# بررسی اثر غنی‌سازی کیک روغنی با عصاره دارچین بر مواد مغذی و پروفایل بافت محصول نهایی

**بنفشه بردبارلمر[1]، فاطمه قنادی‌اصل*[2]**

[1]دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تلفن همراه: ۰۹۹۱۱۰۹۷۱۹۸

پست الکترونیکی نویسنده: b.bordbar@urmia.ac.ir

[2]دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ghannadiasl@uma.ac.ir

تلفن همراه: ۰۹۱۴۴۵۲۲۰۲۵

## چکیده

با توجه به نقش ریزمغذی‌ها در عملکردهای ضروری بدن و اثرات نامطلوب ناشی از کمبود آنها، غنی‌سازی مواد غذایی پرطرفدار با ریزمغذی‌های ضروری می‌تواند راهکار مناسبی جهت جلوگیری از ایجاد این کمبودها در جوامع باشد. از اینرو، در مطالعه حاضر به بررسی مواد مغذی کیک روغنی غنی‌سازی شده با عصاره دارچین در سطوح ۰/۰۵، ۰/۱۰، ۰/۲۰ و ۰/۲۵ درصد پرداخته شد و عناصر آهن، روی،کلسیم و منیزیم و پروفایل بافت هریک از نمونه‌های تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین محتوای مواد معدنی مورد بررسی در نمونه‌ها با غلظت عصاره رابطه مستقیم وجود داشت. با افزایش غلظت عصاره مقدار آهن از ۰/۳۴ ppm در نمونه کنترل، به ۱/۶۳ ppm در نمونه ۰/۲۵ درصد رسید. مقدار روی نیز از ۰/۱۸ ppm در نمونه کنترل، به ۰/۷۱ ppm در نمونه ۰/۲۵ درصد رسید. محتوای کلسیم موجود در کیک روغنی در همه نمونه‌ها نسبت به نمونه کنترل افزایش قابل توجهی داشت، ولی اختلاف معنی‌داری در محتوای منیزیم نمونه‌ها مشاهده نگردید ($P<0.05$). ارزیابی خصوصیات بافتی نیز کاهش سختی، پیوستگی، تاب‌آوری و شکنندگی نمونه‌ها را با افزایش سطح عصاره دارچین نشان داد. همچین، مشاهده گردید که افزایش سطح عصاره ارتباط مستقیمی با افزایش فنریت کیک داشت. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که غنی‌سازی کیک روغنی با استفاده از عصاره دارچین بتواند به عنوان یک روش کم هزینه جهت تولید کیک‌های روغنی سالم در صنایع غذایی مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی**: اسپکتروفتومتر جذب اتمی، آنالیز پروفایل بافت، ریزمغذی‌ها، کیک روغنی، عصاره دارچین

**۱- مقدمه**

ریزمغذی‌ها در عملکردهای ضروری بدن دخالت داشته و مصرف ناکافی این مواد به عنوان یک عامل مهم در افزایش بار جهانی بیماری‌ها، مرگ و میر ناشی از بیماری‌های عفونی و ناتوانی‌های ذهنی شناخته می‌شود (۷). کمبود ریزمغذی‌ها در بسیاری از جمعیت‌ها شایع بوده و در حال حاضر، حدود ۲ میلیارد نفر را در سراسر دنیا تحت تأثیر قرار داده است (۵۱). تخمین زده می شود که دو میلیارد نفر در جهان از سوء تغذیه ریزمغذی‌ها رنج می‌برند. زنان باردار، شیرده و کودکان خردسال بیشتر از پیامدهای مضر کمبود مواد معدنی رنج می‌برند (۸). آهن، عنصر ضروری برای رشد و فعالیت‌های متابولیکی است و بر اساس گزارش جهانی بار بیماری‌ها (GBD[1]) در سال ۲۰۱۶، کم‌خونی ناشی از فقر آهن یکی از ۵ علت اصلی است که منجر به ناتوانی در سال‌های زندگی می‌شود (۲۴ و۹). بطوری که، شیوع کم‌خونی فقر آهن در کودکان زیر پنج سال، زنان در سنین باروری و زنان حامله به ترتیب ۴۱/۷ درصد، ۳۲/۸ درصد و ۴۰/۱ درصد گزارش شده است (۱۰). عنصر روی یک ریزمغذی ضروری برای متابولیسم پروتئین، چربی، اسیدهای نوکلئیک و بیان ژنی است (۲۹).کمبود روی یک مشکل عمده بهداشتی در سراسر جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه بوده و تخمین زده می‌شود که تا ۱۷ درصد از جمعیت جهان در معرض خطر دریافت ناکافی این ماده هستند (۴۷ و ۳۲). کلسیم یک عنصر ضروری برای سلامت استخوان‌ها بوده و کمبود آن در ارتباط با عوارض حاملگی، سرطان و بیماری‌های قلبی- عروقی است. تخمین زده می‌شود که تقریباً نیمی از جمعیت جهان در رژیم غذایی خود دسترسی کافی به کلسیم را ندارند (۴۵). همچنین، کمبود منیزیم و مصرف کم آن با تغییر سطوح سایر عناصر مغذی با بیماری‌های قلبی- عروقی، بیماری‌های عصبی عضلانی، دیابت نوع دو، افسردگی و افزایش التهاب مرتبط است (۳۸ و ۳۴). مطالعات روی جمعیت‌های مختلف نشان داده است که ۱۵ تا ۴۲ درصد از بزرگسالان به ظاهر سالم، سطح سرمی منیزیم غیرطبیعی دارند (۱۲).

در سال‌های اخیر، غنی‌سازی مواد غذایی با ریزمغذی‌ها به عنوان یکی از راهکارهای مناسب برای بهبود وضعیت ریزمغذی‌ها مورد توجه قرار گرفته است (۲۰ و ۱۳). توصیه می‌شود که غنی‌سازی در مقیاس بزرگ (LSFF[2]) بر روی مواد غذایی اصلی مصرفی در جوامع صورت گیرد واز اینروست که همواره تلاش‌های زیادی جهت نوآوری درفرمولاسیون‌های این نوع مواد غذایی انجام می‌شود (17,50). بنا به تعریف FUFOSE[3]، غذاهای فراسودمند علاوه بر ارزش غذایی، حداقل یک اثر مثبت بر بدن انسان دارد و به طور کلی، انتظار می‌رود که خطر ابتلا به بیماری‌ها را کاهش دهد (۶).

