

## تأثیر شیر خشک پس چرخ بر خواص بیاتی کیک یزدی

سیده معصومه پورسید<sup>۱</sup>، علی معتمدزادگان<sup>۲</sup>، جعفر محمدزاده میلانی<sup>۳\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، آموزش عالی تجن

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۲۷)

### چکیده

بیاتی از دیرباز یکی از مشکلات قابل توجه در صنایع غذایی بوده است. مصرف کنندگان متقاضی فرآورده‌های غلات تازه و دارای مدت ماندگاری مناسب برای شروع فرایند بیاتی و تغییر در طعم و مزه آن‌ها می‌باشند. در سال‌های اخیر جهت بهبود فرمولاسیون و فرایند تولید بررسی‌های فراوانی انجام شده است. بودر شیر پس چرخ به عنوان یک عنصر ارزشمند در فرآورده‌های پختی که نیاز به بافت مناسب و رطوبت مطلوب دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد چراکه دارای خواص عملکردی بسیاری از جمله امولسیون کنندگی، جذب آب، ایجاد ویسکوزیته، ژل دهی و .. می‌باشد که این خواص ناشی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شیر می‌باشد. هدف از این پژوهش بهبود خواص بیاتی کیک روغنی (یزدی) با افزودن شیر خشک پس چرخ در دو سطح ۲۵ و ۵۰ درصد به همراه نمونه شاهد (۰٪) می‌باشد. خواص بیاتی از جمله محتوای رطوبتی، آنالیز بافت و رنگ سنجی پوسته و مغز کیک پس از ۱، ۷ و ۱۴ روز نگهداری و آنالیز حرارتی در روزهای اول و دهم بعد از پخت انجام گردید. آنالیز داده‌ها نشان داد که افزودن شیر خشک تمامی فاکتورها را تحت تأثیر قرار داده است، به طوری که در تیمار ۵۰٪ بیشترین محتوای رطوبتی، کمترین آنتالپی، بهترین بافت (کمترین سفتی، چسبندگی، صمغیت و خاصیت جویدن و بیشترین انسجام، برگشت پذیری، فنریت و تردی) و بهترین رنگ پوسته و مغز کیک مشاهده شد.

کلید واژگان: شیر خشک پس چرخ، کیک، بیاتی، آنالیز بافت

\* مسئول مکاتبات: jmilany@yahoo.com

## ۱- مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیکی کشور می‌باشد و فراورده‌های حاصل از آن از پر مصرف ترین محصولات در جهان محسوب می‌شوند. در میان این محصولات انواع کیک به دلیل خواص ارگانولپتیکی مناسب از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. در حال حاضر تولید کیک در کشور بسیار فراوان بوده و از طرفی مسئله رقابت در بین کارخانه های تولید کننده مطرح می‌باشد، بنابراین پژوهش‌های بیشتر در این زمینه جهت افزایش کیفیت بافت کیک، به تعویق انداختن بیاتی و بهبود خواص تغذیه‌ای آن ضروری می‌باشد. در چهار دهه گذشته شاهد پیشرفت تجاری فراورده های پخت از جایگاهی با اهمیت پایین تا رسیدن به ارزش یک تا یک و نیم میلیون دلار در سال بودیم. این رشد با رقابت روزافزونی همراه است که در جهت بهبود تجهیزات، فرایندها، تنوع محصولات و روش‌های تجاری می‌باشد. این مسئله به نوبه خود در طیف وسیعی از محصولات گسترده شده است تا آن‌ها را به غذای مناسب بشر تبدیل کند. یکی از مهمترین تحولات، استفاده از مواد جامد شیر در فرمول پخت است. ماده جامد شیر علاوه بر اینکه در اکثر موارد منجر به ایجاد محصول بهتری می‌شود به طور همزمان بر مشکلات عمده دیگری که در این صنعت وجود دارد غلبه می‌کند [۱].

