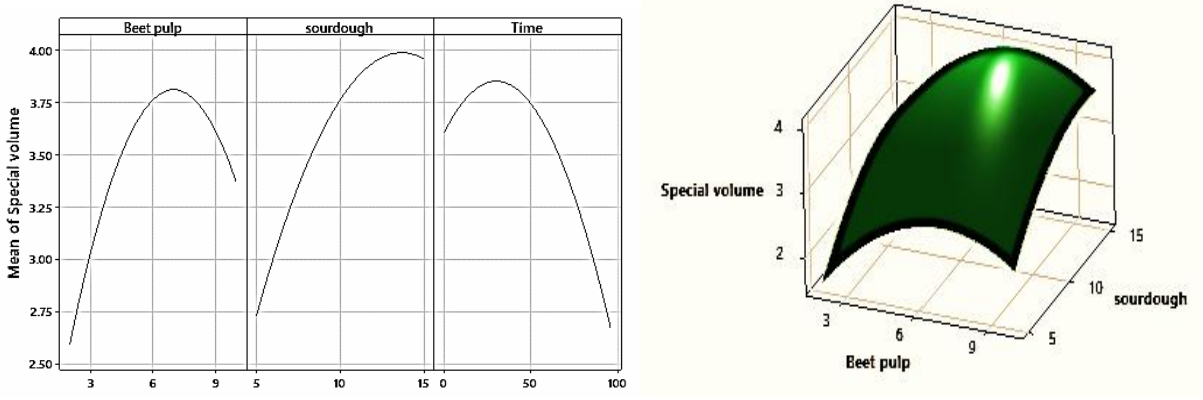


**Fig 2** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on specific volume (a) effect of process parameters on specific volume (b)

## ۳-۳- بررسی اثر متغیرها بر فعالیت آبی

در شکل (a-۳)، تأثیر معنی‌دار تعاملی پارامترهای تفاله چغندرقند و خمیرترش روی فعالیت آبی نشان داده‌شده است. همان‌گونه که در تصویر نشان داده‌شده است با افزایش میزان تفاله چغندرقند تا حدود ۹ درصد و افزایش خمیرترش تا حدود ۱۰ درصد، میزان درصد فعالیت آبی نمونه‌ها نیز افزایش پیدا نمود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین تأثیر بر میزان فعالیت آبی مربوط به پارامتر درصد خمیرترش می‌باشد که با افزایش میزان درصد خمیرترش به بیش از ۱۰ درصد میزان فعالیت آبی نیز به‌شدت افزایش پیدا نمود. پارامتر دیگر مؤثر بر میزان فعالیت آبی، مربوط به درصد تفاله چغندرقند بود. با افزایش میزان درصد تفاله چغندر تا حدود ۹ درصد همزمان میزان فعالیت آبی نیز افزایش یافت اما با بیشتر شدن درصد تفاله چغندرقند به بیش از ۹ درصد آن میزان فعالیت آبی نیز کاهش یافت. تحقیقات نشان می‌دهد که حضور خمیرترش منجر به افزایش رشد بیشتر مخمر و تولید دی‌اکسید کربن می‌گردد و از طرف دیگر با افزایش فعالیت‌های پروتئولیتیکی آب آزاد با شبکه‌ی گلوتنی پیوند برقرار کرده و سرعت بیاتی را کاهش می‌دهد که با نتایج کریمی و همکاران (۱٤۰۰)همخوانی داشت [۳٤].

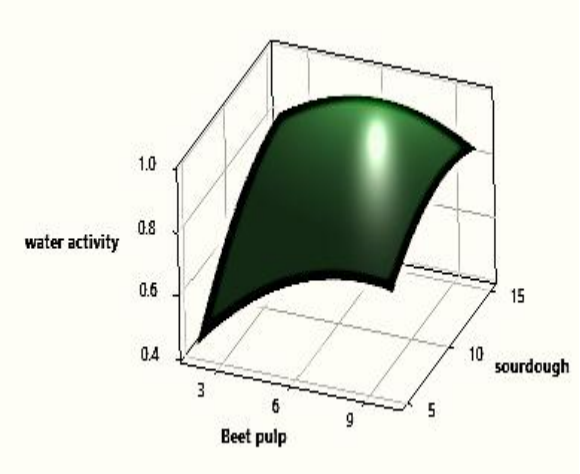


**Fig 3** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on water activity (a)

پیغمبردوست و همکاران (۱۳۹۳) طی مطالعه‌ای اثر خمیرترش خشک‌شده حاوی مخلوط گونه‌های لاکتوباسیلوس بر کیفیت آرد گندم و خواص رئولوژیکی خمیر را بررسی کردند، آن‌ها بیان نمودند که حضور اگزوپلی ساکاریدهای تولیدشده توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک در طی تخمیر خمیرترش در آرد سبب افزایش فعالیت آبی آرد شده و به همین دلیل خمیر حاصل از آرد حاوی خمیرترش برای آماده‌سازی نیاز به آب بیشتری داشته و جذب آب آن بیشتر می‌شود [۳۵].