[1]Global Burden of Disease Study
[2]Large-Scale food fortification
[3] Functional Food Science in Europe

محصولات نانوایی علی‌الخصوص محصولات تولید شده با آرد گندم جزو پرمصرف‌ترین و ارزان‌ترین مواد غذایی موجود در برنامه غذایی افراد محسوب می‌شوند و ارزش غذایی آنها به نوع فرمولاسیون و فرآوری بستگی دارد (۱۳ و۴). خوشبختانه به دلیل ساختار منحصر به فرد پروتئین گندم، این ماده غذایی قابلیت غنی‌سازی با انواع مختلفی از مواد معدنی را دارد (۱۱). از طرف دیگر، مطالعات انجام شده بر روی دارچین نشان داده است که این ماده سرشار از انواع مواد معدنی، پروتئین، فیبر، محتوای فنلی و روغن‌های اسانسی است و می‌توان از آن برای غنی‌سازی برخی از مواد غذایی استفاده کرد (۱۶). مقدار تقریبی آهن، روی، کلسیم و منیزیم موجود در دارچین به ترتیب ۶/۳۳، ۲/۲۷، ۷۸/۳۱ و ۸۳/۸۷ میلی‌گرم بر گرم اندازه‌گیری شده است. همچنین، محتوای پروتئین، فیبر و فنولیک کل آن به ترتیب ۳/۲۲ درصد، ۳۱/۵۷ درصد و ۸/۲۱ $mg\ 100g^{-1}$ بدست آمده است (۴۱). در مطالعه دیلون و آمارجیت (۲۰۱۳)، پودر دارچین با درصدهای مختلف (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ درصد) به جای بخشی از آرد گندم برای تهیه نان استفاده شد. نتایج آنها نشان داد که بین نمونه‌های مورد مطالعه، نان با ۲ درصد پودر دارچین خواص پخت، بافتی و قابلیت پذیرش بهتری داشت و مدت ماندگاری آن در دمای اتاق ۶ روز بود (۱۵). در مطالعه دیگری بواتنین و همکاران (۲۰۲۳)، بر روی بهبود خواص غذایی و عملکردی نان با ترکیب پودر دارچین تحقیق کردند. نتایج آنها نشان داد که محتوای پروتئین برای نان حاوی ۱ درصد پودر دارچین و نان حاوی ۰/۵ درصد دارچین به ترتیب ۱۱/۹۶ درصد و ۱۱/۲۲ درصد، در مقایسه با ۱۰/۷۶ درصد برای نمونه کنترل اندازه‌گیری شد و در نهایت آنها گزارش کردند که، نتایج این کار تأثیر مثبت افزودن پودر دارچین به آرد گندم برای نان با خواص مفید بر مواد معدنی و سلامت مصرف‌کنندگان را نشان داد (۸). لذا هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر غنی‌سازی کیک روغنی به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین میان وعده‌های محصولات نانوایی با عصاره دارچین و تأثیر آن بر خصوصیات شیمیایی، درشت مغذی‌هایی همچون پروتئین، کربوهیدرات و چربی و ریزمغذی‌های ضروری نظیر آهن، روی، کلسیم و منیزیم و در نهایت بررسی تغییرات پروفایل بافت نمونه‌های تولید شده بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

چوب دارچین (برند گلستان، شرکت کیان باداس تهران)، آرد گندم مخصوص قنادی (آرد نول چهار صفر) درجه یک (صنایع غذایی گلها، تهران) با ویژگی‌های ۰/۴۶ درصد خاکستر کل، ۱۱/۵ درصد رطوبت، ۱۰ درصد پروتئین و ۱/۱ درصد چربی از فروشگاه‌های مواد غذایی خریداری شد. سایر مواد اولیه مورد نیاز برای تهیه خمیر کیک روغنی شامل روغن آفتابگردان (شرکت اویلا، البرز)، بیکینگ پودر (شرکت سبزان، تهران)، شیر خشک (نان کید، شرکت نستله ایران)، وانیل و شکر (صنایع غذایی گلها،

تهران)، پودرآب پنیر (صنایع شیر پگاه، شوش) و تخم مرغ نیز از فروشگاه‌های مواد غذایی خریداری شد. $HNO_3$ و $H_2O_2$ ( SPS Science، پاریس، فرانسه) و سایر مواد شیمیایی استفاده شده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

## ۲-۲- روش‌ها

### ۲-۲-۱- عصاره‌گیری از دارچین

به منظور عصاره‌گیری، نمونه‌های چوب دارچین خریداری و در شرایطی مناسب و به دور از آفتاب با دستگاه آسیاب برقی (شرکت مولینکس فرانسه، مدل A320R1) پودر شد. پودر حاصله به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر (به ازای هر ۱۰۰ گرم پودر، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به عنوان حلال) برای تهیه عصاره آبی خیسانده شد. سپس پودر خیسانده شده به دستگاه قیف بوخنر منتقل و با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شد. سوسپانسیون آبی دارچین به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ (D-7200 Tuttlingen, Hettich ZENTRIFUGEN) شد تا مواد جامد از محلول آبی دارچین جدا شود. سپس عصاره حاصله به وسیله دستگاه روتاری اواپراتور (EV400, Labtech,Italy) با سرعت ۲۰۰ دور بر دقیقه در شرایط خلأ تا بریکس ۱۵ تغلیظ گردید (۳۷). اندازه‌گیری بریکس با دستگاه رفراکتومتر (HUIXIA SBR-0090, China) انجام شد. عصاره حاصله جهت تهیه غلظت‌های مورد نظر (۰/۰۵، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۲۰ و ۰/۲۵ درصد وزنی/حجمی عصاره آبی دارچین) مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که این عصاره در شیشه درب بسته تیره و در دمای یخچال نگهداری شد.

### ۲-۲-۲- تهیه فرمولاسیون کیک روغنی

نمونه‌های کیک طبق روش پیغمبردوست (۲۰۱۰)، به روش شکر- خمیر تهیه شد (۳۹). در این روش روغن (۵۷ درصد) بر اساس وزن آرد و شکر (۷۲ درصد) تا تولید رنگ روشن در حدود ۱۰ دقیقه مخلوط (مخلوط‌کن استیل آلفا تجهیز، تهران) شد. سپس در ۵-۴ مرحله تخم مرغ (۷۲ درصد) اضافه شد. کلیه مواد پودری شامل آرد (۱۰۰ درصد)، بیکینگ پودر (۱/۳۴ درصد)، شیر خشک (۲ درصد)، وانیل (۰/۵ درصد) و پودر آب پنیر (۴ درصد) الک و سپس به مواد افزوده شدند، تا خمیر به صورت نیمه صاف درآمد. در نهایت تا تشکیل خمیر مورد نظر، آب (متغیر) افزوده شد. نمونه‌های مورد مطالعه شامل نمونه کنترل (بدون عصاره) و نمونه‌های کیک در ۵ غلظت مختلف عصاره دارچین (۰/۰۵، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۲۰ و ۰/۲۵ درصد) بودند که در مرحله آخر تهیه خمیر کیک، به آن افزوده شدند. مقدار ۳۰۰ گرم از خمیر آماده شده در قالب‌های مافین به قطر ۷ سانتی‌متر ریخته شد. سپس در فر خانگی (SATISUN, 911w, Iran/Tehran) با دمای ۱۰±۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۲۵ دقیقه پخته شدند. در نهایت

کیک‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط خنک و در بسته‌بندی‌های پلی اتیلن بسته‌بندی شده و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای اتاق نگهداری شدند.

فرآیند خشک کردن نمونه‌های کیک در آون (Oven Behdad, model 70 LIT, Iran/Tehran) با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۱۲ ساعت انجام شد. سپس کیک‌های خشک شده به دسیکاتور منتقل شدند و بعد از رسیدن به دمای محیط، با دستگاه آسیاب برقی (شرکت مولینکس فرانسه، مدل A320R1) پودر شدند. سپس برای آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

### ۳-۲-۲- تعیین مواد مغذی

محتوای ازت با استفاده از روش کجلدال (Gerhardt, KJELDATHERM, Germany) و با روش استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۰۵۲ تعیین شد و مقدار نیتروژن بدست آمده با استفاده از ضریب تبدیل ۵/۷ به میزان پروتئین تبدیل شد. اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها به روش لین اینون (کوپریمتری) با روش تیترسنجی فهلینگ استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ انجام شد و محتوای چربی با روش وزن‌سنجی به روش استخراج سوکسله (Behr Labor-Technik, Germany) و استفاده از ان-هگزان (مرک آلمان، کد ۱۰۰۷۹۵) به عنوان حلال استخراجی، بر اساس روش توصیف شده در روش استاندارد ملی ایران شماره۱۱۶۹۱ بدست آمد (۳-۱).

