

(مقاله پژوهشی)

بررسی تأثیر جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر خصوصیات کمی و کیفی کیک کم کلسترول فراسودمند

ترگل قناد^۱، فریبا نقی پور^{۲*}، علیرضا فرجی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فن آوری های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۵

چکیده

امروزه تقاضا برای غذاهای کم چرب و کم کلسترول رو به فزونی است و با توجه به اینکه در تولید انواع کیک ها، تخم مرغ مهم ترین منبع کلسترول را به شمار می رود، به نظر می رسد حذف نسبی یا کامل تخم مرغ و جایگزین شدن آن با سایر مواد طبیعی در فرمولاسیون کیک از اهمیت خاصی برخوردار است. از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر جایگزینی کامل تخم مرغ موجود در فرمولاسیون کیک روغنی با کنجاله ارده (یکی از ضایعات صنعت روغن گیری از کنجد) در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ درصد و همچنین افزودن امولسیفایر لستین به میزان صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد بر ویژگی های خمیر و خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل بود ($P \leq 0/05$). نتایج نشان داد که با افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین، میزان ویسکوزیته خمیر و رطوبت، حجم مخصوص و تخلخل بافت نمونه تولیدی افزایش و وزن مخصوص خمیر کاهش یافت. هم چنین افزایش کنجاله ارده سبب کاهش مؤلفه L^* و افزایش مؤلفه a^* پوسته نمونه های کیک گردید. در حالی که امولسیفایر لستین سبب افزایش میزان مؤلفه L^* پوسته کیک گردید. ارزیابی خصوصیات بافتی طی بازه های زمانی یک روز و یک هفته پس از پخت نیز گواه آن بود که افزودن این دو ترکیب سبب کاهش میزان سفتی نمونه های تولیدی شد. داوران چشایی نیز عنوان داشتند که دو نمونه کیک حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده و ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد امولسیفایر لستین، از بیشترین میزان مقبولیت حسی برخوردار بودند و با انتخاب صحیح مقدار افزودن این ترکیبات به فرمولاسیون می توان محصول رژیمی با خصوصیات بافتی و حسی مطلوب تولید نمود.

واژه های کلیدی: کیک کم کلسترول، جایگزین تخم مرغ، کنجاله ارده، امولسیفایر، خصوصیات حسی.

۱- مقدمه

کیک جز یکی از فرآورده‌های قنادی محسوب می‌شود و دارای انواع مختلف با کالری‌های متفاوت بوده و معمولاً کالری بالای موجود در انواع کیک‌ها به دلیل مصرف روغن، تخم‌مرغ و شکر است که در فرمولاسیون آن‌ها استفاده می‌گردد (۱). از سوی دیگر امروزه میزان ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی در اکثر مناطق جهان در حال افزایش است. به گونه‌ای که حدود نزدیک به ۴۰ درصد از مرگ و میر افراد به دلیل ارتباط بین مصرف بیش از اندازه چربی و بیماری‌های قلبی- عروقی، فشار خون، دیابت و انواع سرطان‌ها می‌باشد. لذا در حال حاضر تقاضا برای غذاهای کم‌چرب و کم‌کلسترول رو به فزونی است و با توجه به اینکه معمولاً در تولید انواع کیک‌ها، تخم‌مرغ جز گران‌ترین پیش ماده‌ها و مهم‌ترین منابع کلسترول‌زا و اسیدهای چرب به شمار می‌رود و همچنین احتمال خطر آلودگی کیک به سالمونلا توسط تخم‌مرغ بالاست. علاوه بر موارد فوق، پروتئین موجود در تخم‌مرغ (عمدتاً پروتئین موجود در سفیده) می‌تواند در برخی از افراد منجر به بروز حساسیت گردد. سردرد، کهیر، خارش پوست، حالت تهوع و استفراغ و درد معده از علائم شایع حساسیت به تخم‌مرغ می‌باشد (۳۳). این در حالی است که تخم‌مرغ دارای خواص عملکردی منحصر به فرد نظیر قابلیت کف‌کنندگی، امولسیفایری و انعقاد می‌باشد (۱ و ۱۲). از این رو به نظر می‌رسد انتخاب جایگزین مناسب به منظور حذف نسبی یا کامل تخم‌مرغ و جایگزین شدن آن با سایر مواد طبیعی در فرمولاسیون کیک از اهمیت خاصی برخوردار است. ترکیبات پروتئینی همواره انتخاب مناسبی بدین منظور می‌باشند و یکی از این ترکیبات پروتئینی طبیعی و ارزان قیمت که به عنوان پسماند روغن‌کشی از دانه کنجد پوست‌گیری شده، جدا می‌گردد، کنجاله ارده است. ارده به عنوان یکی از فرآورده‌های به‌دست آمده از کنجد به صورت سنتی همراه با مواد شیرین مصرف می‌شود. در واقع این محصول مایعی روغنی است که از کنجد پوست‌گیری و آسیاب‌شده به‌دست می‌آید که در حدود ۲۵ درصد پروتئین

و ۵۹ درصد چربی دارد. با آگاهی مصرف‌کنندگان از حذف ترکیبات ضد تغذیه‌ای نظیر اسید اگزالیک و اسید فیتیک در ارده و استفاده از روغن ارده، بالطبع تولید کنجاله ارده به‌عنوان محصول جانبی در کارگاه‌های تولیدی رو به افزایش است. در همین راستا جهان‌دیده و همکاران (۱۳۹۲) عنوان کردند که به‌طور معمول کنجاله ارده حاوی ۵۰/۴۴ درصد پروتئین، ۱۹/۳۷ درصد نشاسته، ۳/۷ درصد فیبر خام، ۷/۱۵۸ درصد چربی، ۶/۹۳ درصد خاکستر و ۳/۰۱ درصد رطوبت می‌باشد. این در حالی است که این ماده غذایی با ارزش، در حال حاضر به‌عنوان ضایعات کارخانجات روغن‌کشی تنها به مصرف دام و طیور می‌رسد (۶). از سوی دیگر همان‌گونه که می‌دانیم، خمیر کیک یک امولسیون است و امولسیفایر لستین موجود در زرده تخم‌مرغ سبب پایداری این سیستم می‌گردد و با حذف زرده تخم‌مرغ به دلایلی که در قبل بدان اشاره گردید، نیاز به افزودن این ترکیب و ترکیبات مشابه به فرمولاسیون می‌باشد. امولسیفایر لستین در فرمولاسیون کیک سبب ایجاد بافت نرم‌تر، بهبود ساختار مغز نان و طعم کیک و پخش آروما و همچنین قهوه‌ای شدن سطح کیک می‌شود (۱۲). از سوی دیگر استفاده از این امولسیفایر کشش سطحی فاز آبی را کاهش داده و امکان ورود مقادیر بیشتر هوا را به داخل خمیر فراهم می‌کند (۷). در همین راستا جولینتی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی امکان جایگزینی تخم‌مرغ با ایزوله پروتئین آب‌پنیر و ایزوله پروتئین سویا در نمونه‌های حاوی آردهای مخلوط متشکل از برنج، کاساوا، سویا، نشاسته سیب‌زمینی و هیدروکلوئیدها پرداختند. نتایج نشان داد که جایگزینی تخم‌مرغ با ایزوله پروتئین سویا، نشاسته ذرت و صمغ گزانتان دارای خواص عملکردی قابل مقایسه با نمونه‌های حاوی تخم‌مرغ کامل بودند (۳۱). هم‌چنین اسواران و همکاران (۲۰۰۳) مواد جامد تخم‌مرغ را با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، لستین سویا و منو گلیسرول استارات جایگزین نمودند. نتایج تحقیق این محققین نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی تا مقدار ۵۰ درصد خواص فیزیکی کیک

شربت اینورت مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۲۵ تدوین شده در سال ۱۳۸۳ تهیه شد (۲). کنجاله ارده با ۹/۳ درصد رطوبت، ۳۵/۵ درصد پروتئین، ۱۶/۰۱ درصد چربی، ۶/۸۶ درصد خاکستر و ۷/۰۸ درصد فیبر نیز از واحد روغن گیری از کنجد با نام یزدانی که در شهرستان اردکان در استان یزد در حال فعالیت بود، تهیه گردید. همچنین امولسیفایر لستین از شرکت بلدم (ساخت کشور بلژیک) خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید کیک