## ۳-٤- بررسی اثر متغیرها بر ویژگی‌های بافتی

### ۳-٤-۱ میزان سفتی بافت

برای بررسی ارتباط بین متغیرهای فرآیند و میزان سفتی به‌عنوان پاسخ اندازه‌گیری شده، از معادله رگرسیونی به‌دست‌آمده زیر استفاده گردید ( معادله ۳):

سفتی = -0.35 + 0.918 Beet pulp + 0.702 sourdough + 0.0165 Time – 0.0648 Beet pulp*Beet pulp – 0.0260 sourdough*sourdough – 0.000347 Time*Time

در شکل (a-٤)، تأثیر تعاملی پارامترهای تفاله چغندرقند و خمیرترش بر میزان سفتی نمونه‌ها، نشان داده‌شده است. همان‌گونه نشان داده‌شده است با افزایش میزان تفاله چغندرقند تا حدود ۹ درصد و افزایش خمیرترش میزان سفتی نمونه‌ها نیز افزایش پیدا کرد. همچنین تأثیر جداگانه هرکدام از پارامترهای مستقل را روی میزان سفتی نمونه‌ها در شکل (b-٤)، نشان داده‌شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین تأثیر بر میزان سفتی مربوط به پارامتر درصد خمیرترش می‌باشد. بنابراین با افزایش میزان درصد خمیرترش و تفاله چغندر به ترتیب بیشتر از ۱۳و ۷ درصد میزان سفتی نیز به‌شدت افزایش پیدا کرد. اما با بیشتر شدن درصد تفاله چغندرقند به بالاتر از ۸ درصد میزان سفتی بافت کاهش یافت. همچنین با افزایش مدت‌زمان از میزان سفتی بافت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاسته شد. به عبارتی در طی نگهداری و باگذشت زمان و انجام عمل بیاتی، محتوای رطوبت از مغز نان حرکت کرده و به سمت پوسته می‌آید. به‌گونه‌ای که در طول مدت‌زمان نگهداری، رطوبت مغز نان کاهش می‌یابد و به پوسته نان منتقل می‌گردد و میزان رطوبت پوسته نان افزایش می‌یابد. درنتیجه‌ی ارزیابی محتوای رطوبت مغز نان می‌تواند از اهمیت به خصوصی برخوردار باشد [۲۹]. مجذوبی و همکاران (۱۳۸۹)، بیان داشتند که میزان سفتی بافت مغز نان با افزایش درصد تفاله چغندرقند، کاهش می‌یابد [۳۰].

همچنین میزان سفتی بافت مغز نان بلافاصله پس از پخت نان، در تیمارهای مختلف حاوی تفاله چغندرقند در مقایسه با نمونه شاهد نیز کمتر بود. حضور تفاله چغندرقند در نان سبب کاهش میزان سفتی و بهبود بافت نان می‌گردد. نتایج این پژوهشگران با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت.

