نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، ص. ۴۶ ۱۷

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 6, No. 1, 2010, p. 17-26

اثر تفاله چغندر قند بر کیفیت نان بربری

مهسا مجذوبی[۱*] غلامرضا مصباحی[۲] فرناز سریری[۳] عسگر فرحناکی[۴] جلال جمالیان[۵]

تاریخ دریافت:۸۸/۵/۱
تاریخ پذیرش:۸۹/۴/۲۹

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بهبود کیفیت نان بربری و تعویق بیاتی آن با استفاده از پودر تفاله چغندر قند بود. در انجام این تحقیق، پودر تفاله چغندر قند، در پنج سطح ۱ ،۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد (وزنی/وزنی بر اساس آرد) در فرمولاسیون خمیر مصرفی برای تولید نان بربری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن تفاله چغندر قند، میزان جذب آب خمیر و میزان فیبر نان افزایش و دانسیته و سفتی بافت نان کاهش یافت که در سطح $p< ۰/۰۵$ معنی دار بود. همچنین بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی از نان‌های حاوی تفاله، نشان داد که افزودن این ماده باعث دهنده بهبود وضعیت بافت نان شد. ارزیابی حسی نمونه‌های نان، توسط گروه ارزیاب مشخص نمود که پذیرش کلی نان‌های حاوی تفاله، تا حد ۵ درصد، قابل قبول بود، اما در مقادیر بالاتر تفاله، به دلیل تأثیر بر رنگ نمونه ها، کاهش پذیرش ملاحظه شد. بنابراین تفاله چغندر قند می‌تواند اغلب خصوصیات کیفی نان و مقدار فیبر آن را از نظر مواد فیبری بهبود دهد و بیاتی نان را به تاخیر اندازد.

واژه‌های کلیدی: تفاله چغندر قند، فیبر رژیمی، بیاتی نان، بافت نان

مقدمه

بیش از نیمی از انرژی و پروتئین دریافتی انسان از تغذیه توسط مصرف نان تامین می‌گردد (۱). بیاتی نان از جمله عواملی است که در ایجاد ضایعات نان نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. بیاتی حاکی از تغییر در ظاهر، طعم، مزه و بافت نان و در نهایت کاهش پذیرش آن توسط مصرف کننده است. به عبارت دیگر تغییرات فیزیکوشیمیایی که باعث کاهش کیفیت نان می‌شوند را بیات شدن می‌نامند (۱و ۲).

امروزه روش‌های بسیاری برای کاهش بیاتی نان مطرح هستند، از جمله این روش‌ها می‌توان به استفاده از صمغ‌ها و مواد فیبری در فرمولاسیون نان به منظور کاهش بیاتی و بهبود کیفیت نان اشاره نمود (۷ و ۱۱). فیبر[۶] یک واژه عمومی است که انواع مختلفی از کربوهیدرات‌های غیر نشاسته ای و لیگنین را در بر می‌گیرد . فیبر از دیواره سلولی گیاهان بدست می‌آید و بوسیله آنزیم‌های هضم کنندهٔ موجود در بدن انسان آبکافت[۷] نمی شود (۹). یکی از منابع فراوان و ارزان قیمت فیبر، ضایعات کارخانجات فرآوری میوه و سبزی است. به طور عمده این ضایعات به مصرف غذای دام می‌رسند از جمله ضایعات حاوی فیبر بالا می‌توان به تفاله گوجه فرنگی[۸]، تفاله چغندرقند[۹]، تفاله هویج و پوست میوه جات اشاره نمود (۹و ۱۳).

تفاله چغندرقند (به طور تقریبی بر اساس وزن خشک) دارای ۲۶ درصد همی سلولز، ۲۴ درصد پکتین، ۲۳ درصد سلولز، ۹ درصد پروتئین، ۶ درصد سوکروز، ۴/۵ درصد لیگنین، ۷ درصد مواد معدنی و ۰/۵ درصد چربی است. بنابراین ملاحظه می‌شود که حاوی مقادیر زیادی فیبر رژیمی کم انرژی و عاری از نشاسته و فیتات[۱۰] است. ظرفیت نگهداری آب این فیبر بالاتر از فیبرهای غلات بوده و می‌توان از آن به عنوان ماده پرکننده در صنایع غذایی استفاده نمود. همچنین میزان اسید فیتیک[۱۱] در فیبر تفاله چغندرقند اندک بوده و مصرف آن اختلالی در جذب آهن ایجاد نمی‌کند (۱۳ و ۱۴).

۱،۲،۳،۴ و ۵ به ترتیب استادیار، مربی، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه شیراز
(* نویسنده مسئول: Email: majzoobi@shirazu.ac.ir)

6- Fiber
7- Hydrolysis
8- Tomato pomace
9- Sugar beet pulp
10- Phytate
11- Phytic acid

در سال‌های اخیر تحقیقاتی در مورد کاهش بیاتی نان با استفاده از فیبرها و هیدروکلوئیدها صورت گرفته است (۶ ، ۱۰ ، ۱۲ و ۱۵). سرس و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که استفاده از تفاله‌های چغندر قند رنگبری شده (در مقادیر کمتر از ۱۰درصد) با هیدروژن پراکسید، همراه با ۵ درصد گلوتن در تهیه نان، منجر به افزایش بازده خمیر، افزایش حجم و بهبود کیفیت بافت مغز نان گردید (۱۴).

فلیپوویک و همکاران (۲۰۰۷) تاثیر دو نوع فیبر چغندرقند رنگبری شده با هیدروژن پراکسید و رنگبری نشده بر کیفیت خمیر و نان را مورد بررسی قرار دادند. افزودن کمتر از ۱۰درصد از هر دو نوع فیبر همراه با مقداری گلوتن، بازده خمیر و نان را افزایش داد ولی کیفیت مغز نان در نمونه‌های حاوی نوع رنگبری نشده کاهش یافت، که این نقص در نمونه‌های حاوی نوع رنگبری شده بر طرف گردید (۵).