فرمول پایه (شاهد) خمیر کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۲۵ درصد پودر شکر، ۲۵ درصد روغن، ۳۶ درصد تخم مرغ، ۲۵ درصد آب، ۱۲ درصد شربت اینورت، ۲ درصد بکینگ پودر، ۰/۲ درصد وانیل و آب بود. در نمونه کیک‌های رژیمی تولیدی، کنجاله ارده در سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ درصد و امولسیفایر لستین در سطوح صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد (براساس وزن آرد گندم) به فرمولاسیون کیک فاقد تخم مرغ اضافه شد. شایان ذکر است که مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۹۴ میزان حد مجاز برای امولسیفایر لستین به اندازه مناسب برای ساخت فرآورده بر اساس GMP می‌باشد (۳). به‌طور کل جهت تهیه کیک در ابتدا روغن، پودر شکر و تخم مرغ با استفاده از یک همزن برقی (Electra EK-230M، ساخت کشور ژاپن) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ۶ دقیقه مخلوط شد تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردد. سپس آب و شربت اینورت به این کرم اضافه گردید و عمل همزدن ادامه یافت. در مرحله بعد کنجاله ارده، امولسیفایر لستین بکینگ پودر و وانیل مطابق با هریک از تیمارها به آرد اضافه گردید و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم افزوده شد. سپس با استفاده از یک قیف پارچه‌ای ۵۵ گرم از خمیر تهیه شده، درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب‌ها قرار گرفته بودند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر الکتریکی (MIWE، ساخت کشور آلمان) در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس و به مدت زمان ۲۰ دقیقه انجام

به طور معنی‌داری تغییر نکرد (۴۲). آروزارنا و همکاران (۲۰۰۱) نیز جایگزین نمودن کامل پروتئین‌های تخم مرغ در کیک لایه‌ای زرد را با پروتئین‌های گیاهی ایزوله شده از دانه لوپین سفید و امولسیفایرهای مونو و دی گلیسرید و صمغ گزانتان مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج این محققین مشخص گردید که صمغ گزانتان ساختار داخلی مغز کیک را بهبود بخشید و میزان افت پس از پخت را کاهش داد و ارتفاع بالا آمدن کیک افزایش یافت (۲۱) و در نهایت کاراژیان و کیهانی (۱۳۹۴) به بررسی تأثیر عصاره چوبک به‌عنوان جایگزین تخم مرغ بر کیفیت کیک اسفنجی پرداختند و عنوان داشتند که عصاره چوبک به‌دلیل محتوای ساپونینی بالا ضمن اینکه از خواص دارویی زیادی برخوردار است، یک عامل تشکیل دهنده کف پایدار بی‌نظیر نیز محسوب می‌شود. نتایج این محققان نشان داد که جایگزینی تخم مرغ با عصاره چوبک باعث کاهش معنی‌دار میزان حجم مخصوص، تخلخل و ویژگی‌های حسی محصول نهایی نگردید (۱۲). از این رو با توجه به آگاهی هرچه بیشتر مصرف کنندگان به ترکیبات موجود در رژیم غذایی و تمایل به استفاده از ترکیبات رژیمی و فراسودمند، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی امکان تولید کیک فاقد تخم مرغ با استفاده از کنجاله ارده به‌عنوان یکی از ضایعات صنعت روغن گیری از کنجد و هم‌چنین افزودن امولسیفایر لستین و در نهایت ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد نول با ۱۱/۷ درصد رطوبت، ۹/۳ درصد پروتئین، ۰/۵۱ درصد خاکستر و ۲۶/۲۴ درصد گلو تن مرطوب از کارخانه آرد البرز (البرز، ایران) خریداری و در سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع، وانیل و بکینگ پودر از فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید نمونه مورد نظر تهیه و در یخچال (دمای ۴ درجه سلسیوس) نگهداری گردید.

که میزان حفرات موجود در بافت کیک (میزان تخلخل) بیشتر است (۲۷). رنگ پوسته: آنالیز رنگ پوسته کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، توسط دستگاه رنگ سنج هاترلب (مدل Color Flex، ساخت کشور آمریکا) از طریق تعیین شاخص های L^* ، a^* و b^* انجام شد. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می باشد. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های سبز و قرمز و شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های آبی و زرد را نشان می دهد (۴۱).

۲-۳-۲-۴- سفتی بافت

ارزیابی بافت کیک در فواصل زمانی یک و هفت روز پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت سنج XT plus (ساخت کشور انگلستان) انجام گرفت (۳۷). حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه ای با انتهای صاف (۲ سانتی متر قطر در ۲/۳ سانتی متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی متر در دقیقه از مرکز کیک، به عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. شایان ذکر است که به منظور دستیابی دقیق به میزان سفتی بافت داخلی کیک، قله ی کیک با استفاده از یک چاقوی اره ای جدا گردید.

۲-۳-۲-۵- خصوصیات حسی

به منظور ارزیابی خصوصیات حسی کیک نظیر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه که به ترتیب دارای ضریب رتبه ۴، ۲، ۱، ۲، ۳ و ۳ بودند، از روش هدونیک ۵ نقطه ای (۱: بسیار نامطلوب، ۲: نامطلوب و... ۵: بسیار مطلوب) استفاده شد و سپس پذیرش کلی با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه گردید (۱۹).
رابطه ۲-۱

$$Q = \frac{\sum(P \times G)}{\sum P}$$

Q = پذیرش کلی، P = ضریب رتبه صفات و G = ضریب ارزیابی صفات.

گردید. پس از سرد شدن، هریک از نمونه ها در کیسه های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته بندی و در دمای محیط نگهداری شد (۱۹ و ۱۵).

۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات خمیر کیک روغنی

ویسکوزیته: ویسکوزیته خمیر نمونه های کیک با استفاده از ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, model RVDV، ساخت کشور آمریکا) در محدوده سرعت برشی ۱/۹ تا ۷۶ پاسکال بر ثانیه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه گیری شدند (۳۹). وزن مخصوص: جهت اندازه گیری این کمیت حجم مشابهی از خمیر کیک و آب دوبار تقطیر در یک درجه حرارت یکسان وزن گردید. با تقسیم وزن خمیر کیک به وزن آب دوبار تقطیر، وزن مخصوص خمیر کیک محاسبه شد (۲۳).

۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات کیک روغنی

۲-۳-۲-۱- رطوبت

جهت انجام این آزمایش از روش استاندارد AACC به شماره ۱۶-۴۶ استفاده گردید (۲۰).

۲-۳-۲-۲- حجم مخصوص

برای اندازه گیری حجم مخصوص نمونه های کیک از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد و از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد (۲۰).

۲-۳-۲-۳- تخلخل

جهت اندازه گیری میزان تخلخل از مغز نمونه های کیک تولیدی به وسیله اسکنر (مدل: ScanjetG3010 HP) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصویر تهیه شده در اختیار نرم افزار Image I قرار گرفت. تصاویر دودویی که مجموعه ای از نقاط روشن و تاریک است، تهیه گردید. در واقع محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه ها برآورد می شود. بدیهی است که هرچه قدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست

۲-۲-۴- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که عامل اول سطوح جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده (صفر، ۵ و ۱۰ درصد) و عامل دوم سطوح متفاوت امولسیفایر لستین (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد) بود، استفاده گردید. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵ درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفت. در انتها برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویسکوزیته و وزن مخصوص خمیر

با توجه به نتایج حاصل از اثر افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر میزان ویسکوزیته خمیر نمونه‌های کیک فاقد تخم مرغ طبق جدول ۱؛ مشخص گردید که با افزایش این ترکیبات به صورت همزمان، میزان ویسکوزیته کیک افزایش یافت به طوری که نمونه‌های کیک حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده و ۵۰ درصد امولسیفایر لستین دارای بالاترین میزان ویسکوزیته و مقاومت در برابر جاری شدن بودند ($P \leq 0.05$). افزایش میزان ویسکوزیته خمیر کیک در حضور کنجاله ارده را می‌توان به حضور ترکیبات پروتئینی و فیبرها در این ماده و جذب آب بالا توسط این ترکیبات و ایجاد شبکه‌ای داخلی در خمیر کیک در مقایسه با نمونه شاهد نسبت داد. در همین راستا میرمقتدایی و کدیور (۱۳۹۲) با بررسی ویژگی‌های عملکردی پروتئین و نشاسته آرد یولاف و تأثیر آن بر خصوصیات خمیر کیک، اذعان داشتند که با افزایش میزان پروتئین، میزان ویسکوزیته افزایش یافت، به طوری که ویسکوزیته در تمامی نمونه‌ها بیش از نمونه شاهد بود (۱۷). هم‌چنین مقام محمودی (۱۳۹۶) به بررسی امکان تولید کیک روغنی کم کلسترول با جایگزینی تخم مرغ با صمغ دانه اسفرزه و آرد سویا پرداخت و عنوان داشت که افزودن آرد سویا به دلیل ترکیبات پروتئینی موجود در آن سبب افزایش میزان