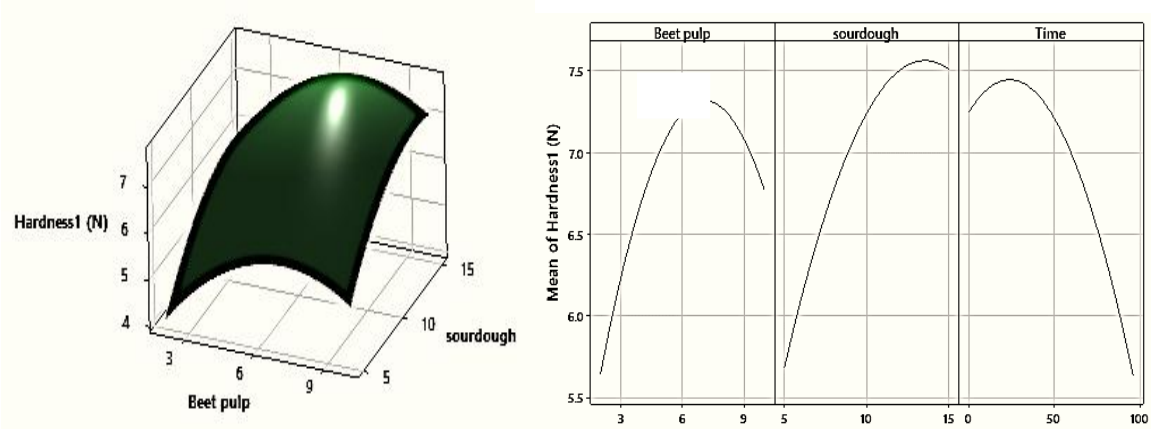


**Fig 4** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on Hardness (a) effect of process parameters on Hardness (b)

### ۳-٤-۲- نیروی شکست

در شکل (a-۵)، تأثیر جداگانه هرکدام از پارامترهای مستقل خمیرترش و زمان را روی نیروی شکست نمونه‌ها نشان می‌دهد. به‌طوری‌که بیشترین تأثیر بر نیروی شکست مربوط به پارامتر درصد خمیرترش می‌باشد. با توجه به شکل، با افزایش میزان درصد خمیرترش و مدت‌زمان، نیروی شکست نیز به ترتیب افزایش و کاهش پیدا کرد.

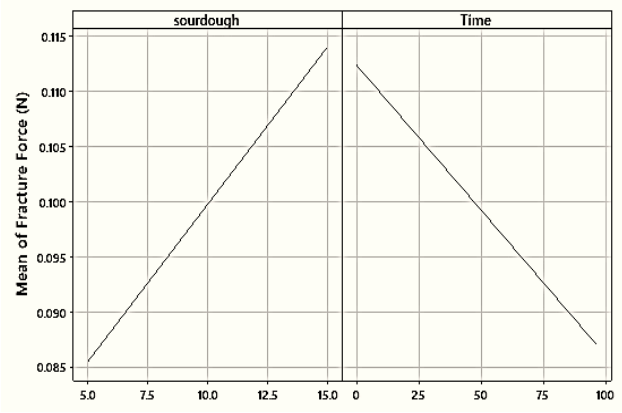


**Fig 5** The effect of independent parameters of sourdough and time on fracture force(a)

## ۳-۵- بررسی اثر متغیرها بر مشخصات رنگ

### ۳-۵-۱ میزان روشنایی ($L^*$)

با توجه به شکل (a-٦)، تأثیر تعاملی پارامترهای تفاله چغندرقند و زمان را بر میزان روشنایی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود با افزایش میزان تفاله چغندرقند و زمان، میزان روشنایی نمونه‌ها کاهش یافت. اما میزان خمیرترش در میزان روشنایی نمونه‌ها تأثیر بسزایی داشت. حضور رنگدانه‌های تیره موجود در تفاله چغندرقند، سبب کاهش فاکتور روشنایی در پوسته و مغز نان می‌گردد که با افزایش درصد تفاله و تراکم رنگدانه ها، کاهش این فاکتور نیز بیشتر می‌گردد [۳۰]. در سال (۲۰۰۹)، پورلیس و همکاران در طی پژوهشی بیان نمودند که میزان روشنایی یک ماده غذایی به‌شدت تحت تأثیر خصوصیات سطحی یک محصول قرار می‌گیرد و داشتن سطح چروکیده و چین‌دار بر این پارامتر تأثیر بسزایی دارد [۳٦].