عناصر معدنی آهن و روی، پس از هضم مواد معدنی از محلول به دست آمده با خاکستر خشک نمونه‌ها تجزیه و تحلیل شدند. نمونه پودر خشک دارچین ( حدود ۰/۵ گرم) با ۵ میلی‌لیتر مخلوط اسیدی $HNO_3$ و $H_2O_2$ غلیظ (۲:۱) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس روی صفحه داغ الکتریکی در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت، تا پس از هضم رنگ شفافی به دست آید. مقدار اضافی اسید به منظور دستیابی به جرم نیمه خشک تبخیر شد، سپس سرد و با $HNO_3$ ۰/۲ mol/L تا حجم ۱۰ میلی‌لیتر رقیق شد. نمونه از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده شد. در نهایت ترکیبات معدنی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (AAS, Shimadzu Instruments, Inc., SpectrAA-220, Kyoto, Japan) اندازه‌گیری شدند و بصورت ppm گزارش شدند. عنصر کلسیم با استفاده از دستگاه Flame Photometer (مدل PFP7 ساخت JENWAY انگلستان) با همان محلول‌های نمونه هضم شده قبلی اندازه‌گیری شد و در نهایت بصورت $mEq\ l^{-1}$ گزارش شد. همچنین، منیزیم با استفاده از روش تیتراسیون با EDTA 0.02 N بصورت $mEq\ l^{-1}$ اندازه‌گیری شد (۱۸).

### ٤-٢-٢-آنالیز پروفایل بافت (TPA[1])

TPA نمونه‌های کیک توسط بافت‌سنج[2](مدلBrook field-CT310K) انجام شد. برای انجام آزمون TPA نمونه‌های کیک روغنی با ابعاد (۲×۲×۲ سانتی‌متر مکعب)، با استفاده از یک پروب استوانه‌ای به قطر ۳۸/۱ میلی‌متر (TA4/1000) دو بار با این شرایط فشرده شدند: هدف آزمایشی[3]۵۰ درصد، ۵۰ درصد بار ماشه‌ای[4]۷ گرم، سرعت برگشت[5]۲ میلی‌متر بر ثانیه، سرعت آزمایش[6]۰۰/۲ میلی‌متر بر ثانیه، سرعت پیش‌آزمون[7]۱ میلی‌متر بر ثانیه. در نهایت آنالیز پروفایل بافت با استفاده از نرم افزار Texture Expert 1.05 تعیین شد. پارامترهای اندازه‌گیری بافت شامل سختی[8]، چسبندگی[9]، پیوستگی[10]، تاب‌آوری[11]، شکنندگی[12]، فنریت[13]، حالت صمغی[14] و قابلیت جویدن[15] بودند.

### ۵-۲-۲- تحلیل آماری

در پژوهش حاضر از طرح کاملاً تصادفی در ۵ غلظت مختلف دارچین به همراه نمونه کنترل، با سه تکرار برای هر نمونه انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی Fisher`s LSD test انجام شد. داده‌های کمی بصورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده‌اند و تفاوت در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ مشخص شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۱-۳- تعیین ریزمغذی‌های نمونه‌های کیک با غلظت‌های مختلف عصاره دارچین

کیفیت میان وعده‌های غذایی به عنوان نوعی الگوی مصرف از عوامل تأثیرگذار روی سلامتی افراد شناخته می‌شود (۲۵). در اغلب موارد، این وعده‌های غذایی پرانرژی بوده ولی از مواد مغذی نامناسبی برخوردار هستند (۲۲). در میان تنقلات، کیک‌ها به

[1]Texture profile analysis
[2]Texture Analyzer
[3]Test Target
[4]Trigger Load
[5]Return Speed
[6]Test Speed
[7]Pretest Speed
[8] Hardness
[9] Adhesiveness
[10] Cohesiveness
[11] Resilience
[12] Fracturability
[13] Springiness
[14] Gumminess
[15] Chewiness

دلیل قیمت مناسب و آماده و در دسترس بودن در انواع مختلف، یکی از محبوب‌ترین اقلام نانوایی هستند که تقریباً توسط همه اقشار مردم مصرف می‌شوند (۵). این محصولات غنی از کربوهیدرات و چربی بوده و مقدار پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌های آنها پایین گزارش شده است (۴۰). غنی‌سازی مواد غذایی می‌تواند برای افزایش محتوای ریزمغذی‌های ضروری، افزایش کیفیت تغذیه‌ای و تضمین مزایای سلامتی بالاتر مورد استفاده قرار گیرد (۳۶). از اینرو، با توجه به اهمیت درشت مغذی‌ها و ریزمغذی‌ها در سلامت انسان، در مطالعه حاضر، بررسی غنی‌سازی کیک روغنی با استفاده از عصاره دارچین انجام گرفت که نتایج آن در مواد مغذی مورد مطالعه در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

**جدول ۱- محتوای درشت مغذی‌های کیک روغنی غنی شده با درصدهای مختلف عصاره دارچین**

| عصاره **دارچین (درصد)** | **پروتئین (درصد)** | **کربوهیدرات (درصد)** | **چربی (درصد)** |
|---|---|---|---|
| **نمونه کنترل** | ۱۰/۰۵ ± ۰/۳۵$^{d}$ | ۴۲/۶۵ ± ۱/۰۳$^{a}$ | ۱۳/۴۶ ± ۰/۲۹$^{a}$ |
| **۰/۰۵** | ۱۰/۰۹ ± ۰/۱۶$^{cd}$ | ۴۲/۷۴ ± ۰/۷$^{a}$ | ۱۳/۵ ± ۰/۲۶$^{a}$ |
| **۰/۱۰** | ۱۰/۱۳ ± ۰/۲۱$^{bc}$ | ۴۰/۹۹ ± ۱/۲۴$^{bc}$ | ۱۳/۱۷ ± ۰/۰۶$^{ab}$ |
| **۰/۱۵** | ۱۰/۱۶ ± ۰/۲$^{ab}$ | ۴۰/۰۴ ± ۰/۸۲$^{c}$ | ۱۲/۸۷ ± ۰/۲۲$^{b}$ |
| **۰/۲۰** | ۱۰/۱۶ ± ۰/۴$^{ab}$ | ۴۱/۸۸ ± ۰/۴۸$^{ab}$ | ۱۳/۰۵ ± ۰/۰۹$^{b}$ |
| **۰/۲۵** | ۱۰/۱۹ ± ۰/۱۲$^{a}$ | ۳۹/۸۲ ± ۰/۴۹$^{c}$ | ۱۳/۰۳ ± ۰/۱۱$^{b}$ |

**حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌داری است** ($P<0.05$).

طبق نتایج بدست آمده در جدول ۱ مقادیر پروتئین اندازه‌گیری شده برای نمونه کیک‌های غنی شده با غلظت‌های مختلف عصاره دارچین نسبت به نمونه کنترل افزایش داشته است، بطوری که نمونه حاوی ۰/۲۵درصد عصاره نسبت به نمونه‌های کنترل، ۰/۰۵ و ۰/۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0.05$). با افزایش درصد عصاره، شاهد کاهش مقدار کربوهیدرات از ۴۲/۶۵ درصد در نمونه کنترل، به ۳۹/۸۲ درصد در نمونه ۰/۲۵ درصد بودیم. در مطالعه دیلون و آمارجیت (۲۰۱۳) بر روی ارزیابی کیفیت نان ترکیب شده با سطوح مختلف پودر دارچین نشان داده شد که افزایش میزان پودر دارچین در نان، باعث افزایش پروتئین نمونه‌ها شد. به طوری که نمونه کنترل که ۸/۰۶ درصد پروتئین داشت، با افزودن ۴ درصد پودر دارچین به ۸/۳۷ درصد رسید (۱۵). این نتایج با مطالعه ما مطابقت داشت. درصد چربی اندازه‌گیری شده برای اکثر نمونه‌ها نیز نسبت به نمونه کنترل کاهش داشت. نگ و وان (۲۰۱۴)، تأثیر افزودن پودر دارچین بر ترکیبات غذایی بیسکویت کره‌ای را بررسی کردند، نتایج آنها نشان داد که محتوای

پروتئین بیسکویت‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P< ۰/۰۵$)، بطوری که از نمونه کنترل ۶/۳۰ درصد به ۶/۶۹ درصد در نمونه حاوی ۶ درصد پودر دارچین رسید. علاوه بر این، محتوای کربوهیدرات بیسکویت‌ها با میزان پودر دارچین اضافه شده نسبت معکوس داشت و از ۶۸/۴۴ تا ۶۸/۷۲ درصد متغیر بود و اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در میزان کربوهیدرات و چربی مشاهده نشد (۳۳). بطور کلی می‌توان گفت که به نظر می‌رسد که افزایش درصد عصاره دارچین منجر به افزایش درصد پروتئین کیک، کاهش درصد چربی و کاهش درصد کربوهیدرات در اکثر نمونه‌ها نسبت به نمونه کنترل شد. این افزایش محتوای پروتئین به دلیل غنی‌سازی نمونه‌های کیک روغنی با عصاره دارچین و کاهش محتوای کربوهیدرات در نمونه‌های فرموله شده را می‌توان با کاهش محتوای چربی و افزایش محتوای پروتئین در این نمونه‌ها توضیح داد و می‌توان نتیجه گرفت که عصاره دارچین محتویات تغذیه‌ای کیک روغنی را بهبود می‌بخشد.

**جدول ۲- محتوای ریزمغذی‌های کیک روغنی غنی شده با درصدهای مختلف عصاره دارچین**

| عصاره دارچین (درصد) | آهن (ppm) | روی (ppm) | کلسیم ($mEq\ l^{-1}$) | منیزیم ($mEq\ l^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| نمونه کنترل | ۰/۳٤ ± ۰/۰۳$^{d}$ | ۰/۱۸ ± ۰/۰۲$^{d}$ | ۵ ± ۱/۰۱$^{e}$ | ٦/۳۳ ± ۲/۵۲$^{bc}$ |
| ۰/۰۵ | ۰/٤۱ ± ۰/۱$^{cd}$ | ۰/۲۹ ± ۰/۰۱$^{cd}$ | ۷ ± ۱/۱۲$^{d}$ | ۹ ± ۱/۷۳$^{ac}$ |
| ۰/۱۰ | ۰/٦۱ ± ۰/۱$^{c}$ | ۰/۳۸ ± ۰/۰۲$^{cb}$ | ۱۵ ± ۰/۹۸$^{b}$ | ٦/۳٤ ± ۲/۵۱$^{bc}$ |
| ۰/۱۵ | ۱ ± ۰/۰۱$^{b}$ | ۰/٤۳ ± ۰/۰٦$^{cb}$ | ۱۱/٦۷ ± ۰/۵۷$^{c}$ | ۱۰/۳۳ ± ۰/۵۸$^{a}$ |
| ۰/۲۰ | ۱/۱۱ ± ۰/۰۵$^{b}$ | ۰/۵ ± ۰/۰۲$^{b}$ | ۱٦/٦۷ ± ۱/۵۳$^{b}$ | ۹/۳۳ ± ۲/۳۱$^{ac}$ |
| ۰/۲۵ | ۱/٦۳ ± ۰/۳۲$^{a}$ | ۰/۷۱ ± ۰/۲$^{a}$ | ۲۳/٦۷ ± ۰/۵۸$^{a}$ | ۷/۰۳ ± ۲/۰۲$^{ac}$ |

**حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌داری است ($P<0.05$).**

بنا به نتایج بدست آمده، بین محتوای آهن موجود در نمونه‌ها با غلظت عصاره رابطه مستقیم وجود داشت. بطوری که با افزایش غلظت عصاره مقدار آهن از ppm ۰/۳۴ در نمونه کنترل، به ppm ۱/۶۳ در نمونه ۰/۲۵ درصد رسید. این رابطه در مورد عنصر روی هم صادق بود و مقدار روی از ppm ۰/۱۸ در نمونه کنترل، به ppm ۰/۷۱ در نمونه ۰/۲۵ درصد رسید. بعلاوه، محتوای کلسیم موجود در کیک روغنی در همه نمونه‌ها نسبت به نمونه کنترل افزایش قابل توجهی را داشت، بطوری که این مقدار از $5\ mEq\ l^{-1}$ در نمونه کنترل به $23/67\ mEq\ l^{-1}$ در نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد عصاره رسید. میزان محتوای منیزیم اندازه‌گیری شده در نمونه‌های کیک روغنی از ۶/۳۳ تا $10/33\ mEq\ l^{-1}$ متغیر بود که کمترین این مقدار مربوط به نمونه کنترل و ۰/۱۰ درصد عصاره و بیشترین

آن مربوط به نمونه ۰/۱۵ درصد بود و می‌توان گفت که افزودن عصاره دارچین به کیک روغنی اختلاف معنی‌داری خاصی در بین نمونه‌ها ایجاد نکرده است ($P<0.05$). بطور کلی می‌توان گفت که مقدار قابل توجه مواد معدنی در کیک‌های غنی شده در مقایسه با نمونه‌های کنترل، ممکن است به دلیل محتوای بالای مواد معدنی ضروری در دارچین باشد. در مطالعه سیلوا و همکاران (۲۰۲۰)، مقادیر ترکیبات معدنی آهن، روی، کلسیم و منیزیم پودر دارچین به ترتیب ۱۹۹۴-۱۸، ۵۲۴-۵/۴، ۱۳۲۲۵-۵۳۰۰ و ۱۳۵۲-۴۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم توسط دستگاه طیف‌سنجی نشر نوری پلاسما جفت القایی (ICP OES[1]) برآورد شد (۴۶). در مطالعه دیگری که توسط گل و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد، مقادیر به دست آمده برای دارچین شامل آهن (۷ میلی‌گرم بر گرم)، روی (۲/۶ میلی‌گرم بر گرم)، کلسیم (۸۳/۸ میلی‌گرم بر گرم) و منیزیم (۸۵/۵ میلی‌گرم بر گرم) گزارش شده است (۱۸). به نظر می‌رسد تفاوت در نتایج به دلیل تأثیرات ژئوگرافیک (شرایط و عوامل محیطی مختلفی مانند محل رشد و یا گونه‌های مختلف دارچین) نمونه‌های مورد مطالعه باشد. در هر حال این افزایش در مقادیر مواد معدنی ممکن است با افزایش زیست دسترسی آنها همراه باشد که بایستی مورد توجه قرار گیرد.