ویسکوزیته خمیر می‌گردد (۱۶). هم‌چنین ملاحظه گردید که افزودن امولسیفایر لستین نیز سبب افزایش میزان ویسکوزیته خمیر نمونه‌های کیک تولیدی گردید. این امر می‌تواند به دلیل واکنش امولسیفایرها با ترکیبات پروتئینی و نشاسته موجود در فرمولاسیون باشد که بدین شکل میزان قوام و پیوستگی خمیر را افزایش می‌دهد و در نتیجه مقاومت خمیر در برابر جاری شدن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر نتایج نشان داد که افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین در تمامی سطوح، سبب کاهش میزان وزن مخصوص خمیر گردید. به طور کلی به منظور تولید محصولی با خصوصیات کمی و کیفی مطلوب، خمیر کیک بایستی وزن مخصوص پائینی داشته باشد. زیرا مقادیر کم‌تر این پارامتر نشان دهنده آن می‌باشد که هوای بیشتری وارد خمیر شده و فرآیند هوادهی به گونه مؤثرتری به وقوع پیوسته است (۲۲). در واقع کنجاله ارده به دلیل ماهیت پروتئینی می‌تواند با افزایش ویسکوزیته فاز آبی محلول‌های دیسپرسیون از به هم پیوستن قطرات روغن جلوگیری نموده و باعث پایدار شدن سیستم‌های امولسیون‌ی شود (۴۳) و این پایداری در بهبود فرآیند هوادهی و کاهش وزن مخصوص خمیر مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر حضور این ترکیبات سبب بهبود ساختار و بافت داخلی کیک فاقد تخم مرغ می‌گردد و این امر خود در بهبود فرآیند هوادهی و نگهداری آن‌ها و از سوی دیگر کاهش میزان وزن مخصوص خمیر مؤثر خواهد بود (۳۴). زهرایی‌پور (۱۳۹۷) نیز با بررسی تأثیر افزودن کنجاله ارده و نوشیدنی کامبوجا بر خصوصیات کیک روغنی کم چرب اذعان داشت که افزودن کنجاله ارده به دلیل حضور ترکیبات پروتئینی و خاصیت کف‌زایی و حفظ و نگهداری کف، سبب افزایش هوادهی خمیر و کاهش وزن مخصوص خمیر تا سطح ۲۰ درصد از این ترکیب می‌گردد (۸). جاکوبسبرگ و همکاران (۱۹۷۶) نیز اعتقاد داشتند که ترکیباتی نظیر امولسیفایر، صمغ و یا حتی بهبود دهنده‌ها قادرند از طریق واکنش با پروتئین، نشاسته و یا لیپید سبب ایجاد یک امولسیون پایدار در خمیر شده و این امر خود سبب حفظ و نگهداری سلول‌های گازی در حین فرآیند مخلوط کردن و هم‌چنین پخت نسبت به نمونه‌های فاقد این مواد شوند که این امر به نوبه خود در کاهش وزن مخصوص خمیر و افزایش حجم مخصوص محصول نهایی دخیل خواهد بود (۳۰).

جدول ۱- اثر جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده و افزودن امولسیفایر لستین بر میزان ویسکوزیته و وزن مخصوص خمیر کیک

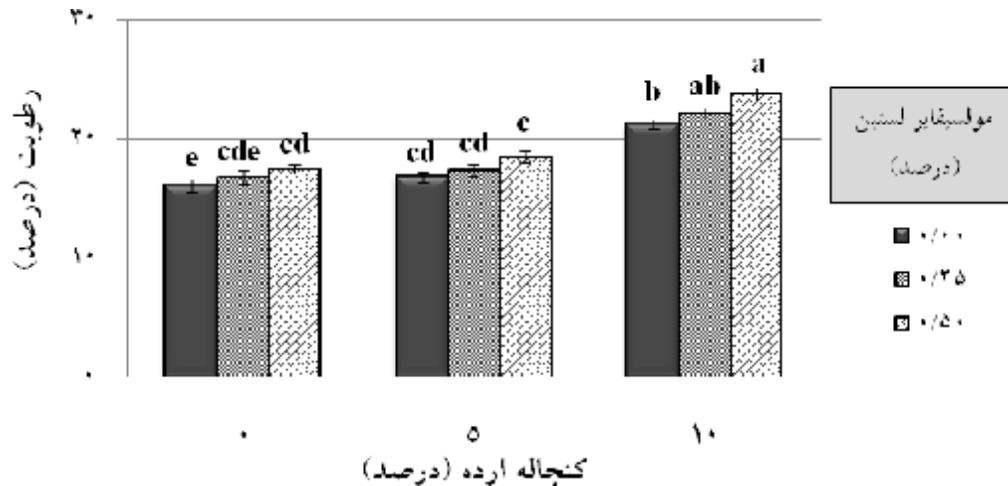
کنجاله ارده (درصد)	امولسیفایر لستین (درصد)	ویسکوزیته (پاسکال در ثانیه)	وزن مخصوص (-)
	صفر	۹/۱۴±۰/۲۱ ^e	۱/۲۳±۰/۰۱ ^a
صفر	۰/۲۵	۱۰/۱۰±۰/۰۹ ^d	۱/۲۱±۰/۰۳ ^{ab}
	۰/۵۰	۱۱/۰۸±۰/۱۸ ^c	۱/۱۸±۰/۰۲ ^b
	صفر	۱۰/۰۰±۰/۰۰ ^d	۱/۲۰±۰/۰۱ ^{ab}
۵	۰/۲۵	۱۱/۰۵±۰/۰۴ ^c	۱/۱۷±۰/۰۱ ^b
	۰/۵۰	۱۲/۰۳±۰/۱۱ ^b	۱/۱۵±۰/۰۰ ^{bc}
	صفر	۱۱/۱۶±۰/۰۲ ^c	۱/۱۵±۰/۰۱ ^{bc}
۱۰	۰/۲۵	۱۲/۲۷±۰/۲۳ ^b	۱/۱۳±۰/۰۰ ^c
	۰/۵۰	۱۳/۱۴±۰/۱۷ ^a	۱/۱۲±۰/۰۱ ^c

(مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$))

۲-۳- رطوبت کیک

غذایی با قابلیت تشکیل فیلم پروتئینی سبب افزایش جذب آب خمیر و رطوبت محصول نهایی شد (۲۶). از طرفی با توجه به نتایج، رطوبت محصول با افزودن امولسیفایر لستین افزایش یافت. به طور کلی یکی از نقش های امولسیفایرها در فرمولاسیون مواد غذایی، بهبود قابلیت نگهداری رطوبت در طی مدت زمان نگهداری می باشد. به عنوان مثال در انواع غذاهای پخته شده مانند انواع کیک ها، امولسیفایرها این توانایی را در حفظ تازگی و نرمی محصول ضمن نگهداری رطوبت در محصول نهایی بروز می دهند (۵). در همین راستا مک کارتی و همکاران (۲۰۰۵) بیان نمودند که ترکیباتی نظیر صمغ و امولسیفایر به دلیل طبیعت آبدوست خود با آب برهم کنش می دهند و سبب کاهش انتشار آب و پایداری حضور آن در سیستم می شوند که همین امر در افزایش جذب آب و حفظ رطوبت محصول نهایی در حین فرآیند پخت و نگهداری مؤثر خواهد بود (۳۲). نتایج به دست آمده در این بخش با نتایج آشورینی و همکاران (۲۰۰۹) نیز مطابقت داشت (۲۳). این محققان عنوان داشتند که امولسیفایرهای سدیم استاروئیل ۲-لاکتیلات و مونو گلیسرول استارات قادرند بر میزان رطوبت کیک بدون تخم مرغ بیافزایند.