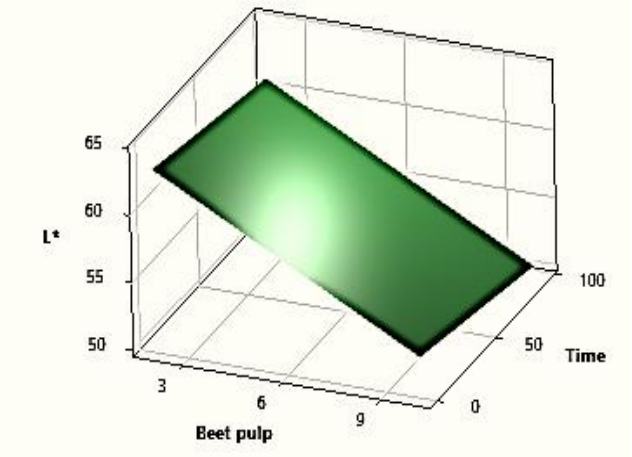


**Fig 6** Interactive effect of sugar beet pulp parameters and time on brightness (a)

### ۳-۵-۲ شاخص قرمزی (a*) و زردی (b*)

با افزایش تفاله چغندرقند و خمیرترش میزان شاخص قرمزی به‌شدت کاهش یافت و با افزایش مدت‌زمان، شاخص قرمزی به‌شدت افزایش یافت (شکل ۷). با افزایش میزان تفاله چغندرقند تا حدود ٦ درصد میزان شاخص زردی نیز افزایش و پس‌ازآن این شاخص کاهش یافت. بیشترین تأثیر برای این پارامتر مربوط به خمیرترش است، که با افزایش میزان درصد خمیرترش میزان شاخص زردی به‌شدت افزایش یافت. فاکتور تأثیرگذار دیگری که بر این پارامتر اثر زیادی داشت مربوط به زمان می‌باشد که با افزایش زمان میزان شاخص زردی در ابتدا افزایش اما پس‌ازآن به‌شدت کاهش یافت.

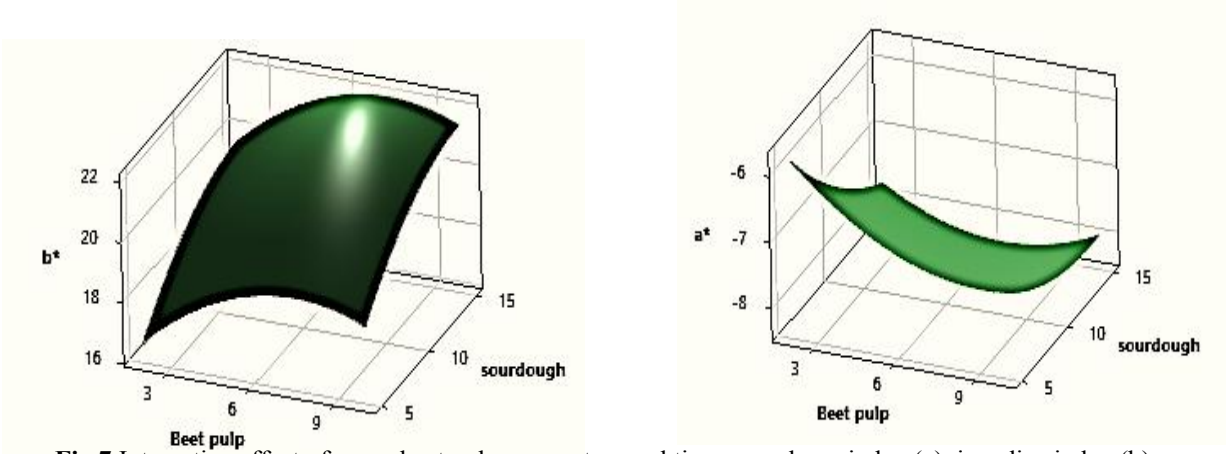


**Fig 7** Interactive effect of sugar beet pulp parameters and time on redness index (a), jaundice index (b)

## ۳-٦ -بررسی اثر متغیرها بر ارزیابی حسی

### ۳-٦-۱ فاکتور رنگ

همان‌گونه که در شکل (a-۸) نشان داده‌شده است با افزایش میزان تفاله چغندرقند تا حدود ۸ درصد و افزایش خمیرترش میزان امتیاز رنگ نمونه‌ها نیز افزایش پیدا نمود. بیشترین تأثیر بر رنگ مربوط به پارامتر درصد خمیرترش می‌باشد. با بیشتر شدن درصد تفاله چغندرقند به بیش از ۸ درصد میزان امتیاز رنگ نیز کاهش یافت.

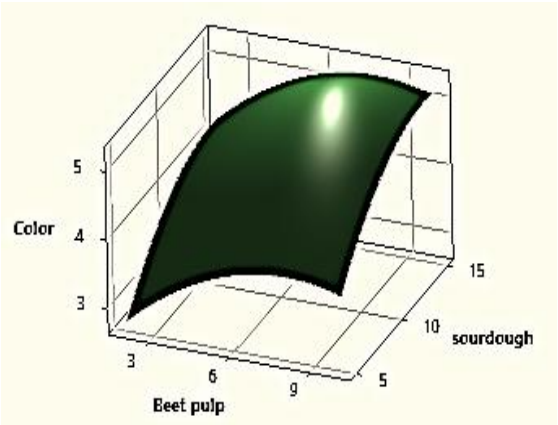


**Fig 8** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on sensory evaluation (color factor) (a)

یونگ و همکاران (۲۰۱۷)، در طی مطالعه‌ای ویژگی‌های کیفی استفاده از نان خمیرترش به شکل تخمیر شده را موردبررسی قراردادند. آن‌ها بیان نمودند که نمونه حاوی ۲۰ درصد خمیرترش بیشترین امتیاز را در ارزیابی حسی در فاکتورهای رنگ، عطروطعم و ظاهر نشان داد [۳۲].