مقدار آب شیر خشک بین ۵ تا ۲۵٪ است و هیچ باکتری در این مقدار آب رشد نمی‌کند. خشک کردن سبب افزایش ماندگاری شده و به طور همزمان از جرم و حجم می‌کاهد که خود سبب کاهش هزینه‌های حمل و نقل و نگهداری می‌شود [۲]. شیر تازه یا شیر تغلیظ شده که حرارت کافی ندیده‌اند نمیتوانند کیفیت پخت فراورده های غلات را به خوبی بالا ببرند. تعدادی توضیحات برای شرح این تفاوت وجود دارد مانند تخریب آنزیمهای پروتئولیتیک توسط گرما، دناتوراسیون و انعقاد پروتئین، تغییرات در خواص کلوئیدی نمکها، و تغییرات در سیستمهای اکسیداسیون و احیا [۳].

شیرخشک بدون چربی ظرفیت جذب آب را افزایش میدهد و کمک میکند که رطوبت طی پخت و نگهداری حفظ شود. لاکتوز موجود در شیر پس چرخ همراه با پروتئین در واکنش قهوه ای شدن و ایجاد رنگ پوسته دخالت دارد. لاکتوز و اجزای

پروتئین سرم ساختار پوسته را ترد میکنند. کازئین از نظر آمینو اسید تقریباً پروتئین کاملی میباشد بنابراین به طور قابل توجهی در ایجاد مواد مغذی فراورده های نانوائی نقش دارد. شیر مقدار لیزین نسبتاً بالایی دارد که زمانی که با فراورده های غلات مورد استفاده قرار میگیرد دارای ارزش غذایی بالایی میشود [۴]. در سال ۱۹۷۱، کریک لیستی از خواص عملکردی شیر پس چرخ در محصولات نانوائی و قنادی مختلف ارائه داده است. این خواص شامل: افزایش جذب آب، خاصیت بافنی کننده، واکنشهای مربوط به رنگ لاکتوز، خاصیت تردکنندگی، بهبود بافت و خاصیت ارتجاعی پوسته میباشد. پایپر ۱۹۷۳ نیز شیر پس چرخ را به نان افزودنی یافت که شیر پس چرخ روی میزان مقاومت خمیر به مخلوط کردن (فارینوگراف)، نرخ تخمیر و نیاز به برومات که در واقع نوعی عمل آورنده و بافت دهندهی خمیر است که در نان‌های ماشینی به کار می‌رود، تاثیر میگذارد [۵].

در سال ۱۹۷۲ داپولونیا گزارش کرد که افزودن شیر پس چرخ به نشاسته، آمیلوگرافا بسته به زمان را پایین می‌آورد، پیکوسکوزیته را بالا میبرد و تاثیری بر پیک حرارتی ندارد [۴]. اوفلت و لارمور در مورد خمیر نان اظهار داشتند که جذب آب روی خمیر آزمایشی که از شیر ساخته شده است به ازای افزودن هر یک درصد شیر خشک، یک درصد افزایش می‌یابد و این روند تا ۶٪ ادامه دارد. همچنین شیر خشک آرد را از اثرات بد اکسیداسیون یا رنگبری محافظت میکند که اینکار تولرانس آرد را برای رنگبری افزایش می‌دهد و به طور غیر مستقیم به رسیدن به بهترین نتیجه از آرد کمک میکند. شیر خشک همچنین تحمل به بیش از حد همزدن بخصوص در سرعتهای بالا را تقویت میکنند. این ویژگیهای شیر از نظر تولید نانهای تجاری بسیار مهم هستند [۳]. اعظم ایوبی و همکاران در بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی با آنالیز داده ها دریافتند که سطوح مختلف جایگزینی WPC کلیه خصوصیات را تحت تاثیر قرار داد، به طوریکه با افزایش نسبت جایگزینی مقادیر سفتی بعد از ۱،۲ و ۱۰ روز نگهداری نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. این امر به دلیل وجود لاکتوز و سایر املاح موجود در شیر می‌باشد [۶].