مجذوبی و همکاران (۲۰۰۸) اثر میکروکریستالین سلولز [1] و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را بر ویژگی‌های خمیر و نان مسطح ایرانی (بربری) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزودن ۰/۵ درصد از هر یک از این ترکیبات باعث افزایش جذب آب خمیر و مدت زمان پایداری خمیر نسبت به نمونه شاهد شد و نان حاصل نیز دارای بافت نرمتر و حجم بیشتری بود (۸).

در این پژوهش از تفاله چغندر قند در تولید نوعی نان ایرانی (نان بربری) استفاده شد و از اهداف اصلی این پژوهش به بهبود کیفیت و کاهش ضایعات نان، امکان جایگزین نمودن مواد طبیعی و ارزان قیمت مانند تفاله چغندر قند به جای افزودنی‌های شیمیایی ضد بیاتی و برخی از صمغ‌های گران قیمت و ایجاد زمینه مصرف جدید برای تفاله چغندر قند علاوه بر کاربرد آن در تغذیه دام اشاره کرد.

دلیل انتخاب نان بربری در این تحقیق مصرف بالای آن (دومین نان پرمصرف پس از نان لواش در کشور) و در عین حال ضایعات بسیار این نان می‌باشد. بنابراین ارائه راهکاری جهت کاهش ضایعات و بهبود کیفیت تغذیه ای آن از اهمیت بسیاری برخوردار است.

مواد و روش ها

آماده سازی تفاله

تفاله پرس شده چغندرقند از کارخانه قند واقع در مرودشت استان فارس تهیه گردید. تفاله چغندرقند در دمای ۶۰ °C در داخل خشک کن (دستگاه خشک کن کابینی، مارک پروکتور [2] ، مدل استال آسترا [3] ، ساخت آمریکا) خشک گردید. تفاله خشک شده، آسیاب و توسط الک با مش ۶۰ غربال گردید. پودر حاصل دارای ۵/۳ درصد رطوبت بود که در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی و سپس در دمای ۲۵ °C در محیطی بدون نور و رطوبت، تا زمان استفاده، نگهداری گردید.

تهیه نان

نان تولیدی در این پژوهش از نوع نان بربری بود و تهیه آن بر اساس فرمول زیر صورت گرفت (نمونه شاهد) (۸):

آرد گندم با درجه استخراج ۸۷درصد ، نمک ۲درصد وزنی آرد، مخمر نانوایی خشک فعال ۱درصد وزنی آرد، آب (مقدار دقیق آن توسط دستگاه فارینوگراف تعیین شد). درصدهای مختلف تفاله چغندرقند (۵،۷،۱،۳ و ۱۰ درصد وزنی آرد)، به همراه مواد اولیه ذکر شده در فرمول، جهت تهیه نان بربری در داخل خمیرکن آزمایشگاه (همانند شرایط مربوط به نان شاهد) مخلوط شد. پس از گذراندن مرحله پروف درون کابینت پروف [4] به مدت ۴۵ دقیقه ، رطوبت نسبی ۸۵درصد و دمای ۳۵ °C خمیر با دست کمی ورز داده شد و سپس به چانه‌های ۴۰۰ گرمی تقسیم شد و پس از یک استراحت ۴۰ دقیقه‌ای در کابینت پروف (در شرایط مذکور) درون قالب‌های گرد به قطر ۳۰ سانتی متر پهن شد به گونه ای که ارتفاع خمیر ۱ سانتی متر بود. خمیر درون فر پخت الکتریکی مدل کارل ولکرگ [5] ، ساخت آلمان) در دمای ۲۱۰ به مدت ۳۰ پخته شد و پس از خروج از فر و سرد شدن به مدت یک ساعت در دمای محیط از قالب خارج شد. میانگین ارتفاع قسمت مرکزی نان ۰/۳± ۲ سانتی متر بود. و درون کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی گردید. آزمون‌های مربوطه، در فواصل زمانی صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از پخت نان بر روی آنها انجام پذیرفت.

اندازه گیری خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر نان حاوی تفاله

میزان خاکستر تیمارهای نان طبق روش استاندارد (۱۰- ۰۸) AACC، میزان پروتئین تیمارهای نان طبق روش استاندارد (۱۰- ۴۶) AACC، چربی موجود در تیمارهای نان طبق روش استاندارد ۱۰- ۳۰، AACC و فیبر موجود در تیمارهای نان حاصل از درصدهای مختلف پودر تفاله چغندرقند طبق روش استاندارد (۰۵- ۳۲)، AACC تعیین گردید (۳).

اندازه گیری میزان جذب آب پودر تفاله و آرد

طبق روش استاندارد (۲۱- ۵۴) AACC میزان جذب آب، با

1- Microcrystalline cellulose (MCC)
2- Proctor
3- Stal-Astra
4- Proofing cabinet
5- Karl Welkerkg,

استفاده از دستگاه فارینوگراف (مارک برابندر ، مدل FE022-NK، ساخت آلمان) تعیین گردید. در این روش درصدهای مختلف پودر تفاله چغندر، به همراه آرد به داخل مخزن فارینوگراف افزوده گردید، سپس منحنی فارینوگرام مربوط به هر یک ترسیم شد و مقدار جذب آب تعیین شد (۱۱).

اندازه گیری دانسیته نان حاوی تفاله

به منظور اندازه گیری حجم و دانسیته نمونه‌های مختلف نان، از روش جابجایی دانه‌های کلزا و فرمول‌های مربوط استفاده گردید (۴). این اندازه گیری ها، در فواصل زمانی صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت نگهداری در دمای ^{o}C ۲۵، انجام پذیرفت.