### ۳-٦-۲- فاکتور بافت

تأثیر متغیرهای خمیرترش و تفاله چغندرقند بر فاکتور بافت در شکل (a-۹)، نشان داده‌شده است.

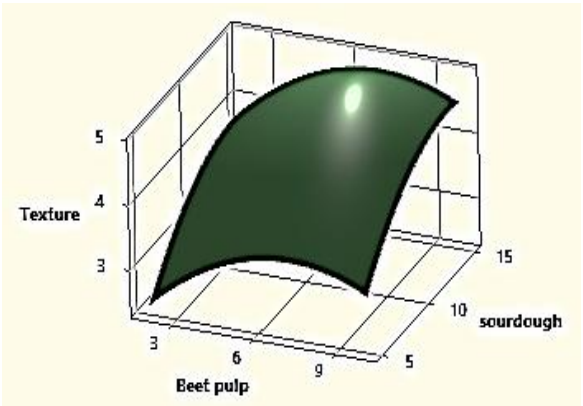


**Fig 9** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on sensory evaluation (tissue factor) (a)

همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش تفاله چغندرقند و افزایش خمیرترش شاخص حسی بافت افزایش یافته بطوریکه تا ۸ درصد افزایش تفاله چغندرقند و افزایش درصد خمیرترش، امتیاز حسی شاخص بافت در بالاترین مقدار قرار داشت.

### ۳-۶-۳-فاکتور عطر و طعم

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس عطروطعم، مشاهده گردید که فاکتورهای تفاله چغندرقند، خمیرترش تأثیر معنی‌داری بر عطروطعم، دارند. با افزایش تفاله چغندرقند در ابتدا میزان عطروطعم، به‌صورت تدریجی افزایش‌یافته اما سپس با شیب بیشتری کاهش و با افزایش میزان خمیرترش عطروطعم، افزایش یافت (شکل a-۱۰). سلیم الرحمان و همکاران (۲۰۰۷)، طی مطالعه‌ای گزارش نمودند که نان تولیدشده حاوی خمیرترش توسط سویه باکتری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس نسبت به نمونه فاقد خمیرترش از عطروطعم بهتری برخوردار بود [۳۷].

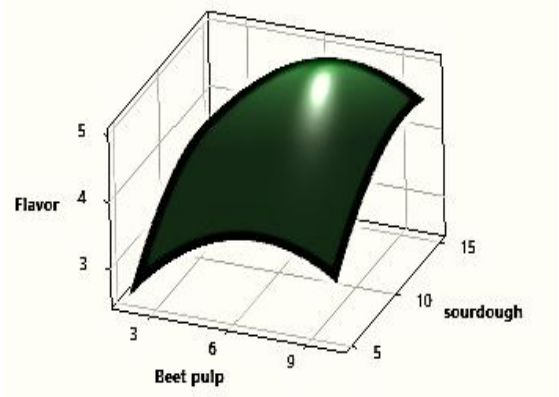


**Fig 10** The interactive effect of sugar beet pulp parameters and sourdough on sensory evaluation (flavor factor) (a)

### ۳-۶-۴-فاکتور پذیرش کلی

در شکل (a-۱۱)، تأثیر تعاملی پارامترهای تفاله چغندرقند و خمیرترش بر پذیرش کلی نمونه‌ها، نشان داده‌شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود با افزایش میزان تفاله چغندرقند تا حدود ۹ درصد و افزایش خمیرترش تا حدود ۱۰ درصد پذیرش کلی، نمونه‌ها نیز افزایش یافت و بیشترین تأثیر بر پذیرش کلی، مربوط به پارامتر درصد خمیرترش می‌باشد. صادقی و همکاران (۱۳۹۵)، در طی گزارشی بیان نمودند که نان باگت تهیه‌شده از ۱۰ درصد خمیرترش آرد جو به همراه ۴۵ درصد پودر کدومسما دارای بالاترین میزان امتیاز در ارزیابی حسی بود. آن‌ها در طی پژوهش خود بیان نمودند که خمیرترش آرد کامل جو تأثیر مثبتی بر روی خصوصیت حسی نان باگت داشت [۳۸].