قائم‌شهرتهیه شدند و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. تمامی خمیرهای کیک طوری تهیه شدند که نسبت به آرد حاوی ۳۰٪ روغن، ۴۶٪ شکر، ۵۰٪ آب، ۱۱/۷٪ تخم مرغ، ۴٪ بیکنینگ پودر و ۱٪ جوش شیرین را دارا باشند. به منظور بهبود عطر و طعم به مقدار معین وانیل در تمام فرمولاسیونها به خمیر افزوده شد. شیر خشک صنعتی (skim milk powder) نیز از کارخانه پگاه خراسان خریداری گردید، در این کار خانبندمنظورابتدایشیرتوسط یک فرایند تحت خلاء تغلیظ شده و سپس وارد یک برج خشک کن می‌گردد و در اثر برخورد با هوای داغ خشک شده، سپس شیر خشک از انتهای برج جمع آوری و در کیسه‌های ۴ لایه بسته بندی می‌گردد که تا ۱۸ ماه ماندگاری دارند. شیر خشک پس‌چرخ، براساس مطالعات انجام شده در سطوح ۲۵۰، ۵۰ درصدبه خمیر اضافه شد. خمیر تیمار شاهد و تیمار حاوی شیرخشکبپروش مخلوط کردند و مرحله ای تهیه و در قالبهای مناسب ریخته و در فر بادمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه پخت شدند. نمونه ها برای انجام آزمایشهای مربوطه بسته بندی و نگهداری گردیدند [۶].

### آزمون رطوبت

برای انجام این آزمون از روش AACC به شماره ۱۵-۴۴ استفاده شد. طبق این روش نمونه‌ها با وزن معین درون ظروف آلومینیومی که از قبل خشک شده اند قرار داده می‌شوند. سپس به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۱۳۰ درجه سانتی گراد اون گذاری (Behdad-3493) شدند. پس از اتمام این زمان، نمونه‌ها در دسیکاتور گذاشته شدند تا خنک شوند. بعد از رسیدن به وزن ثابت با توزین‌های متوالی ظروف وزن شده و توسط رابطه درصد رطوبت، میزان رطوبت هر نمونه مشخص گردید.

### آنالیز بافت

جهت سنجش سفتی بافت با اصلاح روش پیشنهادی هس و سستر [۱۰] از دستگاه Texture Analyzer مدل CT3 ساخت آمریکا و با نرم افزار Texture Pro CTV1.6 Build 26 با پروب از جنس Clear Acrylic و قطر 38/1 میلیمتر و طول ۲۰ میلیمتر استفاده گردید. برای این منظور در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ پس از پخت نمونه‌های ۲۵ میلیمتری از بافت

در پژوهشی دیگر فاطمه فاضلی و همکاران تولید نان بربری غنی شده با منابع مختلف کلسیم را با هدف ایجاد فرمولاسیون و تولید نان بربری غنی شده با منابع مختلف کلسیم انجام دادند که نتایج آزمایش با فارینوگراف نشان داد که درصد جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان مقاومت خمیر و ارزش والوریمتری با افزایش کلسیم افزایش می‌یابد در حالی که درجه سست شدن خمیر کاهش می‌یابد. در مورد خواص عملکردی لاکتوز موجود در شیرخشک جرلزما مشاهده کرد که کمپلکس کازئینات پس از پراکنده شدن مجدد از خشک کن پاششی مقدار قابل ملاحظه‌ای از لاکتوز خود را از دست می‌دهد کریستالیزاسیون عقب می‌افتد و شیر تغلیظ شده منجمد تا چند ماه در دمای ۱۸- درجه پایدار است [۷]. کریستال‌های ساکارز به طور معمول به سرعت به یک اندازه بزرگ رشد کرده و همچنین تمایل به بهم پیوستن و تشکیل دانه های بزرگ را دارند. فرآورده‌های حاصل از این محلول‌ها بافت سخت و درشتی دارند اما هنگامی که غلظت لاکتوز افزایش می‌یابد، کریستال‌های لاکتوز و ساکارز هر دو کوچکتر می‌شوند و تمایل به بهم چسبیدن نیز در آن‌ها کاهش می‌یابد. با مخلوط کردن لاکتوز و ساکارز، حالت کریستالیزاسیون هر دو قند تغییر می‌کند و توده کریستالی نرم‌تر و صاف‌تری تولید می‌شود [۸].