اندازه گیری رنگ در تیمارهای مختلف نان

برای رنگ سنجی و بدست آوردن خصوصیات رنگی نمونه‌های مختلف نان، از روش عکس برداری با دوربین دیجیتال ۲ مگاپیکسل و برنامه فتوشاپ ۸ استفاده شد. پس از عکس برداری توسط دوربین دیجیتال، عکس‌ها به نرم افزار فتوشاپ منتقل شدند و از هر نمونه ۵ نقطه به صورت تصادفی انتخاب گردید و فاکتورL (نشانگر روشنی رنگ) و فاکتور a (حدفاصل قرمزی تا زردی) و فاکتور b (حدفاصل آبی بودن تا سبزی) در هر نقطه تعیین شد. سپس میانگین این نقاط به عنوان فاکتورهای رنگ سنجی برای هر نمونه گزارش گردید (۱۷).

آزمون بافت در تیمارهای مختلف نان

بررسی بافت مغز نمونه‌های نان محتوی تفاله، طی نگهداری در فواصل زمانی صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، با استفاده از دستگاه بافت سنج (دستگاه بافت سنج، مارک استیونز[1] ، مدل لفرا[2] ، ساخت انگلستان) صورت گرفت. در این آزمایش ابتدا تیمارهای مختلف نان (که به صورت قطعات یکسان توسط کارد بریده شده بود) بر روی صفحه نگهدارنده قرار داده شد. سپس پروب دستگاه به قطر ۰/۷ سانتی متر و با سرعت ۱ میلی متر بر ثانیه شروع به حرکت کرد و پس از تماس با سطح نمونه، تا عمق ۵ میلی متر در داخل نمونه فرو رفت. پس از بازگشت این مسیر، از روی صفحه نمایش دستگاه، عدد مورد نظر بر حسب لوند گرم قرائت گردید که این عدد نیروی لازم جهت نفوذ[3] پروب به داخل نمونه را نشان می‌داد و بیانگر میزان سفتی بافت نان بود. این عمل برای هر قطعه نان در سه ناحیه مختلف مغز نان انجام گرفت و پس از تعیین میانگین، نتایج حاصل برای هر نمونه گزارش گردید (۸).

ارزیابی حسی تیمارهای مختلف نان

از ۱۲ نفر (۶ مرد و ۶ زن) از پرسنل و دانشجویان بخش علوم و صنایع غذایی در محدوده سنی ۲۰ ۳۵ سال) به عنوان گروه ارزیاب چشایی استفاده شد. این افراد به طورمقدماتی با اصول ارزیابیهای حسی مواد غذایی آشنا بوده و قدرت تشخیص آستانه چشایی چهار مزه اصلی را داشتند. آزمون‌های ارزیابی حسی شامل رنگ، بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی بود (۱۶). در مورد معیار به کار رفته جهت سنجش پارامترهای مذکور، بر اساس سیستم امتیازدهی پنج نقطه ای بود (۱۶).

تصویر برداری با میکروسکوپ الکترونی

از بافت مغز تیمارهای نان حاصل از مقادیر صفر و ۵ درصد پودر تفاله ، طی نگهداری در دمای ^{o}C ۲۵، در لحظات صفر و پس از ۹۶ ساعت، توسط کارد برش هایی کوچک تهیه شد و پس از بسته بندی در داخل کیسه‌های پلی اتیلنی، در داخل فریزر با دمای ^{o}C ۲۰ نگهداری گردید و سپس با استفاده از دستگاه خشک کن انجمادی ، به مدت ۲۴ ساعت نمونه‌ها خشک شد. در این پژوهش از دستگاه میکروسکوپ الکترونی نگاره[4] (SEM) (مارک کمبریج ، مدل ۵۵۲۶، ساخت انگلستان) استفاده شد که تصاویری را از سطح نمونه در اختیار قرار می‌دهد.

در این تحقیق قطعات نان حاصل از دستگاه خشک کن انجمادی که به همان صورت نگهداری شده بودند مورد استفاده قرار گرفتند. بدین صورت که یک برش بسیار نازک از هر قطعه جدا شد و به ترتیب در داخل دستگاه لایه نشانی طلا بر روی پایه‌های مخصوص از جنس آلومینیوم توسط چسب مایع ثابت گردید و سپس فلز طلا توسط گاز آرگون بر روی نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه پخش گردید. سپس نمونه‌های کاملا طلاپوش شده به داخل دستگاه میکروسکوپ الکترونی با ولتاژ ۲۰ کیلوولت، منتقل شدند و با ۲ مقیاس بزرگنمایی ۳۰ (جهت بررسی حباب‌های هوا در داخل بافت مغز نان) و ۱۰۰۰ (جهت بررسی ترکیبات نشاسته و پروتئین موجود در جداره حباب ها) تصاویری از نمونه‌ها تهیه شد.

برنامه آماری و روش‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده ها

تحقیق به صورت طرح آماری کاملا تصادفی بود. آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد، سپس میانگین و انحراف معیار بدست آمد. جهت

1- Stevens
2- LEFRA
3- Penetration
4- Scanning Electron Microscopy (SEM)

مطالعه اختلافات بین تیمارهای مختلف، از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده گردید و در نهایت تجزیه و تحلیل نتایج کلیه آزمایش‌ها با استفاده از برنامه آماری SPSS صورت پذیرفت. همچنین نمودارهای سه بعدی با استفاده از نرم افزار دیزین اکسپرت[1] ۸ رسم گردید.