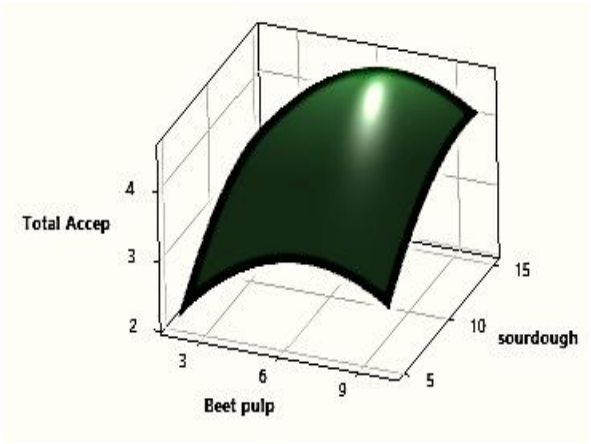


**Fig 11** Interactive effect of sugar beet pulp and sourdough parameters on sensory evaluation (general acceptance factor) (a)

### ۳-۷-بهینه‌یابی

سطوح بهینه برای متغیرهای مستقل تفاله چغندرقند، خمیرترش و زمان با توجه به مقادیر مطلوب و هدف متغیرهای وابسته با استفاده از نرم‌افزار مینی تب نسخه ۱۶ تعیین شد. مطلوبیت کل برابر ۵۵ و مطلوبیت متغیرهای وابسته سفتی، چسبندگی، نیروی شکست، جویدگی و صمغی بودن به ترتیب برابر ۰/۵۵، ۰/۷۸، ۰/۸۳، ۰/۵۳و ۰/۶۰ بود. همچنین سطوح بهینه برای متغیرهای مستقل تفاله چغندرقند، خمیرترش و زمان به ترتیب برابر ۶/۲۸، ۷/۳۲ و ۸۸/۲۴ ساعت بود.

## ٤- نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش اثر افزودن خمیرترش در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و تفاله چغندرقند در سه سطح ۲، ۶ و۱۰ درصد در سه بازه زمانی صفر، ۴۸ و۹۶ ساعت در فرمولاسیون نان حجیم (باگت) در قالب طرح آماری باکس بنکن بررسی شد و بدین منظور پارامترهایی از قبیل رطوبت، حجم مخصوص، فعالیت آبی، سفتی، نیروی شکست، روشنایی L*، شاخص قرمزی a*، شاخص زردی b* و ویژگی‌های حسی از قبیل رنگ، بافت و عطروطعم موردبررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج مشخص گردید که با افزایش میزان تفاله چغندرقند و خمیرترش در فرمولاسیون نان باگت بر میزان رطوبت، حجم مخصوص،

پذیرش کلی افزوده و میزان روشنایی و شاخص قرمزی کاهش یافت، همچنین تأثیر تفاله چغندرقند نسبت به خمیرترش و زمان در شاخص زردی کمتر بود و فاکتور خمیرترش تأثیر بیشتری نسبت به فاکتورهای تفاله چغندرقند و زمان بر عطروطعم داشت. همچنین نتایج به‌وضوح نشان داد که با افزایش تفاله چغندرقند به بیش از ۸ درصد میزان سفتی کاهش یافت.

## ۵- منابع


[1] Sanjari, S., Sarhadi, H., Shahdadi, F. 2018. Investigating the Effect of Spirulina Platensis Microalgae on Textural and Sensory Properties of Baguette Bread. Journal of Nutrition and Food Security, 3 (4): 218-225.

[2] RajabZadeh, N. 2002. Bread technology, 4th Edition, Tehran: Tehran University Press.

[3] Shahedi M. 2002. Factors affecting on the shelf life of bread, First report of wheat production and consumption. Press: Faculty of Agriculture, Tehran University [in Persian].

[4] Gharooni, G. 2004. Flat bread technology, First Edition, Tehran: Andishmand Press.

[5] Karim A.A., Norziah C., and Seow C. 2000. Methods for the study of starch retrogradation. Food Chem., Vol., 71: 9-36.

[6] Rosell C.M., Santos E., and Collar C. 2006. Mixing properties of fiber-enriched wheat bread doughs: A response surface methodology study. Eur. Food Res. Technol., Vol., 223: 333-340.