هنگامی که پودرها برای ایجاد محصول جدید و یا در فرمولاسیونهای مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند خواص عملکردی آن‌ها بسیار مهم است. در مورد شیرخشک این خواص عملکردی شامل امولسیون کنندگی، کف کنندگی، جذب آب، ویسکوزیته، ژل دهی و ثبات حرارتی، که اساساً از خواص فیزیکی و شیمیایی شیر ایجاد میشوند، است [۹]. در این پژوهش بهره گیری از پودر شیرخشک پس چرخ در فرمولاسیون کیک روغنی (یزدی) با اهداف بهبود خصوصیت فیزیکوشیمیایی کیک از جمله بهبود بافت، حفظ رطوبت در طول مدت نگهداری، به تعویق انداختن بیاتی و بهبود رنگ و... مورد بررسی قرار گرفته- است.

### ۲- مواد و روش‌ها

آرد مخصوص تولید کیک (آردستاره)، شکر، روغن نباتی جامد، بیکنینگ پودر و جوش شیرین از فروشگاههای سطح شهر

یکنواختی تهیه گردید. سپس یک مقطع طولی از کیک تهیه و بر روی الگو قرارداد شد. در نهایت ارتفاع کیک در نواحی E و D، A، B، C، اندازه گیری و تقارن، حجم و یکنواختی کیک محاسبه شد. در مورد یکنواختی عدد بزرگتر نشاندهنده یکنواختی کمتر است [۱۳].

### تخلخل

در این روش ابتدا سطح مقطع کیک به صورت عرضی حدود ۲ ساعت پس از پخت با تیغ تیز برش داده شده و با استفاده از اسکنر American Scanjet G2410 (HP) در رزولوشن 300 dpi اسکن شدند. سپس این تصاویر توسط نرم افزار Image Pro Plus نسخه ۴,۵,۰,۲۹ آنالیز گردیدند. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: مساحت کل سلولها، تعداد کل سلولها، قطر میانگین سلولها، حداقل قطر سلولها، حداکثر قطر سلولها و مساحت متوسط هر سلول [۱۴].

### آزمون حسی

ویژگی‌های حسی کیک‌های تازه توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده با روش AACC44-15 انجام گرفت و در فواصل بین نمونه‌ها آب در اختیار این افراد قرار گرفت [۱۵].

### تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل اندازه گیری خواص بیاتی و بافتی تیمارهای مختلف در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و به کمک نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱ درصد با آزمون دانکن انجام شد.

## ۳- نتایج و بحث

### آزمون رطوبت

اثر متقابل سطوح مختلف شیرخشک و مدت زمان نگهداری بر محتوای رطوبتی نمونه‌ها در نمودار زیر نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سطح شیرخشک رطوبت به طور معنی داری افزایش می‌یابد (استثنای روز اول با میزان ۲۵٪) و تیمار حاوی ۵۰٪ شیرخشک دارای بالاترین میزان رطوبت در تمام مدت نگهداری است زیرا شیرخشک از قابلیت

مغز کیک جدا نموده و پروب دستگاه با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه به اندازه ۱ سانتی‌متر (۰/۴۰٪) از بافت کیک را فشرده کرد. مقدار عدد دیپارامتر سفیدی حساسیت (پیک) بر روی صفحه نمایشگر دستگاه ثبت و به عنوان شاخصی از سفتی گزارش شد و سایر فاکتورهای این آزمون از جمله انسجام و پیوستگی (cohesiveness)، قابلیت جویدن (chewiness)، حالت صمغی (gumminess)، حالت ارتجاعی (resilience)، نیروی چسبندگی (adhesiveness)، حالت فنری (springiness)، سختی (hardness) و... مورد بررسی قرار گرفتند.