نتایج و بحث

ارزیابی میزان خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر نان

میزان خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر برای نمونه‌های مختلف نان حاوی پودر تفاله چغندرقند در جدول ۱ نشان داده شده است. با افزایش مقدار پودر تفاله افزوده شده به نان، مقادیر فیبر و خاکستر در تیمارهای نان بیشتر شد. افزایش اندک در مقدار پروتئین به دلیل وجود مقداری پروتئین در تفاله چغندر قند است (۱۴). در مقدار چربی نمونه‌ها تغییر معنی دار در سطح ۵ درصد ملاحظه نشد.

تغییرات میزان جذب آب خمیر در اثر افزودن تفاله چغندر قند

با افزایش مقدار تفاله در خمیر، به دلیل قابلیت جذب آب تفاله، میزان جذب آب افزایش یافت (شکل ۱). از آنجا که بخش قابل توجهی از تفاله را ترکیبات هیدروکلوئیدی (عمدتا منابع فیبری نامحلول در آب مانند سلولز و همی سلولز) تشکیل می‌دهند، حضور آنها در خمیر نان به افزایش میزان جذب آب کمک می‌کند (۹ و ۱۰). نتایج سرس و همکاران (۲۰۰۵) نیز افزایش جذب آب خمیر را در اثر افزودن تفاله رنگ بری شده نشان داد (۱۴).

ارزیابی دانسیته نان

با افزایش درصد تفاله ، دانسیته (افزایش حجم) نان حاوی تفاله چغندرقندکاهش یافت. در حالی که در طی نگهداری کمی افزایش دانسیته (کاهش حجم) نشان داد که البته در نمونه‌های حاوی تفاله، کمتر از نمونه شاهد بود (شکل ۲). با توجه به ساختار اسفنجی فیبرهای موجود در تفاله و توانایی آنها در تشکیل پیوندهای هیدروژنی متعدد با آب موجود در خمیر نان و استحکام بخشیدن به دیواره حبابهای هوا ، این نانها دارای حجم بیشتر و بافت مستحکم تری نسبت به نمونه شاهد بودند. در نتیجه افزایش دانسیته (کاهش حجم) نان با گذشت زمان نیز در این تیمارها (به ویژه در مقادیر بیشتر تفاله) در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود. اگرچه فیبرهای موجود در تفاله باعث رقیق شدن گلوتن می‌گردند اما به دلیل تاثیر بر پایداری حبابهای هوا در حین شکل گیری و پس از آن در طی نگهداری ، باعث حجم بیشتر و نرمی بافت نان می‌شوند (۶ و ۱۰).

ارزیابی رنگ تیمارهای مختلف نان

فاکتورهای رنگ سنجی (L، a، b) برای مغز تیمارهای مختلف نان حاوی تفاله چغندرقند، بلافاصله پس از پخت و در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت نگهداری در دمای ^{o}C ۲۵ بدست آمد. که در اینجا با توجه به اهمیت بیشتر فاکتور L که نشانگر روشنی رنگ نان است، به نتایج تغییرات این فاکتور در مغز نمونه‌های نان اشاره می‌شود.

نتایج بدست آمده از رنگ سنجی نمونه‌های نان حاوی تفاله چغندرقند نشان داد که فاکتور L یا روشنی در مغز نان، با افزایش درصد تفاله کاهش یافت، به طوری که در نمونه شاهد، بیشترین و در تیمارهای حاوی ۱۰ درصد تفاله، کمترین مقدار را دارا بود (شکل ۳). رنگدانه‌های موجود در تفاله چغندرقند، منجر به کاهش فاکتور روشنی در مغز نان می‌شوند که با افزایش مقادیر تفاله و تراکم رنگدانه ها، کاهش این فاکتور نیز بیشتر می‌شود. همچنین با گذشت زمان در فواصل زمانی مذکور، میزان روشنی در مغز نان کاهش یافت. این نکته احتمالا به دلیل از آثار منفی کاربرد تفاله در نان به حساب می‌آید. نتایج سرس و همکاران (۲۰۰۵) و فیلیپوویک و همکاران (۲۰۰۷)، نشان می‌دهد که با فرآیند رنگبری تفاله با هیدروژن پراکسید، می‌توان این مشکل را بر طرف کرد (۵و۱۴).

ارزیابی بافت تیمارهای مختلف نان

با استفاده از دستگاه بافت سنج، بافت مغز تیمارهای مختلف نان حاوی پودر تفاله در دمای ^{o}C ۲۵ بلافاصله پس از پخت و در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از پخت نان بررسی گردید. نتایج نشان داد که میزان سفتی بافت مغز نان با افزایش درصد تفاله به ویژه در مقادیر ۵، ۷ و ۱۰ درصد، کاهش یافت (شکل ۴). 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. بنابراین حضور تفاله در نان منجر به کاهش سفتی و بهبود بافت نان گردید. نتایج حاصل با نتایج ارائه شده توسط سرس و همکاران (۲۰۰۵) که خصوصیات نان حاوی تفاله چغندر قند رنگبری شده را بررسی کردند مطابقت دارد (۱۴).

ارزیابی حسی تیمارهای مختلف نان

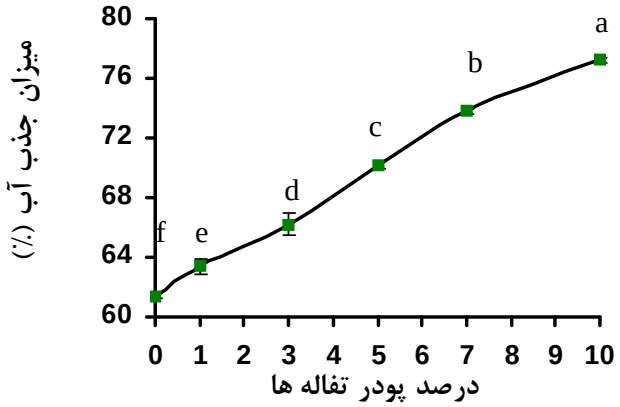
ارزیابی حسی تیمارهای مختلف نان به همراه نمونه شاهد، توسط اعضای گروه چشایی در سه روز متوالی (نگهداری نمونه‌ها در دمای ^{o}C ۲۵) انجام پذیرفت. برخی از نمونه‌ها در اثر نگهداری به مدت چهار روز دچار کپک زدگی می‌شد که این نانها مورد ارزیابی حسی قرار نگرفت.