در همین راستا مصطفی (۲۰۱۴) به بررسی امکان تولید کیک و بیسکویت بدون گلوتن با استفاده از دارچین پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن این ماده در سطح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد، باعث افزایش مقدار کلسیم و آهن در محصولات تولیدی گردید و بیشترین مقدار در سطح ۱۰ درصد مشاهده گردید (۳۰). در مطالعات دیگر هم افزایش محتوای مواد معدنی محصولات نانوایی یا کیک با استفاده از مواد مختلف مورد تأیید قرار گرفته است. مثلاً در مطالعه‌ای اوگونسینا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که ترکیب آرد دانه مورینگا اولیفرا[2] بر خواص ارگانولپتیک نان‌ها و بیسکویت‌های مختلف تأثیر می گذارد و ترکیب غذایی در هر دو محصول بهبود یافت و سطح پروتئین (از ۸/۲۴ درصد در نمونه کنترل به ۱۳/۷۴ درصد در نمونه ۱۵ درصد)، آهن (از ۲/۷۲ mg/100g در نمونه کنترل به ۵/۴۳ mg/100g در نمونه ۱۵ درصد) و کلسیم (از ۲۳/۰۱ mg/100g در نمونه کنترل به ۳۵/۸۴ mg/100g در نمونه ۱۵ درصد) را افزایش داد (۳۵). همچنین، در کیک‌های غنی شده با آرد مالت‌دار و آرد جو هم افزایش مواد معدنی گزارش شده است (۱۹ و ۱۴) که این میزان افزایش در ارتباط با نوع ماده افزودنی باشد. به نظر می‌رسد کیک های روغنی فرموله شده، منبع مهمی از مواد معدنی در مطالعه حاضر باشند.

[1] Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy
[2] Moringa oleifera

### ۲-۳- آنالیز پروفایل بافت نمونه‌های کیک با غلظت‌های مختلف عصاره دارچین

اصلاح فرمولاسیون نمونه‌های کیک می‌تواند ویژگی‌های بافتی را (به دلیل بیات شدن مربوط به پدیده‌های فیزیکوشیمیایی و ساختاری) تغییر دهد (۴۹). تغییرات در خصوصیات بافتی نمونه‌های کیک روغنی با اضافه کردن عصاره آبی دارچین در غلظت‌های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

**جدول۳- خواص بافتی کیک‌های روغنی حاوی سطوح مختلف عصاره دارچین**

| پارامترهای بافتی | عصاره دارچین (درصد) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | نمونه کنترل | ۰/۰۵ | ۰/۱۰ | ۰/۱۵ | ۰/۲۰ | ۰/۲۵ |
| سختی(g) | ۳۸۱۶/۳۳ ± ۸/۸۹ $^{a}$ | ۳۱۳۳/۶۷ ± ۸/۱۱٤ $^{ac}$ | ۳۰٤۲ ± ۰/۹۵ $^{ac}$ | ۲۹۸٦/۳۳ ± ۷/۰۲ $^{ac}$ | ۲۹٦٤ ± ۳/۱۲ $^{ac}$ | ۲۸۵۳ ± ۲/۹۸ $^{bc}$ |
| چسبندگی(mj) | ۰/۲ ± ۰/۲٦ $^{bc}$ | ۰/٤ ± ۰/۱۷ $^{ac}$ | ۰/۸٦ ± ۰/٤۹ $^{a}$ | ۰/۳٤ ± ۰/۱۷ $^{bc}$ | ۰/٤۷ ± ۰/۳۱ $^{ac}$ | ۰/۲۳ ± ۰/۱۵ $^{bc}$ |
| پیوستگی | ۰/۷۳ ± ۰/۱۳ $^{a}$ | ۰/۷۸ ± ۰/۰۲ $^{a}$ | ۰/٦۲ ± ۰/۰٦ $^{a}$ | ۰/۷۸ ± ۰/۳٦ $^{a}$ | ۰/۵۸ ± ۰/۰۲ $^{a}$ | ۰/۵٦ ± ۰/۰۲ $^{a}$ |
| تاب‌آوری | ۰/۲٤ ± ۰/۰۲ $^{a}$ | ۰/۲۵ ± ۰/۰۲ $^{ad}$ | ۰/۲۲ ± ۰/۱۵ $^{ba}$ | ۰/۱۸ ± ۰/۰۱ $^{cb}$ | ۰/۱۹ ± ۰/۰۲ $^{db}$ | ۰/۲ ± ۰/۰۳ $^{cd}$ |
| شکنندگی(g) | ۳۸۱٦/۳۳ ± ۰/۸۸ $^{a}$ | ۳۱۳۳/٦۷ ± ۰/۸۱ $^{a}$ | ۳۱۲۹ ± ۰/٦۵ $^{a}$ | ۳۱۲۰ ± ۰/٦٦ $^{a}$ | ۲۹٦٤ ± ۳/۱۲ $^{a}$ | ۲۸۸۹/۳۳ ± ۱/٦۵ $^{a}$ |
| فنریت(mm) | ۹/۷۳ ± ۰/٦۱ $^{a}$ | ۱۰/۳٤ ± ۰/۰٦ $^{a}$ | ۱۰/۹۱ ± ۳/۳۲ $^{a}$ | ۱۱/۳۹ ± ۰/٤٤ $^{a}$ | ۱۱/۸۱ ± ۰/۳ $^{a}$ | ۱۲/۱۱ ± ۰/۱٤ $^{a}$ |
| حالت صمغی(g) | ۲۷٦/٤٦ ± ۰/٤۵ $^{a}$ | ۲٤٦/۲٦ ± ۰/٦۷ $^{ab}$ | ۱۹۹/۳٦ ± ۲/۹۳ $^{bc}$ | ۱۷٦/۸ ± ۰/٤٤ $^{c}$ | ۱۷۲/۱٦ ± ۱/۱۷ $^{c}$ | ۱۸٦/۵٦ ± ۵/۳۲۵ $^{bc}$ |
| قابلیت جویدن(mj) | ۲۸٤/۹۷ ± ۰/۳۸ $^{a}$ | ۲٦۷/٦۳ ± ۰/۵٤ $^{ab}$ | ۱۱۵/۵۷ ± ۰/٦۹ $^{c}$ | ۱۵۵/۷۳ ± ۲/۸۵ $^{c}$ | ۱۷۷/۳۷ ± ۰/۵٦ $^{bc}$ | ۲۵٦/۸۷ ± ۰/٤۵ $^{ab}$ |

حروف غیرمشابه در هر سطر نشان دهنده اختلاف میانگین معنی‌دار است ($P<0.05$).

تجزیه و تحلیل پروفایل بافت نمونه‌های اندازه‌گیری شده کیک نشان داد که با افزایش سطح عصاره دارچین به کیک روغنی، سختی آن کاهش می‌یابد و به عبارتی کیک نرم‌تر شد. بطوری که سختی کیک در نمونه کنترل از **۳۸۱۶/۳۳** به **۲۸۵۳** گرم در نمونه حاوی **۰/۲۵**درصد عصاره، کاهش یافت که این نتیجه نشان‌دهنده بهبود بافت و سختی کیک با افزودن عصاره دارچین به کیک روغنی است. نتایج ما با یافته‌های مجذوبی و همکاران (۲۰۱۴) در مورد اثرات نشاسته ذرت مقاوم بر خواص فیزیکوشیمیایی کیک مطابقت داشت، بطوری که با افزایش درصد نشاسته ذرت، سختی کیک‌ها کاهش یافت (۲۸). صالحی و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند که در تجزیه و تحلیل پروفایل بافت، سختی نمونه‌های اندازه‌گیری شده کیک با افزایش سطح پودر قارچ دکمه‌ای نرم‌تر می‌شود (۴۲). در مطالعه دیگری صالحی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که افزودن مقادیر مختلف صمغ گوار به بافت کیک اسفنجی هویج ارتباط مستقیمی با افزایش سختی بافت کیک دارد (۴۴). مطالعه ناکوو و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان داد که با افزایش مقادیر پودر تفاله انگور، سختی کیک افزایش می‌یابد (۳۱). اما، در مطالعه لو و همکارن (۲۰۱۰) مشخص شد که بافت کیک

اسفنجی با افزایش سطح پودر چای سبز به آن سخت‌تر می‌شود (۲۷). بنابراین، به نظر می‌رسد تفاوت در نتایج، در ارتباط با نوع ماده غنی شده بوده باشد.