[7] Nawirska A., and Kwaśniewska M. 2005. Dietary fiber fractions from fruit and vegetable processing waste. Food Chem., Vol., 91: 221-225.

[8] Akalın, A. S., Kesenkas, H. A. R. U. N., Dinkci, N. A. Y. İ. L., Unal, G. Ü. L. F. E. M., Ozer, E. L. İ. F., and Kınık, O. 2018. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. Journal of dairy science, 101(1), 37-46.

[9] de Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., and Flôres, S. H. 2013. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. LWT-Food Science and Technology, 53(1), 9-14.

[10] Filipovic, N., Djuric, M., and Gyura, J. 2007. The effect of the type and quantity of sugar-beet fibers on bread characteristics. Journal of Food Engineering, 78(3), 1047-1053

[11] Grossi, A., Søltoft-Jensen, J., Knudsen, J. C., Christensen, M., and Orlien, V. 2011. Synergistic cooperation of high pressure and carrot dietary fibre on texture and colour of pork sausages. Meat science, 89(2), 195-201.

[12] Schieber, A. F. C. Stintzing, and Carle R. 2001. By-Products of plant food processing as a source of functional compounds–recent developments. Trends Food Sci. Tech., Vol., 12: 401-413.

[13] Seres Z., Gyura J., Filipovic N., and Simonvic D.S. 2005. Application of decolorization on sugar beet pulp in bread production. Eur. Food Res. Technol., Vol., 221: 54-60.

[14] Majzoobi, M., Farahnaky, A., Jamalian, J., Sariri, F., Mesbahi, G. 2011. Effects of tomato pulp and sugar beet pulp powders on the farinograph properties of bread dough, Journal of JFST, No. 32(2): 8. 1-9.

[15] Mahdian, E., Ahmadzadeh drinso, S., Movahhed, S. 2013. The effect of adding sugar beet pomace fiber on the physical and chemical properties of toast. The second national conference of food science and industry.

[16] Soronja-Simović, D., Zahorec, J., Šereš, Z., Maravić, N., Možina, S. S., Luskar, L., & Luković, J. 2021. Challenges in determination of rheological properties of wheat dough supplemented with industrial by-products: carob pod flour and sugar beet fibers, Journal of Food Measurement and Characterization, 15(1): 914-922.

[17] Irakli, M., Mygdalia, A., Chatzopoulou, P., & Katsantonis, D. 2019. Impact of the combination of sourdough fermentation and hop extract addition on baking properties, antioxidant capacity and phenolics bioaccessibility of rice bran-enhanced bread. Food chemistry, 285, 231-239.

[18] Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K. H., Autio, K., Flander, L., and Poutanen, K. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. Trends in Food Science and Technology, 16(1-3), 104-112.

[19] Arendt, E. K., Ryan, L. A., and Dal Bello,

F. 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. Food microbiology, 24(2), 165-174.

[20] Pazoki Ghouhe, F., Naghipour, F., Faraji, A. 2019. Investigating on the effect of using sourdough made from hard and soft wheat flour on physicochemical and sensory characteristics of baguette bread, Journal of JFST, 94(16): 77-89.

[21] Naghipur, F., Sahraiyan, B. 2012. Evaluation of the effect of sugar beet pulp powder as a valuable fiber source in improving chemical properties and reducing waste of semi-bulk industrial bread, Sixth National Conference on New Ideas in Agriculture, AGRIDEA06_073.

[22] Shekholeslami, Z., and Karimi, M. 2012. Effect of Soaked Bran, Wheat Malt Flour and Sourdough on Reducing Phytic Acid in Barbari Bread, Journal of Agricultural Engineering Research, 13(2): 97-108.

[23] Moghaddasi, R., Movahhed, S., and Ahmadi Chenarbon, H. 2020. Effect of Inulin and Resistant Starch on Some of Qualitative Properties of Baguette Bread. Journal of Food Biosciences and Technology, 10(2), 19-28.

[24] Iranian Institute of Standards and Industrial Research, Cereals and its products - Moisture measurement method, National Standard of Iran No. 2705, 2010.

[25] Haghighi Bavafa, R., Habibi Najafi, M. B., Ahmadzadeh Ghavidel, R., Edalatiyan, M. R. 2014. Effect of sourdough, date seed powder, and their combination on quality and glycemic index of baguette bread, MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad International Campus.

[26] AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemist, 10th edition.