1- Design Expert

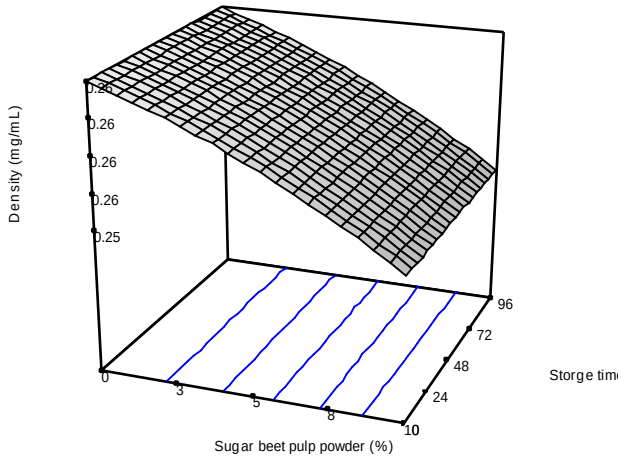
جدول ۱ نتایج آزمون‌های شیمیایی تیمارهای نان حاوی تفاله چغندرقند (بر اساس وزن خشک)*

تیمارهای نان حاوی تفاله چغندرقند	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	فیبر (درصد)
۰ درصد	۰/۸۷ ± ۰/۰۲ a	۶/۵۷ ± ۰/۰۳ a	۰/۴۴ ± ۰/۰۲a	۰/۴۷ ± ۰/۰۱a
۱ درصد	۱/۱۰ ± ۰/۰۳ b	۶/۵۸ ± ۰/۰۲ a	۰/۴۴ ± ۰/۰۱ a	۰/۷۳ ± ۰/۰۲ b
۳ درصد	۱/۲۵ ± ۰/۰۳ c	۶/۶۲ ± ۰/۰۳ a	۰/۴۵ ± ۰/۰۱ a	۰/۹۹ ± ۰/۰۳ c
۵ درصد	۱/۸۶ ± ۰/۰۳ d	۶/۹۹ ± ۰/۰۳ b	۰/۴۵ ± ۰/۰۳ a	۱/۳۵ ± ۰/۰۲ d
۷ درصد	۲/۴۳ ± ۰/۰۳ f	۷/۱۹ ± ۰/۰۱ c	۰/۴۵ ± ۰/۰۲ a	۱/۹۹ ± ۰/۰۳ f
۱۰ درصد	۳/۶۰ ± ۰/۰۲ h	۷/۶۱ ± ۰/۰۳ f	۰/۴۵ ± ۰/۰۳ a	۲/۹۲ ± ۰/۰۳ h

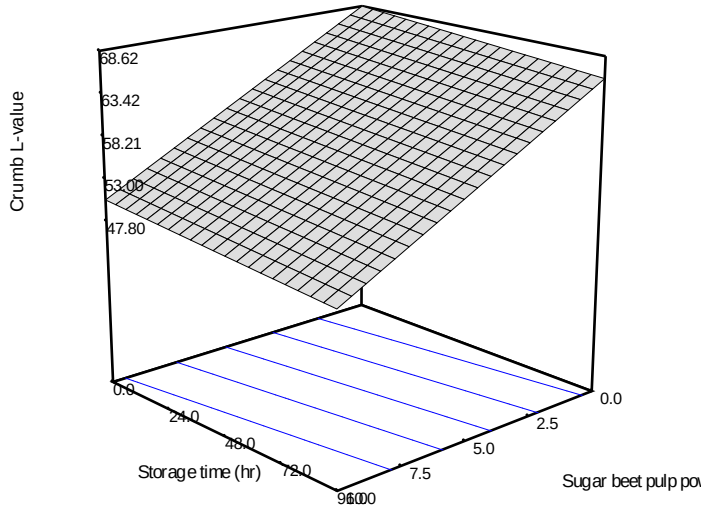
* اعداد موجود در جدول میانگین سه تکرار ± انحراف معیار می‌باشند، حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵درصد می‌باشد.



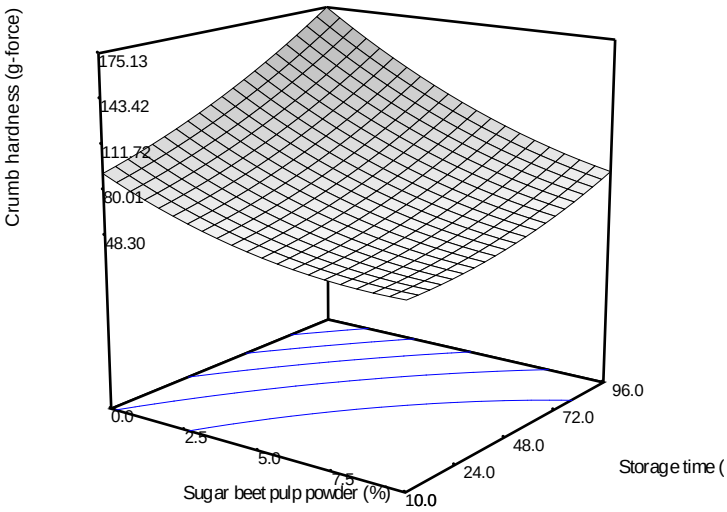
شکل ۱ تاثیر افزودن مقادیر مختلف پودر تفاله چغندر قند به خمیر نان بر میزان جذب آب (حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵درصد می‌باشد).