### آنالیز حرارتی

این آزمون توسط دستگاه STA (BAHR-Germany) انجام گردید. در زمان‌های مشخص در روز اول و دهم پس از پخت از مغز کیک نمونه‌هایی با وزن معین استخراج گردید تا ویژگی‌های حرارتی آن‌ها با روش آنالیز حرارتی مورد ارزیابی قرار گیرد. در این آزمون نمونه‌ها با سرعت حرارت دهی ۱۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه در گستره دمایی ۲۰-۲۰۰ درجه سانتی‌گراد اسکن گرمایی شدند. میزان حرارت بر حسب وات برگرم ثبت شد. انتقال گرمایی نمونه‌ها بر حسب دما رسم شده و سه نقطه  $T_0$  (دمای شروع)،  $T_p$  (پیکزلاتیناسیون) و  $T_c$  (دمای نهایی) و همچنین  $\Delta H$  به عنوان آنالیز ژلاتیناسیون نشاسته با استفاده از این منحنی بدست آمد [۱۱].

### رنگ سنجی

برای آنالیز رنگ نمونه‌ها از روش پردازش عکس با کامپیوتر استفاده شد. در این روش با استفاده از دوربین ۱۳ مگاپیکسل از مغز و پوسته کیک به طور جداگانه در شرایط محیطی مناسب و یکسان از نمونه‌های متفاوت عکس برداری شد و پس از انتقال به کامپیوتر، فاکتورهای مشخص کننده رنگ بصورت  $L^* a^* b^*$  با برنامه فتوشاپ تعیین گردید [۱۲].

### اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی

اندیس‌های تقارن، حجم و یکنواختی کیک با استفاده از AACC(AACC1999)91-10 اندازه گیری شد. به این منظور خط کشش فاف مخصوص برای اندازه گیری تقارن و

نیروی چسبندگی (adhesiveness)، حالت فنری (springiness)، سختی (hardness) و ... می‌باشد.

### انسجام و پیوستگی (cohesiveness)

هرچه مقدار پیوستگی به یک نزدیک تر باشد مقاومت درونی بافت در برابر نیروی اعمالی و تغییر شکل بیشتر است. از دیدگاه حسی، به اتصالات درون بافتی تشکیل دهنده بدنه یا پیکره ماده غذایی مربوط می‌باشد [۱۹]. با تغییر در سطح جایگزینی شیرخشک تفاوت معنی داری در پیوستگی کیک مشاهده شد و با افزایش درصد شیرخشک انسجام و پیوستگی نیز افزایش پیدا نمود. همچنین زمان نیز تفاوت معنی داری را در این فاکتور ایجاد نمود و از روز اول پخت تا روز چهاردهم پس از پخت با پیوستگی کیک رابطه معکوس نشان داد، به طوری که در روز نخست بیشترین و در روز چهاردهم کمترین انسجام و پیوستگی را داشت. با در نظر گرفتن اثر متقابل این دو فاکتور، این روند کمترین تاثیر را روی تیمار ۵۰٪ نشان داد، به طوری که در طول مدت نگه داری بدون تغییر معنی دار مانند روز پخت باقی ماند. در کیک شیر هندی نیز چاولو همکاران در نتیجه ای مشابهی دریافتند که نمونه‌های نگهداری شده فاقد شیر به تدریج حالت شکننده به خود گرفتند و انسجام خود را از دست دادند [۲۰]. (شکل ۲)

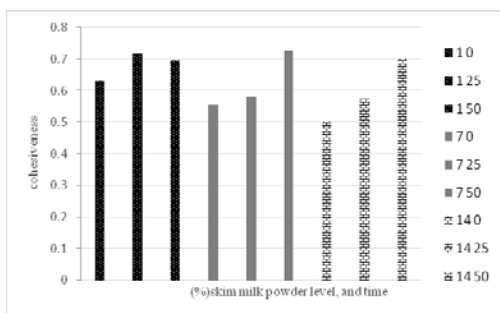


Fig 2 Interactive effect of different levels of skim milk powder on cohesiveness of yazdi cake

### قابلیت جویدن (chewiness)

انرژی لازم جهت هضم دهانی و جویدن مواد غذایی جامد است. دو فاکتور زمان و درصد شیرخشک تفاوت معنی داری را در این آزمون ایجاد نمودند، به طوری که با گذشت زمان انرژی مصرفی برای جویدن بیشتر می‌شود چراکه فرایند بیاتی رو به پیشرفت می‌باشد ولی در سطوح مختلف شیرخشک متفاوت است. کمترین