نتایج تأثیر افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر میزان رطوبت نمونه های کیک فاقد تخم مرغ در شکل ۱ آورده شده است. همان گونه که ملاحظه می گردد با افزایش میزان این ترکیب پروتئینی و امولسیفایر لستین، میزان رطوبت کیک افزایش یافت به طوری که نمونه های کیک فاقد تخم مرغ حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده و ۰/۵۰ درصد امولسیفایر لستین دارای بالاترین میزان رطوبت بودند ($P \leq 0.05$). کنجاله ارده حاوی بیش از ۳۵ درصد پروتئین و بیش از ۷ درصد ترکیبات فیبری می باشد و بنابراین به احتمال زیاد پروتئین و فیبر موجود در آن باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب کیک شده و رطوبت محصول نهایی را افزایش می دهد. در این راستا زهرایی پور (۱۳۹۷) با بررسی امکان تولید کیک روغنی کم چرب فراسودمند با استفاده از کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا عنوان داشت که با افزایش میزان کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا در فرمولاسیون نمونه های کیک تولیدی، میزان رطوبت افزایش یافت و این امر را به ترکیبات موجود در این دو ترکیب نسبت داد (۸). بلیتز و گرورش (۱۹۸۷) نیز در مطالعه خود به این نکته اشاره نمودند که استفاده از آرد سویا در مواد



شکل ۱- اثر جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده و افزودن امولسیفایر لستین بر میزان رطوبت کیک (مقادیر دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$))

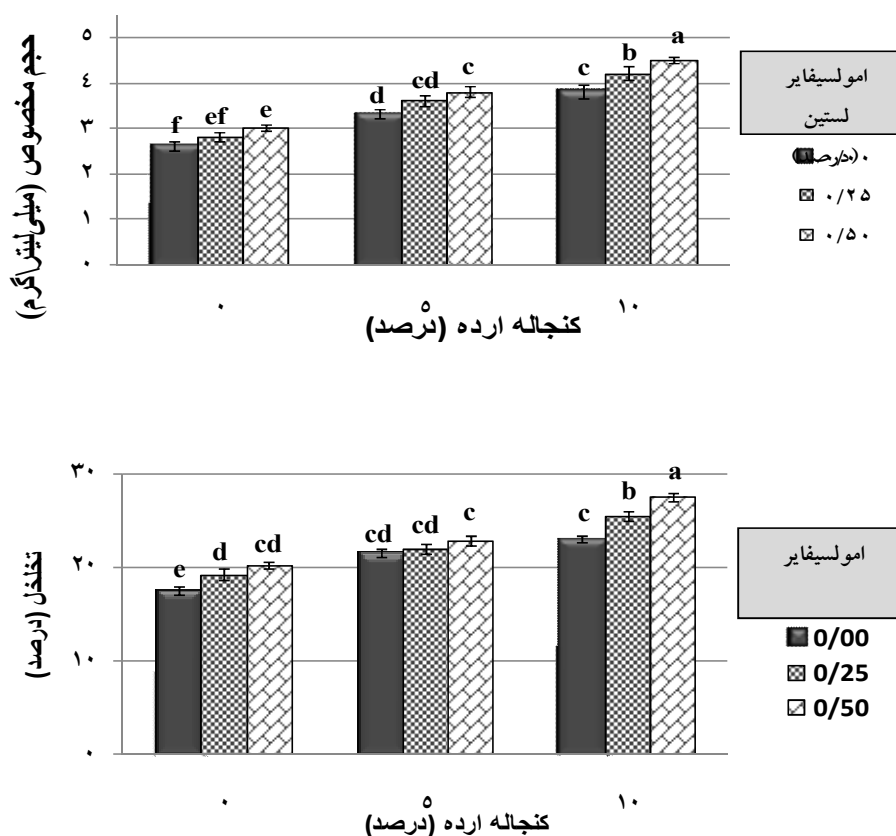
۳-۳- حجم مخصوص و تخلخل بافت

نتایج تأثیر افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر میزان حجم مخصوص و تخلخل بافت نمونه‌های کیک فاقد تخم مرغ در شکل ۲ آورده شده است. همچنین تصاویر دودویی تهیه شده از مغز نمونه‌های کیک در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش میزان کنجاله ارده و امولسیفایر لستین، میزان حجم مخصوص و همچنین تخلخل بافت نمونه‌های کیک افزایش یافت و نمونه‌های کیک حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده و ۵۰ درصد امولسیفایر لستین دارای بالاترین میزان حجم مخصوص و پوکی و تخلخل بودند ($P \leq 0.05$). هوآنگو همکاران (۲۰۰۸) عنوان کردند که تولید و نگهداری گاز در محصول، ناشی از ساختمان مناسب شبکه گلوتهی بوده و این شبکه گلوتهی مسئول حجم و بافت مطلوب نان می‌باشد. این در حالی است که در محصولاتی نظیر کیک که به روش‌های فیزیکی و شیمیایی پوک می‌گردند، حضور پروتئین‌های سفیده تخم مرغ خود یک عامل مهم در افزایش حجم محصول نهایی می‌باشد (۲۸). از این رو بایستی در انتخاب جایگزین تخم مرغ در فرمولاسیون محصولات فاقد این ماده اولیه اصلی دقت نمود. شایان ذکر است کنجاله ارده به دلیل دارا بودن مقادیر بالای پروتئین، از توانایی

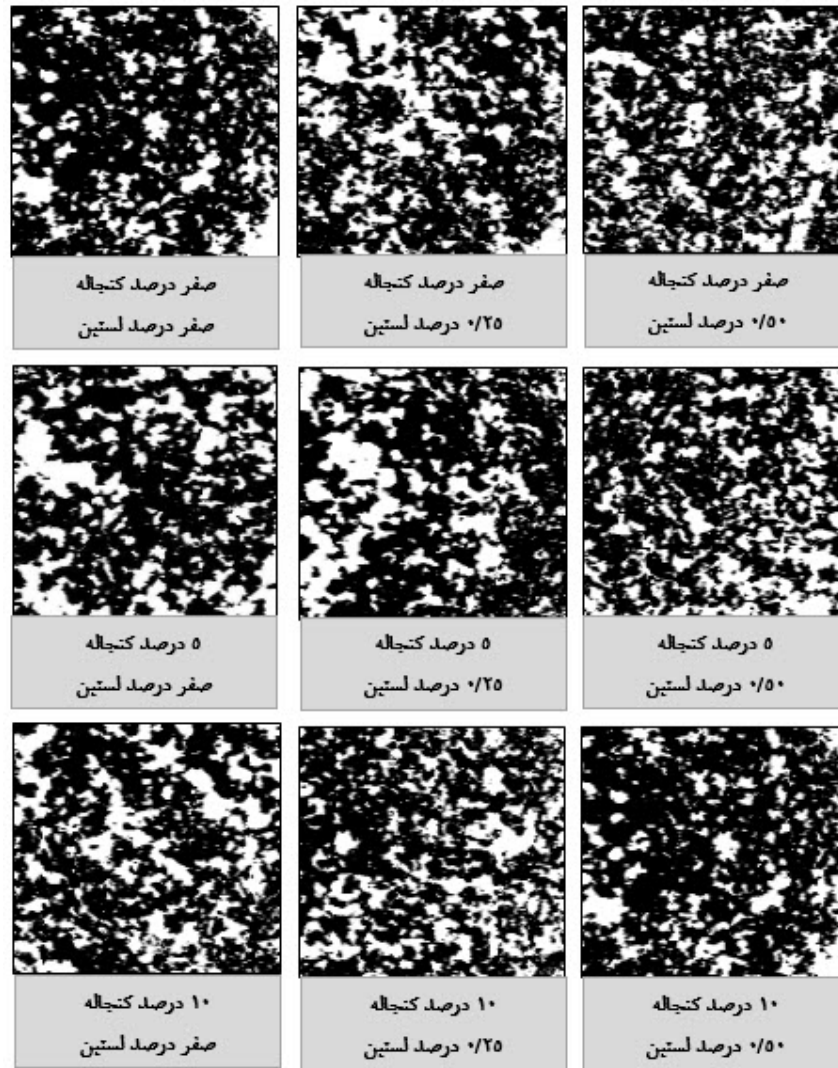
استحکام بخشیدن به دیواره سلول‌های گازی و ممانعت از پاره شدن آن‌ها برخوردار می‌باشد. در این راستا نقی پور و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعات خود در زمینه کیک بدون گلوتن بیان نمودند که استفاده از ترکیباتی نظیر پودر شیر سویا (یک منبع پروتئینی) از طریق افزایش مقاومت دیواره حباب‌های هوای ورودی به خمیر کیک سبب حفظ تعداد بیشتری از این حباب‌ها در طی فرآیند بهم‌زدن و حتی پخت محصول نهایی می‌گردند و از این رو قادرند حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی را افزایش دهند (۱۸). از سوی دیگر امولسیفایرها ترکیباتی هستند که قابلیت نگهداری و احتباس حباب‌های هوا در خمیر کیک را افزایش می‌دهند. ضمن اینکه پایداری این حباب‌ها را افزایش داده و از بهم چسبندگی و اتلاف آن‌ها در طی هم‌زدن خمیر و فرآیند پخت جلوگیری می‌کند و بدین طریق یکی از مهم‌ترین نقش‌های خود در تولید کیک یعنی بهبود فرآیند هوادهی را ایفا می‌کند و در نهایت سبب افزایش حجم مخصوص محصول نهایی می‌گردند (۱۵). در همین راستا گاپو همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اثر امولسیفایرها و بهبوددهنده‌های صنایع پخت به این نتیجه دست یافتند که مهم‌ترین پارامتر در تعیین کارایی این دسته از ترکیبات در محصولات صنایع آردی، افزایش حجم و متعاقباً حجم