شکل ۲ تغییرات دانسیته در نان‌های حاوی تفاله چغندرقند (بر حسب گرم بر میلی لیتر) بلافاصله پس از پخت و در طی زمان (۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) نگهداری در دمای ۲۵ °C که به صورت سطح پاسخ نشان داده شده است.



شکل ۳ تغییرات فاکتور L در مغز نان‌های حاوی تفاله چغندرقند بلافاصله پس از پخت و با گذشت زمان (۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت) در دمای ۲۵ °C



شکل ٤ تغییرات بافت مغز نان حاوی تفاله چغندرقند بلافاصله پس از پخت در طی زمان (۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت) در دمای ۲۵ °C که به صورت سطح پاسخ نشان داده شده است.

نان‌های حاوی تفاله چغندرقند، تا مقادیر ۵ درصد تفاله از لحاظ رنگ پوسته و مغز و عطر و طعم تفاوت چندانی با نمونه شاهد نداشتند. اما از لحاظ رنگ پوسته و مغز ، نانهای تهیه شده با ۷ درصد و بیشتر پودر تفاله چغندر قند در مقایسه با نمونه شاهد کمتر مورد قبول واقع شدند، اما از لحاظ عطر و طعم تفاوتی با نمونه شاهد نداشتند. بافت پوسته و به ویژه مغز نان نیز در تمامی نمونه‌های نان

حاوی تفاله چغندرقند، در مقایسه با نمونه شاهد از کیفیت بهتری برخوردار بودند.

نمونه‌های نان حاوی تفاله چغندرقند تا مقادیر ۵ درصد قابل قبول بودند، اما در مقادیر بالاتر تفاله، به دلیل رنگ متمایل به خاکستری مربوط به تفاله که در پوسته و به خصوص در مغز نان مشاهده می‌شود، کمتر مورد قبول واقع شد (شکل ۵).

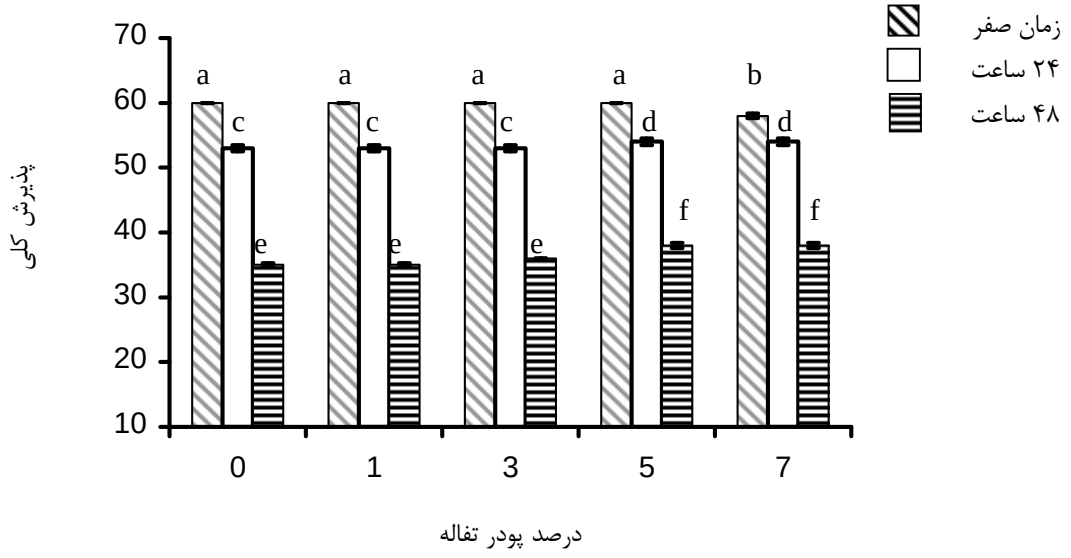
ارزیابی تصاویر حاصل از دستگاه میکروسکوپ الکترونی

شکل ۶ و ۷ تصاویر میکروسکوپ الکترونی از جدار حباب‌های هوای موجود در تیمار نان شاهد و تیمار نان حاوی ۵ درصد تفاله چغندرقند را نشان می‌دهند. در تصاویر با بزرگنمایی بیشتر در تیمار نان حاوی ۵ درصد تفاله، به نظر می‌رسد که گرانول‌های متورم شده نشاسته و پروتئین‌های موجود در سطح آنها توسط لایه ای از ترکیبات هیدروکلوئیدی موجود در تفاله چغندر پوشانده شده اند، این امر سبب استحکام بیشتر دیواره حباب‌های هوای موجود در نان شده است.