جذب و نگهداری آب بالایی برخوردار می‌باشد. محتوای رطوبتی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می‌گردد، بنابراین انتظار می‌رود که نمونه هایحاوی شیرخشک دارای عمر ماندگاری بیشتری از کیک های فاقد شیر خشک(شاهد) باشند [۱۵]. پروتئین شیر نیز مانند پروتئین آب پنیر نقش امولسیفایر دارد و دارای جذب آب بالایی میباشد [۱۶,۱۷]. دلیل ایگن نیز در مورد خواص عملکردی شیر پس چرخ بیان کرد که شیر خشک بدون چربی ظرفیت جذب آب را افزایش می دهد و کمک می کند که رطوبت طی پخت و نگهداری حفظ شود[۴]. پاتریک جورف نیز در پژوهشی بیان داشت که کازئین پروتئینی است که برای ایجاد پنیر منعقد میشود و بصورت میسل میباشد.درجایگزین های شیر از کلسیم یا سدیم کازئینات محلول در آب استفاده میشود که قابلیت اتصال به آب بالایی دارند از این رو جذب آب را افزایش میدهند [۵]. اوفلت و لارمور اظهار داشتند که جذب آب روی خمیر آزمایشی که از شیر ساخته شده است به ازای افزودن هر یک درصد شیر خشک، یک درصد افزایش می یابد [۱۸]. شارما و همکاران در مقاله ای مروری به برخی از خواص فیزیکی و عملکردی پودرهای شیر پرداختند و در آن به آبرسانی(ترشوندگی، نشت آب، پخش پذیری، حلالیت) و جذب رطوبت نیز اشاره کردند [۹]. (شکل ۱)

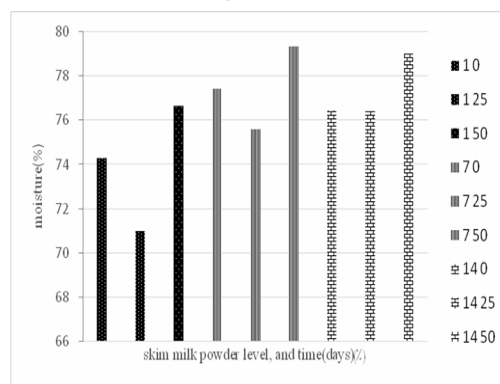


Fig 1 Interactive effect of different levels of skim milk powder on moisture content of yazdi cake

### آنالیز بافت

آنالیز بافت خود شامل چندین فاکتور متفاوت مانند انسجام و پیوستگی (cohesiveness)، قابلیت جویدن (chewiness)، حالت صمغی (gumminess)، حالت ارتجاعی (resilience)،

مانند حالت جویدن مربوط به خاصیت به تعویق انداختن بیاتی و افزایش محتوای رطوبتی شیر می‌باشد. (شکل ۴)

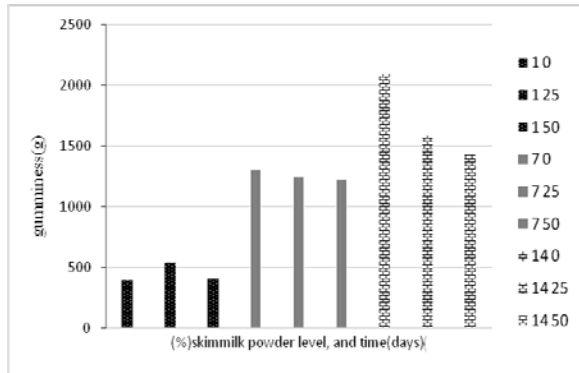


Fig 4. Interactive effect of different levels of skim milk powder on gumminess of yazdi cake