بافتی با حفرات ریز، متعدد و یکنواخت و به عبارت دیگر بافتی کاملاً متخلخل در محصول نهایی است. با به کارگیری امولسیفایرها حباب های هوا در اندازه کوچک و به شکل یکنواخت در تمام قسمت های خمیر پخش می شود و در طول زمان پخت نیز، خروج هوا از این بافت با شکل مناسبی رخ می دهد و در نتیجه کیک به دست آمده از متخلخل مناسبی برخوردار خواهد بود و با برش عرضی در بافت کیک، حفرات ریز و یکنواخت با اندازه یکسان مشاهده می گردد (۱۵). از این رو دور از انتظار نیست که با افزودن امولسیفایر لستین در فرمولاسیون کیک روغنی فاقد تخم مرغ شاهد بهبود فرآیند هوادهی و افزایش متخلخل بافت محصول نهایی باشیم.

مخصوص است (۲۹). از سوی دیگر میزان متخلخل در ارتباط مستقیم با تعداد سلول های گازی و مهم تر از آن توزیع یکنواخت آن ها در بافت محصول می باشد (۴۶). در فرمولاسیون کیک، پروتئین های سفیده تخم مرغ در خمیر به صورت لایه نازکی همراه با گلو تن دیواره سلولی محکمی را تشکیل می دهند که در نتیجه هوا در لابلای آن حبس می شود و ایجاد بافت متخلخل در بافت محصول نهایی می کند (۴). در خصوص کنجاله ارده این احتمال وجود دارد که توانسته باعث استحکام ساختار بافت خمیر شده و از طریق نگهداری هوای ورودی به افزایش میزان متخلخل کیک کمک نماید. در واقع یکی از مزیت هایی که در پی فرایند هوادهی در طی تولید کیک حاصل می شود، ایجاد



شکل ۲- اثر جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده و افزودن امولسیفایر لستین بر میزان حجم مخصوص و تخلخل کیک (مقادیر دارای حروف مشابه در هر پارامتر در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$))



شکل ۳- تصاویر دودویی تهیه شده از مغز نمونه‌های کیک حاوی کنجاله ارده و امولسیفایر لستین

۳-۴- مؤلفه‌های رنگی پوسته

نتایج تأثیر افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر مؤلفه‌های رنگی پوسته نمونه‌های کیک فاقد تخم مرغ در جدول ۲ آورده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان کنجاله ارده، میزان روشنایی (مؤلفه L^*) پوسته نمونه‌های کیک کاهش یافت به طوری که نمونه‌های کیک حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده در عدم حضور امولسیفایر لستین دارای کمترین میزان این پارامتر بودند ($P \leq 0/05$). این در حالی بود که با افزایش میزان امولسیفایر لستین (در نمونه‌های حاوی کنجاله ارده) تا سطح ۰/۵۰ درصد، میزان روشنایی پوسته افزایش یافت.

به نظر می‌رسد کنجاله ارده به دلیل حضور ترکیبات پروتئینی باعث تشدید واکنش‌های میلارد شده و در نتیجه رنگ محصول را تیره می‌کنند که این امر باعث کاهش روشنایی سطح کیک می‌شود (۹). از سوی دیگر کنجاله ارده خود دارای دارای رنگ قهوه‌ای می‌باشد. از این رو دور از انتظار نیست که با افزایش مقدار آن در فرمولاسیون، میزان روشنایی پوسته و مغز (مؤلفه L^*) کیک کاهش یابد. در همین راستا زهرایی پور (۱۳۹۷) با بررسی امکان تولید کیک روغنی کم چرب فراسودمند با استفاده از کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا عنوان داشت که با افزایش کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا، میزان مؤلفه L^* پوسته به دلیل تشدید

نمونه‌های کیک فاقد تخم‌مرغ طبق جدول ۲؛ مشخص گردید که با افزایش میزان کنجاله ارده، میزان مؤلفه a^* پوسته نمونه‌های کیک افزایش یافت این در حالی بود که افزودن امولسیفایر لستین تأثیر معنی‌داری بر میزان این مؤلفه رنگی پوسته نمونه‌های کیک بدون تخم‌مرغ نداشت ($P \leq 0/05$). تشدید رنگ قرمز با افزایش میزان کنجاله ارده به دلیل ماهیت پروتئین کنجاله ارده و تشدید واکنش‌های میلارد و در نتیجه تشدید رنگ قرمز و قهوه‌ای محصول نهایی می‌باشد که در ادامه باعث کاهش روشنایی سطح کیک نیز می‌شود (۹). در راستای تغییرات رنگ مواد غذایی روند او همکاران (۲۰۱۱) بیان نمودند که کاربرد پروتئین ایزوله شده سویا در خمیر کیک، خصوصیات رئولوژی خمیر را بهبود، سفتی مغز محصول نهایی را کاهش و رنگ آن را تیره‌تر نمود (۳۸). هم‌چنین بذرافشان و همکاران (۲۰۱۵) امکان تولید کیک روغنی کم‌چرب با استفاده از پودر دانه ریحان، صمغ گوار و پروتئین ایزوله سویا را مورد بررسی قرار داده و عنوان کردند که با افزایش میزان پروتئین ایزوله سویا میزان مؤلفه a^* کیک روغنی کم‌چرب افزایش می‌یابد (۲۵). هم‌چنین شایان ذکر است که افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین در سطوح مختلف بر میزان مؤلفه b^* پوسته نمونه‌های کیک بدون تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشت ($P \leq 0/05$).

واکنش‌های قهوه‌ای شدن کاهش یافت (۸) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. از سوی دیگر همان‌گونه که قبلاً اشاره گردید، افزودن امولسیفایر لستین قابلیت حفظ و نگهداری سلول‌های هوا و هم‌چنین پخش یکنواخت آن‌ها در بافت داخلی کیک را بهبود می‌بخشد که این امر سبب کاهش دانسیته مغز کیک و فشردگی بافت آن می‌گردد. از این رو انتظار می‌رود عدم فشردگی بافت در این نمونه‌ها سبب افزایش میزان انعکاس نور از سطح و روشنایی پوسته و مغز گردند. هم‌چنین افزودنی‌هایی نظیر امولسیفایرها از طریق نگهداری بیشتر رطوبت در بافت محصول نهایی و از دست ندادن آن در طی فرآیند پخت توانسته‌اند در کاهش تغییرات سطح پوسته کیک مؤثر باشند که این امر به نوبه‌ی خود در افزایش میزان مؤلفه‌ی L^* دخیل است (۳۵). یافته‌های قیافه داودی و همکاران (۱۳۹۵) که بررسی اثر هم‌افزایی هموکانت‌ها با امولسیفایرها بر خصوصیات تکنولوژیکی، تصویری و حسی نان نیمه‌حجم پرداختند نیز گواهی بر این امر است. چرا که این محققان بیان نمودند ترکیباتی که قابلیت حفظ بیشتر رطوبت در محصول نهایی در حین فرآیند پخت را داشتند با ممانعت از چروکیدگی پوسته و تغییرات سطح آن در افزایش میزان مؤلفه‌ی L^* دخیل بودند (۱۱). با توجه به نتایج اثر افزودن کنجاله ارده در سطوح مختلف بر میزان مؤلفه a^* (قرمزی) پوسته

جدول ۲- اثر جایگزینی تخم‌مرغ با کنجاله ارده و افزودن امولسیفایر لستین بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک

کنجاله ارده (درصد)	امولسیفایر لستین (درصد)	مؤلفه L^*	مؤلفه a^*	مؤلفه b^* ns
صفر	صفر	۳۸۰/۰±۶۷/۰ ^{bc}	۱۳۰/۰±۶۲/۳۰ ^c	۲۰/۰±۹۷/۲۵
صفر	۰/۲۵	۴۱۰/۰±۴۱/۲۱ ^b	۱۳۰/۰±۸۷/۲۱ ^c	۲۱/۰±۶۳/۰۶
صفر	۰/۵۰	۴۷۰/۰±۰۹/۲۵ ^a	۱۳۰/۰±۹۰/۳۵ ^c	۲۱/۰±۲۷/۲۲
۵	صفر	۳۹۰/۰±۲۳/۳۳ ^{bc}	۱۶۰/۰±۸۷/۲۰ ^b	۲۲/۰±۰۸/۱۵
۵	۰/۲۵	۴۲۰/۰±۵۵/۳۴ ^b	۱۶۰/۰±۴۷/۱۲ ^b	۲۱/۰±۸۷/۲۵
۵	۰/۵۰	۴۴۰/۰±۶۰/۵۲ ^{ab}	۱۶۰/۰±۷۲/۴۲ ^b	۲۲/۰±۰۰/۰۸
۱۰	صفر	۳۷۰/۰±۲۷/۳۰ ^c	۱۹۰/۰±۰۹/۱۵ ^a	۲۱/۰±۴۴/۱۲
۱۰	۰/۲۵	۳۹۰/۰±۴۷/۶۱ ^b	۱۹۰/۰±۲۵/۱۲ ^a	۲۱/۰±۵۴/۷۲
۱۰	۰/۵۰	۴۰/۰±۰۸/۲۷ ^b	۱۹۰/۰±۳۷/۲۶ ^a	۲۲/۰±۰۸/۱۰

(مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند ($P \leq 0/05$))

(ns: اختلاف معنی‌داری در سطح $P \leq 0/05$ مشاهده نگردید)

۳-۵- سفتی بافت طی مدت زمان نگهداری

نتایج تأثیر افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک فاقد تخم مرغ طی بازه زمانی ۱ و ۷ روز پس از پخت در جدول ۳ آورده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد با افزایش میزان کنجاله ارده و هم‌چنین امولسیفایر لستین در فرمولاسیون کیک فاقد تخم مرغ، میزان سفتی و فشردگی بافت طی هر دو بازه زمانی ۱ و ۷ روز پس از پخت کاهش یافت به طوری که نمونه‌های کیک حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده و ۰/۵۰ درصد امولسیفایر لستین دارای بافت نرم‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها بود ($P \leq 0/05$)، این در حالی بود که سفت‌ترین بافت در نمونه شاهد (فاقد تخم مرغ و فاقد کنجاله ارده و امولسیفایر) مشاهده گردید. حذف تخم مرغ در فرمولاسیون کیک سبب حذف لستین و پروتئین‌های لازم جهت حفظ حباب‌های هوای ورودی در طی فرآیند بهم زدن خمیر و پخت محصول نهایی می‌گردد و در صورت عدم جایگزینی تخم مرغ با ترکیبات مناسب، نگهداری تعداد حباب‌های هوای ورودی به بافت خمیر کاهش (در طی فرآیند بهم زدن و پخت) کاهش یافته و فشردگی بافت پس از پخت افزایش خواهد یافت که این امر به نوبه خود سبب افزایش سفتی بافت محصول می‌گردد. از این رو نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با حذف تخم مرغ و جایگزینی آن با کنجاله ارده و امولسیفایر لستین چنانچه میزان انتخاب این دو جایگزین، مناسب باشد، بر این مشکل غلبه خواهد شد، زیرا کنجاله ارده علاوه بر دارا بودن پروتئین‌های مورد نیاز دارای فیبر است که این فیبر با جذب آب و نگهداری رطوبت در بافت محصول تا حدود زیادی می‌تواند از افزایش سفتی بافت به خصوص در مدت زمان نگهداری و بیاتی آن جلوگیری به عمل آورد. از طرفی وقوع پدیده بیاتی و افزایش میزان سفتی طی مدت زمان نگهداری در فرآورده‌های نانوائی مانند نانوکیک در ارتباط با میزان اثر رطوبت و عملکرد میزان آب موجود در مغز این محصولات می‌باشد (۴۵). به طوری که وجود رابطه عکس بین محتوای

رطوبتی و میزان بیاتی به اثبات رسیده است (۳۶). در واقع آب می‌تواند با ایفای نقش نرم و روان کنندگی^۱ در کاهش سفتی مغز محصول مؤثر باشد. افزون بر این با توجه به این که افزایش میزان آب در دسترس نشاسته افزایش احتمال کریستالیزاسیون آن را به همراه دارد، لذا تمایل قابل توجه امولسیفایرها به جذب آب و قابلیت بالای آن‌ها در نگهداری آب باعث می‌گردد که آب کمتری در دسترس نشاسته قرارگیرد و در نتیجه نشاسته کمتری متورم، ژلاتینه و در طی زمان نگهداری، مجدداً کریستاله گردد که این فرآیند در نهایت کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی محصول رابه دنبال دارد (۴۴). بنابراین می‌توان کاهش میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک تولیدی در اثر افزودن امولسیفایر لستین را به این امر نسبت داد. در همین راستا کیهانی (۱۳۸۹) با بررسی افزودن عصاره گیاه چوبک و امولسیفایر E471 به فرمولاسیون کیک روغنی، عنوان داشت که امولسیفایرها به دلیل توانایی در ایجاد کمپلکس با نشاسته (ورود امولسیفایر به داخل بخش ماریچ زنجیره آمیلوز و جلوگیری از ایجاد پیوندهای هیدروژنی بین زنجیره‌های مختلف آمیلوز با یکدیگر) (۱۰)، توانایی به تأخیر انداختن بیاتی را دارند و زمان تازگی و ماندگاری کیک را افزایش می‌دهند (۱۵). همچنین به دلیل ساختار ماریچی (هلیس) مولکول‌های آمیلوز با سطح داخلی آبدوست، امولسیفایرها از انتهای آبدوست خود در فضای داخلی این هلیس‌ها وارد شده و تشکیل کمپلکس‌های آمیلوز لیپید داده و به دنبال آن روند تجمع و رتروگراداسیون نشاسته کاهش می‌یابد. لذا امولسیفایرها با این مکانیسم احتمالی پدیده بیاتی و سخت شدن بافت کیک را به تعویق می‌اندازند (۴۰). از سوی دیگر با توجه به یافته‌های کوچکی و همکاران (۱۳۸۳) که در پژوهشی به این نکته اشاره نمودند که کاهش دمای ژلاتیناسیون در کاهش میزان سفتی بافت نان مؤثر بود، انتظار می‌رفت که میزان نیروی لازم جهت پاره شدن مغز نان کاهش و بیاتی آن به تعویق افتد (۱۳).

جدول ۳- اثر جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده و افزودن امولسیفایر لستین بر میزان سفتی بافت کیک

سفتی (نیوتن)		امولسیفایر لستین	کنجاله ارده
یک هفته پس از پخت	یک روز پس از پخت	(درصد)	(درصد)
۱۶/۰±۴۶/۲۲ ^a	۱۰/۰±۳۶/۴۰ ^a	صفر	
۱۳/۰±۲۵/۱۶ ^{bc}	۸/۰±۵۴/۱۲ ^c	۰/۲۵	صفر
۱۲/۰±۶۵/۲۵ ^c	۷/۰±۲۴/۳۲ ^{cd}	۰/۵۰	
۱۵/۰±۲۵/۱۷ ^{ab}	۹/۰±۴۶/۰۱ ^b	صفر	
۱۴/۰±۲۱/۵۴ ^b	۷/۰±۴۶/۱۶ ^d	۰/۲۵	۵
۱۱/۰±۸۷/۶۲ ^d	۶/۰±۳۴/۲۱ ^e	۰/۵۰	
۱۳/۰±۶۴/۳۰ ^{bc}	۸/۰±۲۴/۱۷ ^c	صفر	
۱۲/۰±۹۶/۱۷ ^c	۷/۰±۵۶/۱۰ ^{cd}	۰/۲۵	۱۰
۱۰/۰±۷۲/۱۲ ^e	۶/۰±۲۱/۰۹ ^e	۰/۵۰	

(مقادیر دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$))