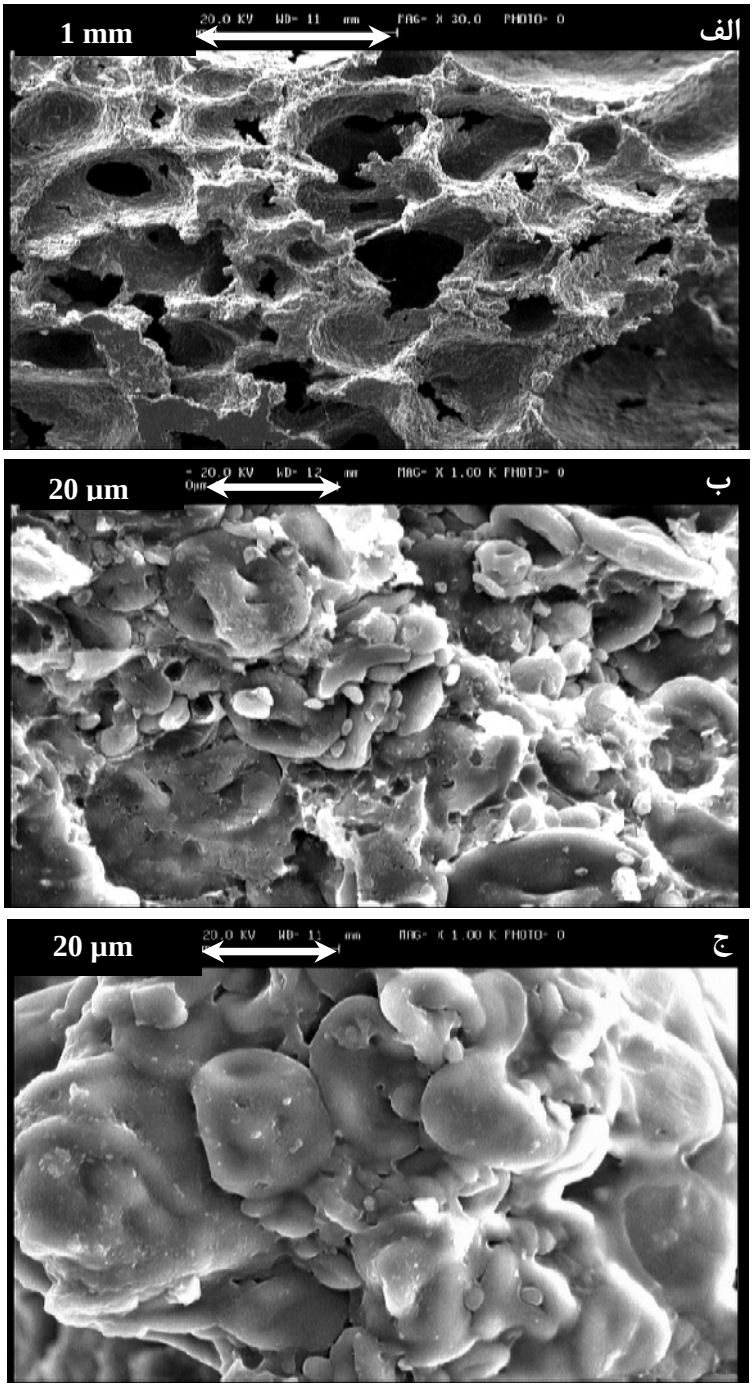
بنابراین دیواره حباب‌های هوا، در برابر چروکیدگی بافت در اثر ماندن که یکی از علائم بیاتی نان است، مقاومت بیشتری می‌کنند، لذا بافت نان تردتر باقی می‌ماند. نتایج تعیین دانسیته نان و بررسی بافت نان در این پژوهش نیز نشان داد که نان محتوی تفاله، دانسیته کمتر و بافت نرمتری داشت که با نتایج این قسمت همخوانی دارد. حضور لایه مذکور می‌تواند به استحکام ساختار حاصل از ترکیبات نشاسته و پروتئین کمک نماید و به نوعی با درگیر نمودن آنها از طریق رطوبت بیشتر موجود در بافت و در نتیجه تعدد بیشتر باندهای هیدروژنی در شبکه سه بعدی موجود در نان، وقوع پدیده بیاتی و خروج اجزای سازنده این ترکیبات از شبکه مذکور را به تاخیر اندازد (۸ و ۱۴).