[27] Sahraiyan, B., Mazaheri Tehrani, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davoodi, M., Soleimani, M. 2013. The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes, Journal of Iranian Nutrition Sciences & Food Technology, 8(3): 226-240.

[28] Gahani, N., Farmani, G. 2014. Oxidative stability of rice bran, corn, canola, sunflower and soybean oils in cooking process And bread storage, Journal of Health Food, 5(4):20, 13-29.

[29] Baik, M. Y., and Chinachoti, P. 2000. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling, Cereal Chemistry, 77(4): 484-488.

[30] Majzoobi, M., Mesbahi, G. H., Seriri, F., Farahnaki, A., Jamalian, J. 2010. The effect of sugar beet pulp on the quality of Barbary bread, Journal of Iranian Food Science and Technology Research, 6(1), p. 17-26.

[31] Torrieri, E., Pepe, O., Ventorino, V., Masi, P., Cavella, S. 2014. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. LWT - Food Science and Technology, 56, 508-516

[32] Jung, K. T., Park, B. G., and Lee, M. H. 2017. Quality characteristics of sourdough bread using fermented fig, Journal of Culinary science and hospitality research, 23(4): 56-65.

[33] Katina, K., Heinio, R.L., Autio, K., Poutanen, K. 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread, LWT- Journal of Food Sci. Technol, 39: 1189-1202.

[34] Karimi, N., Zeynali, F., Rezazad Bari, M., Nikoo, M., Mohtarami, F., Kadivar, M. 2022. The effect of biopeptieds of Amaranth (Amaranthus hypochondriacus) on quality of Baguette bread, Iranian Journal of Food Science and Technology, JFST No. 12 2, Vol. 1 9, 100-113.

[35] Peighambardoust, S. H., Raiesi Kahory, N., Eyvaz zadeh, O. 2015. Effect of spray dried sourdough containing a mixture of Lactobacillus species on flour quality and dough rheological properties, Journal of Food Industry Research / Volume 42, Number 2, 624-613.

[36] Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. Food Research International, 42: 865-870.

[37] Salim, R., Alistair Paterson, A., and Piggott, J.R. 2006. Flavour in sourdough breads: a review. Trends in Food Science and Technology, 17: 557-566.

[38] Sadeghi, A., Sadeghi, B., Ebrahimi, M. 2016. Evaluation of shelf life and sensory properties of baguette bread enriched with sour dough of whole barley flour and squash puree, Journal of Innovation in Food Science and Technology, 9(1): 81-91.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

# Investigating the application of sugar beet pulp and sourdough on the quantity and quality of baguette bread

**Ahrari, A. [1], Bolourian, Sh. [2*], Goli Movahhed, Gh. A. [3]**

1. Graduate student, Department of Food Science and Technology, Kashmar University Jihad Higher Education Institute, Kashmar, Iran.
2. Food Additives Research Group, Khorasan Razavi University Jihad, Mashhad, Iran.
3. Faculty member of Food Processing Research Group, Khorasan Razavi University Jihad Organization, Mashhad, Iran.

**ARTICLE INFO**

**Article History:**

Received 2022/ 02/ 15
Accepted 2022/ 12/ 18

**Keywords:**

Enrichment,
Bread, texture,
Color.

**DOI: 10.22034/FSCT.19.132.161**
**DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.12.5**

*Corresponding Author E-Mail:
Shadibolourian@yahoo.com

**ABSTRACT**

Bread is one of the most important foods based on the wheat that plays a vital role in feeding the people in the world as an excellent source of energy and protein. Therefore, the development of enriched bread is one of the effective ways in providing some of the necessary nutrients of the people. this study aimed to examine the effect of sugar beet pulp and sourdough on physicochemical, textural and organoleptic properties of baguette bread. To do this, the pressed sugar beet pulp in three levels of 2, 6, and 10% and sourdough in three levels 5, 10 and 15% were added based on the weight of flour in the dough preparation stage,respectively. Color, texture, moisture, water activity, specific volume and sensory evaluation tests were performed after preparing the samples. The results showed that increasing the amount of sugar beet pulp and sourdough in baguette formulation made moisture content, specific volume and overall acceptance increase and a* decreased. Also the effect of sugar beet pulp on b* was less than sourdough and time, and sourdough had more effect on flavor than sugar beet pulp and time factors. Therefore, the sample containing 6% sugar beet pulp and 10% sourdough as the optimal sample improved the quality characteristics of baguette bread.