چسبندگی بیشتر یک ویژگی سطحی محسوب می‌شود که به اثر ترکیبی نیروهای چسبندگی بستگی دارد. در واقع چسبندگی، مقدار کار لازم برای غلبه بر نیروهای جاذبه بین سطح ماده غذایی و سطوح در تماس با ماده غذایی در دهان (سطح زبان، کام، دندان‌ها و غیره) است (۲۱). مقادیر چسبندگی بافت کیک روغنی با افزایش درصد عصاره دارچین اختلاف معنی‌داری خاصی را از خود نشان نداد. فقط نمونه حاوی ۰/۱۰درصد عصاره با نمونه‌های کنترل، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ درصد عصاره، اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. اما همه مقادیر اندازه‌گیری شده برای این پارامتر در همه غلظت‌ها، از نمونه کنترل بیشتر بود. سلیما و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه خود گزارش کردند که کاربرد صمغ دانه شاهی در فرمولاسیون کیک منجر به افزایش چسبندگی نمونه‌های کیک شد (۴۸).

پیوستگی، مقاومت داخلی ساختار غذا را نشان می‌دهد. در واقع نشان دهنده توانایی یک ماده برای چسبیدن به ذرات خود است (۴۴). پیوستگی به اتصالات درون بافتی تشکیل دهنده پیکره ماده غذایی اطلاق می‌شود و هر چه مقدار آن به یک نزدیک‌تر باشد، مقاومت درونی بافت در برابر نیروهای اعمالی و تغییر شکل بیشتر است. یکی از دلایل پیوستگی کیک ممکن است بخاطر رطوبت و یا سلول‌های دایره‌ای شکل آن بوده باشد (۴۸). نتایج TPA در مطالعه ما در اکثر نمونه‌ها کاهش ناچیز پیوستگی کیک را با افزایش سطح عصاره دارچین نشان داد و هیچ یک از نمونه‌ها، اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشتند. بعلاوه خاصیت تاب‌آوری کیک‌ها نیز با افزایش درصد عصاره کاهش یافت. نتایج مطالعه ما با مطالعه لو و همکاران (۲۰۱۰) در کاهش مقادیر پیوستگی و تاب‌آوری در نمونه‌های کیک اسفنجی با افزایش سطح پودر چای سبز مطابقت داشت (۲۷). در مطالعه دیگری توسط صالحی و همکاران (۲۰۱۷)، اندازه‌گیری TPA کیک غنی شده با درصدهای مختلف پودر میوه به نشان داد که با افزایش سطح پودر، مقادیر پیوستگی و تاب‌آوری نمونه‌های کیک کاهش یافت (۴۳). با وجود تفاوت در نوع ماده غنی‌کننده و نوع کیک در مطالعات مورد مقایسه، اما نتایج آنها با نتایج بدست آمده در مطالعه ما مطابقت داشتند.

مقدار شکنندگی در نمونه‌های مختلف، نسبت به نمونه کنترل کمتر بود. بطوری که با افزایش درصد عصاره در کیک‌ها مقدار شکنندگی کاهش یافت، ولی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها دیده نشد($P<0.05$). در مطالعه لیی و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی کیک شیفون تهیه شده با پودر توت بود نیز تفاوتی بین نمونه‌ها با درصدهای مختلف پودر توت برای شکنندگی وجود

نداشت(۲۶). بعلاوه در مطالعه جو و همکاران (۲۰۱۰) بر رویکیک اسفنجی تهیه شده با پودر Lentinus edodes نشان داده شد که شکنندگی نمونه‌های کیک اسفنجی بطور مداوم کمتر از کیک‌های کنترل بود (۲۳) که این نتایج با مطالعه ما مطابقت داشت.

خاصیت فنریت میزان بازیابی بین فشار اول و دوم، خاصیت ارتجاعی نمونه غذایی را اندازه‌گیری می‌کند. از دیدگاه حسی فنریت یا الاستیسیته، مقدار برگشت ماده تغییر شکل یافته به شرایط اولیه (بدون تغییر شکل) پس از حذف نیرو جویدن است (۴۲). نتایج TPA نشان داد که افزایش سطح عصاره دارچین تفاوت معنی‌داری در خاصیت فنری و ارتجاعی بودن کیک ایجاد نمی‌کند. ولی افزایش درصد عصاره ارتباط مستقیمی با افزایش خاصیت فنریت کیک داشت که نشان دهنده امکان خوب بودن افزودن عصاره دارچین به کیک روغنی است. نتایج مشابهی در این زمینه توسط سیلما و همکاران (۲۰۱۶) در کاربرد صمغ دانه شاهی در فرمولاسیون کیک گزارش شد (۴۸). بعلاوه در مطالعه دیگری نیز افزایش خاصیت فنریت کیک را با افزایش سطح صمغ گوار گزارش کردند (۴۴). ولی در مطالعه لو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شد که با افزایش سطح پودر چای سبز به کیک، خاصیت فنریت آن کاهش یافت (۲۷). بنابراین، به نظر می‌رسد تفاوت در نتایج در ارتباط با نوع ماده اضافه شده بوده باشد.

حالت صمغی و قابلیت جویدن نشان دهنده مقدار انرژی لازم برای تجزیه غذا هنگام بلع است از دیدگاه حسی، حالت صمغی و قابلیت جویدن انرژی لازم برای خرد و ریز کردن ماده غذایی نیمه جامد تا دستیابی به محصولی آماده برای بلع است (۴۴). نتایج TPA در این مطالعه، کاهش خواص صمغی و جویدنی نمونه‌های کیک روغنی را نسبت به نمونه کنترل با افزایش سطح عصاره دارچین نشان دادند. که این نتایج با نتایج مطالعه صالحی و همکاران (۲۰۲۱) در ارتباط با افزودن صمغ گوار به کیک مطابقت داشت (۴۴). علاوه بر این مجذوبی و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند که با افزایش درصد نشاسته مقاوم به کیک، قابلیت جویدن آن کاهش یافت (۲۸). اما، در مطالعه لو و همکارن (۲۰۱۰) مشخص شد که خاصیت صمغی و جویدن کیک با افزایش سطح پودر چای سبز به آن افزایش می‌یابد(۲۷). در مطالعه دیگری، کیک غنی شده با درصدهای مختلف پودر میوه به نشان داد که با افزایش سطح پودر به، مقادیر خاصیت صمغی و جویدن نمونه‌های کیک نسبت به نمونه کنترل افزایش یافت (۴۳). بنابراین، به دلیل تفاوت در نوع ماده غنی کننده و نوع کیک، نتایج آنها با نتایج بدست آمده در مطالعه ما مغایرت داشتند. در بین پارامترهای فوق کاهش سختی و افزایش فنریت بافت نمونه‌های کیک، به عنوان دو پارامتر مهم با نتایج مطلوب برای غنی‌سازی کیک روغنی با عصاره دارچین محسوب می‌شود.