نتیجه گیری نهایی

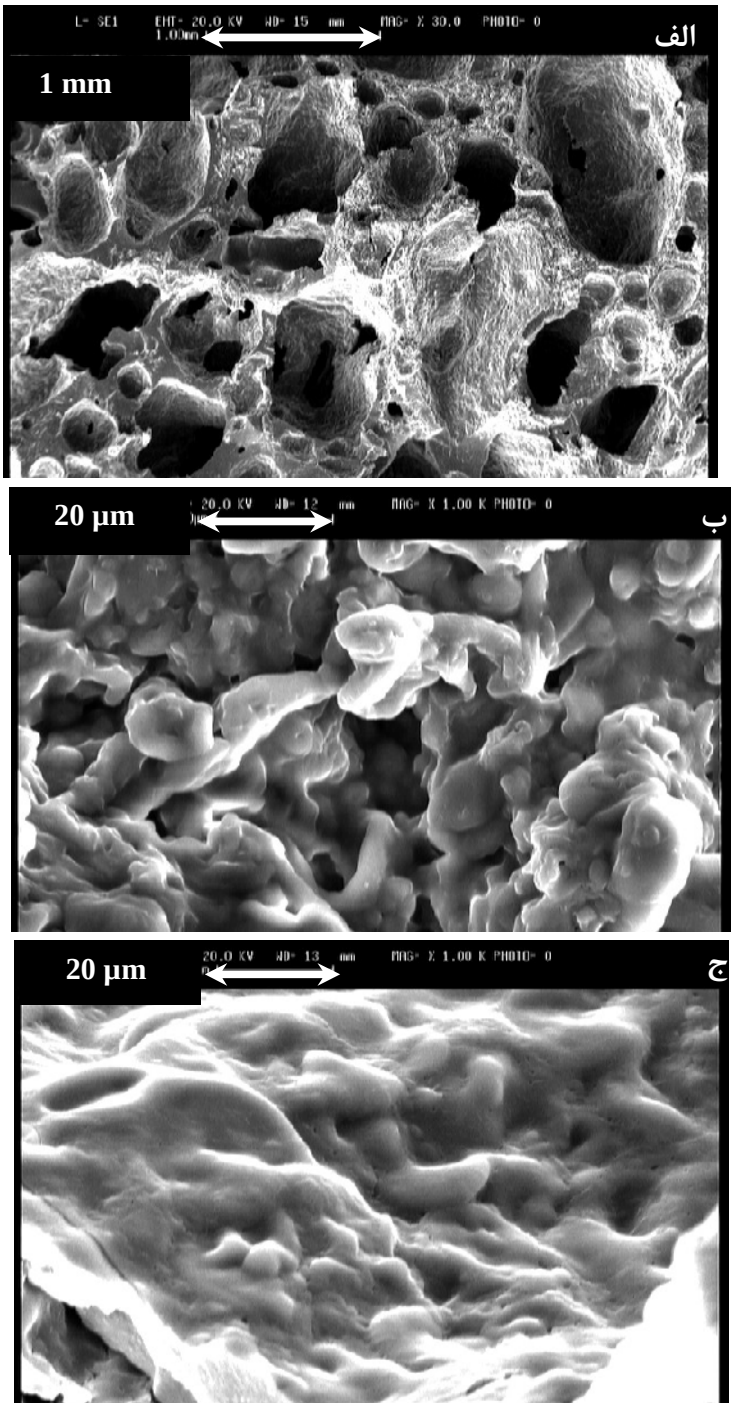
افزودن تفاله چغندر قند به فرمولاسیون نان بربری موجب بهبود خواص مختلف نان از جمله افزایش میزان جذب آب خمیر، افزایش میزان حجم نان و نرمی و بهبود بافت شد که این آثار همراه با به تأخیر انداختن بیاتی در مقایسه با نان معمولی است. از طرف دیگر با افزایش مواد فیبری در نان حاوی تفاله، ارزش تغذیه ای این محصول از جنبه گوارشی بهبود می‌یابد. مصرف کنندگان نیز حضور تفاله چغندر قند تا ۵ درصد را در نان بربری از جنبه‌های حسی قابل قبول ارزیابی کردند، گرچه در مقادیر بالاتر تفاله، به دلیل تأثیر بر رنگ نان از پذیرش محصول کاسته می‌شود. با این حال این مشکل نیز با انجام فرآیند رنگبری تفاله قابل برطرف شدن است. البته حتی اگر رنگبری تفاله قبل از مصرف نیز صورت نگیرد، در برابر خواص مطلوبی که تفاله چغندر قند به نان می‌دهد، اندکی تیرگی رنگ نان، قابل اغماض به نظر می‌رسد.



شکل ۵ پذیرش کلی در نانهای حاوی تفاله چغندرقند و نمونه شاهد در لحظات صفر (نان تازه)، ۲٤ و ٤٨ ساعت پس از پخت در دمای نگهداری ۲۵ °C، (حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد).



شکل ٦ تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) حاصل از بافت مغز تیمار نان شاهد، (الف) نمایی از حباب‌های هوا با مقیاس بزرگنمایی ۳۰، (ب) نمایی از جداره حباب‌های هوا بلافاصله پس از پخت با مقیاس بزرگنمایی ۱۰۰۰ و (ج) پس از گذشت ۹٦ ساعت از زمان پخت با مقیاس بزرگنمایی ۱۰۰۰ در دمای ۲۵ °C



شکل ۷ تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) حاصل از بافت مغز تیمار نان حاوی ۵ درصد تفاله چغندرقند، (الف) نمایی از حباب‌های هوا با مقیاس بزرگنمایی ۳۰، (ب) نمایی از جداره حباب‌های هوا بلافاصله پس از پخت با مقیاس بزرگنمایی ۱۰۰۰ و (ج) پس از گذشت ۹۶ ساعت از زمان پخت با مقیاس بزرگنمایی ۱۰۰۰ در دمای نگه داری ۲۵ °C

منابع

۱- رجب زاده ن. ۱۳۸۰. تکنولوژی نان. چاپ چهارم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۲- قارونی ج. ۱۳۸۳. تکنولوژی نان‌های مسطح. چاپ اول. تهران: انتشارات اندیشمند.

3- American Association of Cereal Chemists. 1984. Approved Methods of AACC. Methods: 22-10, 30-10, 34-01, 38-10, 38-11, 44-10, 44-40, 46-10, 54-10, 54-11, 54-21, 54-29, 56-20, 56-60.

4- Farahnaky A., and Majzoobi M. 2008. Physicochemical properties of partbaked breads. Int. J. Food Prop., Vol., 11: 1-10.

5- Filipovic N., Djuric M., and Gyura J. 2007. The effect of the type and quantity of sugar-beet fibers on bread characteristics. J. Food Eng., Vol., 78: 1047-1053.

6- Gujral H.S., Haros M., and Rosell C.M. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapatti with hydrocolloids and alfa-amylase. J. Food Eng., Vol., 65: 89-94.

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

8- Majzoobi M., Sariri F., Jamalian J., and Mesbahi Gh., Effect of tomato pomace powder on the physicochemical properties of flat bread (Iranian Barbari Bread). J. Food Proc. Prev., Accepted

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

10- Rosell C.M., Rojas J.A., and Benedito de Barber C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocol., Vol., 1: 75-81.

11- 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.

12- Sangnark A., and Noomhorm A. 2003. Effect of particle size on *invitro* calcium and magnesium binding capacity of prepared dietary fibers. Food Res. Int., Vol., 36: 91-96.

13- 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.

14- 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.

15- Shalini K.G., and Laxmi A. 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of chapatti (Indian unleavened flat bread). Food Hydrocol., Vol. 21: 110-117.

16- Watts B.M., Ylimaki G.L., Jeffery L.E., and Elias L.G. 1989. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. The International Development Research Center, Ottawa, Canada. pp. 47-58.

17- Yam K.L. and Papadakis S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. J. Food Eng. Vol., 61: 137-142.