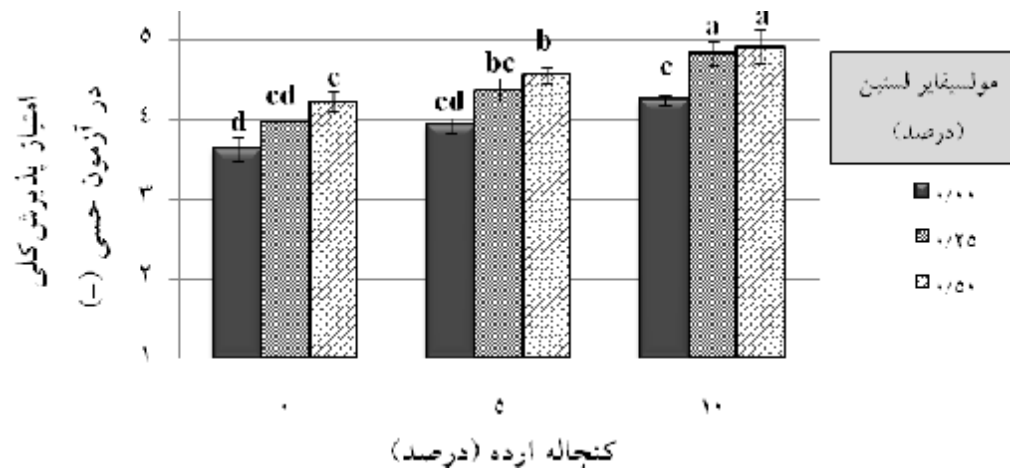
۳-۶- پذیرش کلی در ارزیابی حسی

در شکل ۴ نتایج حاصل از تأثیر افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین بر امتیاز پذیرش کلی نمونه های کیک فاقد تخم مرغ طی ارزیابی حسی نشان داده شده است. همان گونه که نتایج نشان می دهد با افزایش میزان کنجاله ارده امتیاز پذیرش کلی افزایش یافت به طوری که نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده امتیاز بالاتری از سوی داوران چشایی کسب نمود ($P \leq 0.05$). هم چنین با افزایش میزان امولسیفایر لستین از صفر تا ۰/۲۵ درصد، میزان امتیاز پذیرش کلی به طور معنی داری افزایش یافت. این در حالی بود که بین نمونه های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵۰ درصد امولسیفایر لستین اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P \leq 0.05$). یکی از پارامترهای مؤثر در امتیاز پذیرش کلی، رنگ محصول نهایی بود که شایان ذکر است که نمونه های حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده نتوانست مقبولیت داوران چشایی را کسب کند که این امر به احتمال زیاد به دلیل تشدید واکنش قهوه ای شدن در این نمونه ها می باشد. این در حالی بود ارزیابان حسی عنوان داشتند که با افزایش میزان امولسیفایر لستین در فرمولاسیون، امتیاز رنگ بهبود یافت. به احتمال زیاد این امر در ارتباط با ایجاد امولسیون مطلوب در خمیر کیک فاقد تخم مرغ

می باشد که توانایی نگهداری رطوبت در حین فرآیند پخت را داشته و در نهایت میزان فعل و انفعالات در پوسته کاهش یافته و این امر سبب ایجاد یک پوسته براق و مطلوب در محصول نهایی می گردد (۳۵). از سوی دیگر در آزمون حسی جهت امتیازدهی به بافت یک محصول، خمیری بودن و یا نرمی غیرعادی، سفت بودن، تردی و شکنندگی بیش از حد سبب کسر امتیاز می گردد. از این رو براساس نتایج به دست آمده از ارزیابی بافت طی هر دو بازه زمانی مورد ارزیابی، انتظار می رفت که داوران چشایی به نمونه های دارای بالاترین سطوح مصرف کنجاله ارده و امولسیفایر لستین امتیاز بالاتری با لحاظ رنگ بدهند که نتایج گواه این امر بود. در واقع با حذف تخم مرغ از فرمولاسیون بافت نهایی محصول خوشایند نخواهد بود چراکه پروتئین های موجود در سفیده تخم مرغ که نقش هوادمی و بهبود تخلخل و بافت محصول نهایی را داشتند حذف می گردد. این در حالی که با افزودن کنجاله ارده و حضور پروتئین ها با خصوصیات عملکردی مطلوب (خاصیت کف زادی و حفظ آن، جذب آب و روغن و غیره) (۱۴)، بافت محصول نهایی بهبود می یابد. هم چنین حذف زرده تخم مرغ که نقش اصلی را در افزایش میزان کلاسترول، خصوصیات رئولوژیکی

ترکیبات فرار (آروما) و غیرفرار که توسط جوانه‌های چشایی روی زبان حس می‌شود، بستگی دارد. در ماده غذایی عوامل مختلفی ممکن است بر رهایش اجزای فرار به علاوه مزه مؤثر باشد. در واقع درک شدت طعم و رهایش مواد طعم‌زا بستگی به نوع بافت محصول نهایی دارد (۲۴). بنابراین می‌توان با اطمینان گفت افزودن کنجاله ارده و امولسیفایر لستین به سبب بهبود بافت داخلی محصول نسبت به نمونه شاهد (نتایج آن در بخش ارزیابی بافت آورده شده است)، سبب افزایش مقبولیت طعم (مزه و آروما) نمونه‌های کیک فاقد تخم مرغ تولیدی می‌گردد.

خمیر کیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صورتی که با افزودن امولسیفایر لستین شاهد مقبولیت بافت نمونه‌های کیک تولیدی از سوی داوران چشایی می‌باشیم. یکی دیگر از پارامترهای مهم در ارزیابی حسی، طعم محصول نهایی می‌باشد چراکه بسیاری از این میان‌وعده‌ها توسط کودکان مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارا بودن مزه و آرومای مطلوب در مقبولیت این محصول نقش کلیدی دارد. از سوی دیگر ذکر این نکته ضروری است که درک طعم به‌عنوان یک پارامتر حسی مهم، ترکیبی از دو حس بویایی و چشایی می‌باشد. بنابراین طعم به دو ترکیب اصلی،



شکل ۴- اثر جایگزینی تخم مرغ با کنجاله ارده و افزودن امولسیفایر لستین بر میزان امتیاز پذیرش کلی کیک در آزمون حسی (مقادیر دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$))

نمونه‌ها برخوردار بود. از این رو به‌طور کلی می‌توان گفت که به منظور تولید محصولات رژیمی برای افرادی که کاهش میزان مصرف کلسترول در سبد غذایی این افراد توصیه شده است و همچنین برای افرادی که به پروتئین‌های تخم مرغ حساسیت دارند، ترکیبات جایگزین مناسب تخم مرغ نظیر کنجاله ارده و امولسیفایر لستین (یک منبع پروتئینی به همراه امولسیفایر) وجود دارد که با انتخاب صحیح افزودن این ترکیبات به فرمولاسیون می‌توان محصولی با خصوصیات بافتی مطلوب و ویژگی‌های حسی مقبول تولید نمود.

۴- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق حذف تخم مرغ موجود در فرمولاسیون کیک و جایگزینی این ترکیب اصلی فرمولاسیون با کنجاله ارده که خود یکی از ضایعات صنعت غذا می‌باشد و از صنایع تبدیلی بسیار ضعیفی برخوردار می‌باشد و همچنین امولسیفایر لستین بود. با ارزیابی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های تکنولوژیکی، بافتی، تصویری و حسی محصول نهایی مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۰ درصد کنجاله ارده و ۰/۵۰ درصد از خصوصیات کمی و کیفی مطلوب‌تری نسبت به سایر