## ٤- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که افزایش میزان عصاره دارچین منجر به افزایش میزان پروتئین کیک و کاهش میزان چربی و کربوهیدرات نمونه‌های تولیدی گردید. همچنین، مشاهده گردید که میزان مواد معدنی در اکثر نمونه‌های کیک روغنی غنی شده نسبت به نمونه‌های کنترل بیشتر بود. درآنالیز پروفایل بافت کیک نیز نشان داده شد که با افزایش سطح عصاره دارچین، خواص بافتی کیک نظیر سختی، پیوستگی، تاب‌آوری، شکنندگی، حالت صمغی و قابلیت جویدن نسبت به نمونه کنترل کاهش داشتند. همچنین، خواص بافتی نظیر چسبندگی و فنریت نسبت به نمونه کنترل افزایش یافت. بنابراین، به نظر می‌رسد که کیک‌های غنی شده با ۰/۲۰ و ۰/۲۵درصد عصاره دارچین می‌توانند به امنیت غذایی و تغذیه‌ای بهتر کمک کند.

## ٥- سپاسگزاری

از آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی و دانشگاه گیلان جهت حمایت و فراهم نمودن امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی تقدیر و تشکر می‌گردد.

## ٦- منابع

۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۳. استاندارد غلات و حبوبات- اندازه‌گیری میزان نیتروژن و محاسبه مقدار پروتئین خام- روش کجلدال. *استاندارد ملی ایران*، شماره ۱۹۰۵۲.

۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۶. استاندارد غلّات و فرآورده های آن و خوراک دام- اندازه گیری مقدار چربی خام و چربی کل به وسیله روش استخراج راندال. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۶۹۱.

۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۴۰۰. استاندارد کیک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۵۵۳.

4. Abdel-Moemin AR. Healthy cookies from cooked fish bones. *Food Bioscience*. 2015; 12:114–21. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.09.003

5. Ameh MO, Gernah DI, Igbabul BD. Physico-chemical and sensory evaluation of wheat bread supplemented with stabilized undefatted rice bran. *Food and Nutrition Sciences*. 2013; 4(09):43.

http://dx.doi.org/10.4236/fns.2013.49A2007

6. Baumgartner S, Bruckert E, Gallo A, Plat J. The position of functional foods and supplements with a serum LDL-C lowering effect in the spectrum ranging from universal to care-related CVD risk management. *Atherosclerosis*. 2020; 311:116–23. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.07.019

7. Black R. Micronutrient deficiency: an underlying cause of morbidity and mortality. Vol. 81, *Bulletin of the World Health Organization. SciELO Public Health*. 2003; p. 79.

8. Bouatenin KM, Camara F, Tohoyessou YM, Hermann Coulibaly W, Boli ZB, Ouattara GA, Koussemon M. Contribution to the improvement of the nutritional and functional properties of bread by incorporating cinnamon powder (Cinnamomum verum). *Food Science & Nutrition*. 2023; 11(10):6241-6248. https://doi.org/10.1002/fsn3.3564

9. Camaschella C. Iron deficiency. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*. 2019;133(1):30–9. https://doi.org/10.1182/blood-2018-05-815944

10. Cappellini MD, Musallam KM, Taher AT. Iron deficiency anaemia revisited. *Journal of Internal Medicine*. 2020;287(2):153–70. https://doi.org/10.1111/joim.13004

11. Cardoso RVC, Fernandes Â, Gonzaléz-Paramás AM, Barros L, Ferreira IC. Flour fortification for nutritional and health improvement: A review. *Food Research International*. 2019;125:108576. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108576

12. Costello RB, Elin RJ, Rosanoff A, Wallace TC, Guerrero-Romero F, Hruby A, Lutsey PL, Nielsen FH, Rodriguez-Moran M, Song YiQing SY, Horn LV. Perspective: the case for an evidence-based reference interval for serum magnesium: the time has come. *Advances in Nutrition*. 2016;7(6):977–93. 10.3945/an.116.012765

13. Das JK, Salam RA, Mahmood SB, Moin A, Kumar R, Mukhtar K, Lassi ZS, Bhutta ZA. Food fortification with multiple micronutrients: impact on health outcomes in general population. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019; (12). https://doi.org/10.1002/14651858.CD011400.pub2

14. Desai AD, Kulkarni SS, Sahoo AK, Ranveer RC, Dandge PB. Effect of supplementation of malted ragi flour on the nutritional and sensorial quality characteristics of cake. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2010;2(1):67–71.

15. Dhillon GK, Amarjeet K. Quality evaluation of bread incorporated with different levels cinnamon powder. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics (IJFS)*. 2013;2(7):70-74.

16. Doweidar MM, Amer AM, Tawfek A. Preparation and evaluation of healthy cinnamon cake. *Egyptian Journal of Nutrition*. 2016;31(4):157–95.

17. Goranova Z, Marudova M, Baeva M. Influence of functional ingredients on starch gelatinization in sponge cake batter. *Food Chemistry*. 2019;297:124997. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124997

18. Gul S, Safdar M. Proximate composition and mineral analysis of cinnamon. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009;8(9):1456–60. 10.3923/pjn.2009.1456.1460

19. Gupta M, Bawa AS, Semwal AD. Effect of barley flour incorporation on the instrumental texture of sponge cake. *International Journal of Food Properties*. 2009;12(1):243–51. https://doi.org/10.1080/10942910802312082

20. Hashemi M, Hosseini SV, Ziyaei K. Replacement of silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) bone powder in the cake formation: Evaluation the amount of minerals changes in produced cake. *Journal of Fisheries*. 2021;74(3):339–50. 10.22059/JFISHERIES.2020.245694.1004

21. Huang M, Kennedy JF, Li B, Xu X, Xie BJ. Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan, and glucomannan: A texture profile analysis study. *Carbohydrate Polymers*. 2007;69(3):411–8. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.12.025

22. Jeddou KB, Bouaziz F, Zouari-Ellouzi S, Chaari F, Ellouz-Chaabouni S, Ellouz-Ghorbel R, Nouri-Ellouz O. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry*. 2017;217:668–77. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.081

23. Jo KA, Lee YJ, Sim CH, Kim KJ, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake prepared with Lentinus edodes powder. *The Korean Journal of Food And Nutrition*. 2010;23(2):218–25.

24. Khan A, Singh P, Srivastava, A. Iron: Key player in cancer and cell cycle? *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2020;62:126582. https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2020.126582

25. Larson N, Story M. A review of snacking patterns among children and adolescents: what are the implications of snacking for weight status?. *Childhood Obesity*. 2013;9(2):104–15. https://doi.org/10.1089/chi.2012.0108

26. Lee YJ, Sim CH, Chun SS. Physical and sensory properties of chiffon cake prepared with mulberry powder. *The Korean Journal of Food And Nutrition*. 2009;22(4):508–16.

27. Lu TM, Lee CC, Mau JL, Lin SD. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*. 2010;119(3):1090–5. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.015

28. Majzoobi M, Hedayati S, Habibi M, Ghiasi F, Farahnaky A. Effects of corn resistant starch on the physicochemical properties of cake. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2014;16(3):569–

76. http://jast.modares.ac.ir/article-23-3617-en.html

29. McClung JP. Iron, zinc, and physical performance. *Biological Trace Element Research*. 2019;188:135–9. https://doi.org/10.1007/s12011-018-1479-7

30. Mostafa S. Production and evaluation of some functional foods for celiac patients. M. Sc. Thesis, *Department of Food Science Faculty of Agriculture Cairo University EGYPT*. 2014.