۵- منابع

۱. ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب.، کریمی، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ های گوار و گزانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶۶-۳۳.
۲. بی نام. ۱۳۸۳. شربت ابنورت- ویژگی ها. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریه شماره ۸۰۲۵.
۳. بی نام. ۱۳۹۵. افزودنی های خوراکی مجاز در آرد غلات و فرآورده های آردی و صنایع پخت - فهرست و موارد مصرف. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریه شماره ۳۴۹۴.
۴. پایان، رسول. ۱۳۸۵. مقدمه ای بر تکنولوژی فرآورده های غلات، انتشارات آبیژ، ۶۹، ۴-۲۹، ۳۱۴-۳۲۰.
۵. ترابی زاده، هما. ۱۳۸۱. امولسیون های غذایی و امولسیفایرها. تهران: انتشارات کتاب ایران (آبیژ).
۶. جهاننیده، ح.، حدادخداپرست، م. ح.، تقی زاده، م. ۱۳۹۲. ارزیابی راندمان استخراج روغن ارده و مقایسه کنجاله کنجد روش های مختلف روغن کشی. بیست و یکمین کنگره علوم و صنایع غذایی ایران، شیراز.
۷. راست منش، رضا. ۱۳۸۱. فن آوری کیک و کلوچه. چاپ اول، ص ۳۵۲، ۱۲۴، ۳۱-۲۱.
۸. زهرایی پور، فاطمه. ۱۳۹۷. بررسی امکان تولید کیک روغنی کم چرب فراسودمند با استفاده از کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.
۹. فاطمی، حسن. ۱۳۸۷. شیمی مواد غذایی. چاپ چهارم انتشارات شرکت سهامی انتشار. تهران، ص ۷۲-۳۰.
۱۰. قنادرضایی، م. آریان فر، الف. شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۶. تأثیر ژل امولسیفایر حاوی داتم و منوگلیسرید بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی های فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی. مجله علوم و صنایع غذایی، دوره ۱۴، شماره ۷۰، ۱۷۰-۱۵۹.
۱۱. قیافه داودی، م.، صحرائیان، ب.، نقی پور، ف.، کریمی، م.، شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۵. بررسی اثر هم افزایی هموکتانت ها با امولسیفایرها بر خصوصیات تکنولوژیکی، تصویری و حسی نان نیمه حجیم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۱۳، شماره ۵۹، ۷۵-۸۴.
۱۲. کاراژیان، ح. کیهانی، و. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر عصاره چوبک به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ بر کیفیت کیک اسفنجی. نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۱، شماره ۱، ۶۳-۷۶.
۱۳. کوچکی، آرش. ۱۳۸۳. مدل سازی عوامل مؤثر بر ماندگاری نان مسطح ایرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. کوشکی، نفیسه. ۱۳۹۷. بررسی امکان استخراج پروتئین از کنجاله ارده و کاربرد آن در بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی پاستا تهیه شده از گندم دوروم و گندم نان. تز دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور.
۱۵. کیهانی، وحید. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه عملکرد عصاره چوبک با امولسیفایرهای معمول بر بهبود کیفیت کیک روغنی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.
۱۶. مقام محمودی، سحر. ۱۳۹۶. بررسی امکان تولید کیک روغنی کم کلسترول با جایگزینی تخم مرغ با صمغ دانه اسفرزه و آرد سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

- protein isolate, guar gum and Ocimum basilicum seed powder as replacers of fat on porosity, color and texture of muffin cake. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4(4): 23-29.
26. Belitz, H.D. and Grosch, W. 1987. *Food Chemistry*. Springer Verlag: New York, 1987.
 27. Haralick, R. M., Shanmugam, K. and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
 28. Huang, W., Kim, Y., Li, X. and Rayas-Duarte, P. 2008. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing. *Journal of Cereal Science*, 48(3): 639-646.
 29. Gaupp, R. and Adams, W. 2004. Diacetyltartaric esters of monoglycerides (DATEM) and associated emulsifiers in bread making. In *Emulsifiers in Food Technology*, Edited by Whitehurst R.J., Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
 30. Jacobsberg, F.R., Worman, S.L. and Daniels, N.W.R. 1976. Lipid binding in wheat flour doughs: The effect of DATEM emulsifier. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 27: 1064-1070.
 31. Julianti, E., Rusmarilin, H., Ridwansyah, R. and Yusraini, E. 2016. Effect of Gluten free Composite flour and egg replacer on physicochemical and sensory properties of cake. *International Food Research Journal*, 23(6): 2413-2418.
 32. Mc Carthy, D.F., Gallagher, E., Gormley, T.R., Schober, T.J. and Arendt, E.K. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten free bread. *Cereal Chemistry*, 82: 609-615.
 33. Perkin, J.E. 1990. *Food allergies and adverse reactions*. (1nd ed). An Aspen Publication, Inc, Gaithersburg, Mryland, 129-170.
 34. Pernell, C.W., Luck, P.J., Foegeding, E.A. and Daubert, C.R. 2002. Heat – induced changes in angel food cakes containing egg – white protein or whey protein isolate. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4(4): 23-29.
 ۱۷. میرمقتدایی، ل.، کدیور، م. ۱۳۹۲. اصلاح شیمیایی ویژگی‌های عملکردی پروتئین و نشاسته آرد یولاف و بررسی ویژگی‌های فیزیکی کیک تهیه شده از آرد یولاف جایگزین شده توسط آن‌ها. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، شماره ۲، ۱۱۲-۱۰۳.
 ۱۸. نقی پور، فربیا. ۱۳۹۱. بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از سورگوم، شیر سویا و صمغ‌های گوار و گزانتان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد
 ۱۹. نقی پور، ف.، مظاهری تهرانی، م.، صحرائیان، ب.، شیخ‌الاسلامی، ز.، سلیمانی، م. ۱۳۹۲. امکان جایگزینی تخم مرغ با آرد سویا و اختلاط آرد گندم با جوانه گندم تثبیت شده در تولید کیک روغنی. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، شماره ۲، ۲۲۰-۲۱۱.
 20. AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed, *American Association of Cereal Chemists*. 2000; St. Paul, MN.
 21. Arozarena, I., Bertholo, H., Empis, J., Bungler, A. and Sousa, I. 2001. Study of total replacement of egg by white lupine protein, emulsifier and xanthan gum in yellowcake. *European Food Research Technology*, 213: 312-316.
 22. Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D. and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *Food Science*, 61: 1085-1093.
 23. Ashwini, A., Jyotsna, R. and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23: 700-707.
 24. Baines, Z.V. and Morris, E.R. 1987. Flavor/taste perception in thickened systems: The effect of guar gum above and below. *Food Hydrocolloids*, 1(3): 197-205.
 25. Bazrafshan, M., Shafafi zenoozian, M. and Moghimi, M. 2015. Effect of Soy

41. Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
42. Swaran, S., Chauhan, G.S., Raghuvanshi, R., Sharma, P., Chauhan, P. and Bajpai, A. 2003. Replacement egg solids with whey protein concentrate and optimization of its levels in cake making. *Journal of Food Science and Technology*, 40(4): 386-388.
43. Temelli, F. 1997. Extraction and functional properties of barley β -glucan as affected by temperature and pH. *Journal of Food Science*, 62(6): 1194-1201.
44. Vittadini, E. and Vodovotz, Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Food Engineering and Physical Properties*, 68: 2022-2027.
45. Zeleznak, K.J. and Hosene, R.C. 1986. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and breadcrumb. *Cereal Chemistry*, 63 (5): 407-411.
46. Ziobro, R., Korus, J., Witczak, M. and Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1): 68-74.
- protein isolate. *Journal of Food Science*, 67(8): 2945 – 2951.
35. Purlis, E., and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
36. Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and no digestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. *Journal of Food Chemistry*, 90: 549-55.
37. Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S. and Hosene, R.C. 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry*, 65: 398-401.
38. Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P. and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, 112: 272-277.
39. Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F. and Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3): 1418-1423.
40. Siswoyo, T.A. and Morita, N. 2001. Influence of acyl chain lengths in mono and diacyl-sn-glycerophosphatidylcholine on gelatinization and retrogradation of starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4688–4693.

(Original Research Paper)

Effect of Egg Replacement by Tahini Meal and Lecithin on Quantitative and Qualitative Properties of Low Cholesterol Functional Cake

Targol Ghannad¹, Fariba Naghipour^{2*}, Alireza Faraji³

1-M.sc Student of Food Science and Technology, Faculty of Advanced Sciences and Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

3-Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Advanced Sciences and Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

Received: 27/08/2019

Accepted: 01/02/2020

Abstract

Today demand for low-fat and low-cholesterol foods was increased, and that eggs are the most important source of cholesterol in the production of all types of cakes, it seems partial or total removal of eggs and replacing by other natural ingredients is very important in the formulation of cakes. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of completely replacing eggs in the cupcake formulation by tahini meal (one of the byproducts of the sesame oil extraction industry) in levels of 0, 5 and 10%, and lecithin emulsifier addition in levels of 0, 0.25 and 0.5% on batter properties and quantitative and qualitative characteristics of final product in a completely randomized design with factorial arrangement ($P \leq 0.05$). The results showed that the amount of batter viscosity, moisture, specific volume and porosity of the sample increased and batter specific weight decreased by adding tahini meal and lecithin. Meanwhile, the increase in tahini meal reduced the L^* value and increased a^* value of the cake samples. While the lecithin increased the L^* value of crust. The evaluation of texture properties during one day and one week after baking also indicated that the addition of these two compounds reduced the firmness of samples. The panelists also noted that two samples containing 10% of tahini meal and 0.25% and 0.5% of lecithin had the sensory acceptability. Therefore, by choosing the right ingredients to add these compounds to the formulation, a product by desirable texture and sensory properties can be produced.

Keywords: Low Cholesterol Cake, Egg substitute, Tahini Meal, Emulsifier, Sensory Properties.

*Corresponding Author: faribanaghipour@yahoo.com