31. Nakov G, Brandolini A, Hidalgo A, Ivanova N, Stamatovska V, Dimov I. Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *Lwt*. 2020;134:109950. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109950

32. Narváez-Caicedo C, Moreano G, Sandoval BA, Jara-Palacios MÁ. Zinc deficiency among lactating mothers from a peri-urban community of the ecuadorian andean region: An initial approach to the need of zinc supplementation. *Nutrients*. 2018;10(7):869. https://doi.org/10.3390/nu10070869

33. Ng SH, Wan Rosli WI. Effect of cinnamon powder addition on nutritional composition, physical properties and sensory acceptability of butter biscuits. *Malaysian Journal of Nutrition*, 2014;20(2):245-253.

34. Nielsen FH. Magnesium deficiency and increased inflammation: current perspectives. *Journal of Inflammation Research*. 2018;25–34. https://doi.org/10.2147/JIR.S136742

35. Ogunsina BS, Radha C, Indrani D. Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered Moringa oleifera seed flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2011;62(2):185-194. https://doi.org/10.3109/09637486.2010.526928

36. Ohanenye IC, Emenike CU, Mensi A, Medina-Godoy S, Jin J, Ahmed T, Sun X, Udenigwe CC. Food fortification technologies: Influence on iron, zinc and vitamin A bioavailability and potential implications on micronutrient deficiency in sub-Saharan Africa. *Scientific African*. 2021;11:e00667. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00667

37. Onderoglu S, Sozer S, Erbil KM, Ortac R, Lermioglu F. The evaluation of long□term effects of cinnamon bark and olive leaf on toxicity induced by streptozotocin administration to rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 1999;51(11):1305–12. https://doi.org/10.1211/0022357991776886

38. Orlova S, Dikke G, Pickering G, Konchits S, Starostin K, Bevz A. Magnesium deficiency questionnaire: A new non-invasive magnesium deficiency screening tool developed using real-world data from four observational studies. *Nutrients*. 2020;12(7):2062. https://doi.org/10.3390/nu12072062

39. Peyghambardoust SH. Cereal products yechnology. Volume 2. *Tabriz University of Medical Science*. 2010; 250p. [In Persian]

40. Roni RA, Sani MNH, Munira S, Wazed MA, Siddiquee S. Nutritional composition and sensory evaluation of cake fortified with moringa oleifera leaf powder and ripe banana flour. *Applied Sciences*. 2021;11(18):8474. https://doi.org/10.3390/app11188474

41. Saber JI. Utilization of cinnamon in preparation and preservation of Food products from microbial contamination. *Alexandria Science Exchange Journal*. 2019;40:82–9. 10.21608/ASEJAIQJSAE.2019.28598

42. Salehi F, Kashaninejad M, Asadi F, Najafi A. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Journal of Food Science and Technology*. 2016;53(3):1418–23. https: //doi.org/10.1007/s13197-015-2165-9

43. Salehi F, Kashaninejad M. The effect of quince powder on rheological properties of batter and physico-chemical and sensory properties of sponge cake. *Journal of Food Biosciences and Technology*. 2017;7(1):1–8. https://jfbt.srbiau.ac.ir/article_9606.html

44. Salehi F, Kashaninejad M. Influence of guar gum on texture profile analysis and stress relaxation characteristics of carrot sponge cake. *Journal of Food Biosciences and Technology*. 2021;11(1):1–10. https://jfbt.srbiau.ac.ir/article_16843.html

45. Shlisky J, Mandlik R, Askari S, Abrams S, Belizan JM, Bourassa MW, Cormick G, Driller□Colangelo A, Gomes F, Khadilkar A, Owino V. Calcium deficiency worldwide: prevalence of inadequate intakes and associated health outcomes. *Wiley Online Library*. 2022;1(1512):10-28. https://doi.org/10.1111/nyas.14758

46. Silva AF, Martins LC, Moraes LM, Gonçalves IC, de Godoy BB, Erasmus SW, Van Ruth S, Rocha FR. Can minerals be used as a tool to classify cinnamon samples?. In: *Proceedings*. 2020;1(70):22. https://doi.org/10.3390/foods_2020-07652

47. Skalny AV, Aschner M, Lei XG, Gritsenko VA, Santamaria A, Alekseenko SI, Prakash NT, Chang JS, Sizova EA, Chao JC, Aaseth J. Gut microbiota as a mediator of essential and toxic effects of zinc in the intestines and other tissues. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(23):13074. https://doi.org/10.3390/ijms222313074

48. Slima SB, Ktari N, Trabelsi I, Chouikhi A, Hzami A, Taktak MA, Msaddak L. Antioxidant activities, functional properties, and application of a novel lepidium sativum polysaccharide cake formulation. *Research Square*. 2021. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-714516/v1

49. Soukoulis C, Gaiani C, Hoffmann L. Plant seed mucilage as emerging biopolymer in food industry applications. *Current Opinion in Food Science*. 2018;22:28–42. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.004

50. Tam E, Keats EC, Rind F, Das JK, Bhutta ZA. Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low-and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2020;12(2):289. https://doi.org/10.3390/nu12020289

51. Tulchinsky TH. Micronutrient deficiency conditions: global health issues. *Public Health Reviews.* 2010;32:243–55. https://doi.org/10.1007/BF03391600

## Investigating the effect of enriching oil cake with cinnamon extract on nutrients and texture profile of the final product

**Banafshe Bordbarlomer [1], Fatemeh Ghannadiasl [2*]**

[1] PhD Student, Department of Food Science and Technology, Urmia University, Urmia, Iran

ORCID ID: 0000-0002-9457-5483

+989911097198

b.bordbar@urmia.ac.ir

[2] Associate Professor, Department of Food Sciences and Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

ORCID ID: 0000-0001-8257-8559

+989144522025

[*]Corresponding Author: ghannadiasl@uma.ac.ir

**Abstract**

Considering the role of micronutrients in essential functions of the body and the adverse effects of their deficiency, enriching popular foods with essential micronutrients can be a suitable solution to prevent these deficiencies in communities. Therefore, in the present study, the nutrients of oil cake enriched with cinnamon extract at levels of 0.05, 0.1, 0.2 and 0.25% were investigated, and the elements of iron, zinc, calcium and magnesium and the texture profile analysis of each production sample was evaluated. The results showed that there was a direct relationship between the content of minerals under study in the samples and the concentration of the extract. With increasing the concentration of the extract, the amount of iron increased from 0.34 ppm in the control sample to 1.63 ppm in the 0.25% sample. The amount of zinc also increased from 0.18 ppm in the control sample to 0.71 ppm in the 0.25% sample. The calcium content in the oil cake increased significantly in all samples compared to the controlsample, but no significant difference was observed in the magnesium content of the samples ($P<0.05$). The evaluation of texture profile analysis also showed a decrease in hardness, cohesiveness, resilience and fracturability of the samples with increasing the level of cinnamon extract. It was also observed that increasing the level of extract had a direct relationship with increasing the springiness of the cake. According to the results, it seems that enriching oil cake with cinnamon extract can be a low-cost method for producing healthy oil cakes in the food industry.

**Keywords:** Atomic absorption spectrophotometer, Texture profile analysis, Micronutrients, Oil cake, Cinnamon extract