### قابلیت برگشت پذیری و کشسانی (resilience)

با افزایش درصد شیرخشک در فرمولاسیون خاصیت ارتجاعی کیک افزایش می‌یابد، به طوری که در نمونه شاهد کمترین و نمونه حاوی ۵۰٪ شیرخشک بیشترین حالت ارتجاعی ایجاد شد. دلیل این امر را می‌توان به پخش و پراکنندگی ذرات ظرف چربی و ایجاد حفرات گازی بیشتر و منسجم تر نسبت داد. همچنین با گذشت زمان در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ پس از پخت نیز تفاوت معنی داری در حالت ارتجاعی مشاهده شد که ناشی از روند بیاتی می‌باشد اما تیمار حاوی ۵۰٪ شیرخشک در روز ۱۴ کمترین تغییر را نسبت به سایرین داشت و این نشان از کند شدن فرایند بیاتی در این نمونه دارد. داپولونیاگزارش کرد که حدود ۷۵ تا ۸۰٪ از پروتئین شیر را کازئین تشکیل می‌دهد که در ایجاد ساختار کیک و حالت ارتجاعی پوسته نقش دارد [۴]. (شکل ۵)

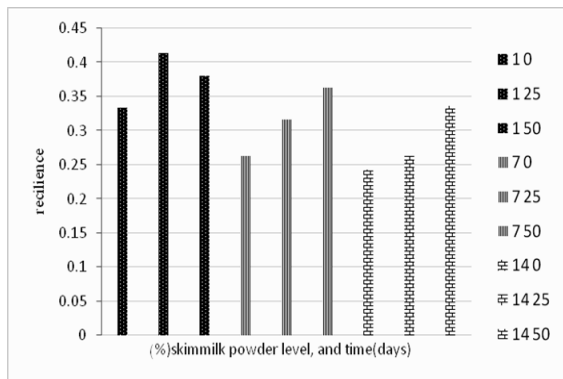


Fig 5 Interactive effect of different levels of skim milk powder on resilience of yazdi cake

میزان انرژی برای جویدن در نمونه ۵۰٪ دیده شد، این بدان معنی است که با افزایش درصد شیرخشک در فرمولاسیون به علت وجود چربی شیر، حباب‌های ریزتر و بافتی لطیف تر در کیک ایجاد می‌گردد با در نظر گرفتن اثر متقابل دو فاکتور فوق، در روز اول و هفتم پس از پخت تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۲۵٪ و ۵۰٪ وجود نداشت و لینیروی جویدن بر این نمونه شاهد بیشتر از آن‌ها بود، در حالی که در روز چهاردهم تفاوت معنی داری بین نمونه‌های ۲۵٪ و ۵۰٪ وجود دارد. در آخر دوره نگهداری نیز تیمار ۵۰٪ کمترین انرژی جهت جویدن را نیاز داشت. چربی و پروتئین موجود در شیر در جلوگیری از بهم پیوستن رشته‌های آمیلوز و به تعویق انداختن بیاتی موثرند. هافستراند و همکاران نشان دادند که لاکتوز در دونات‌ها با افزایش محتوای ماده جامد، تردی را افزایش و قابلیت جویدن را افزایش می‌دهد و به طور قابل توجهی تراکم در پوسته را بالایی‌برد بدون اینکه تغییری در حجم آن ایجاد گردد [۲۱]. (شکل ۳)

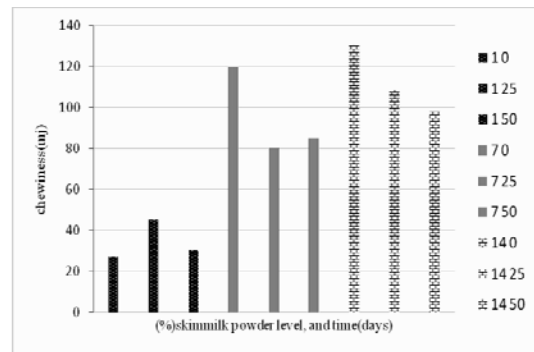


Fig. 3. Interactive effect of different levels of skim milk powder on chewiness of yazdi cake

### حالت صمغی (gumminess)

به انرژی لازم برای خورد و ریز کردن ماده غذایی نیمه جامد تا دستیابی به محصولی آماده برای بلع گفته می‌شود [۱۹]. حالت صمغی نیز کاملاً مشابه قابلیت جویدن می‌باشد. این آزمون با افزایش درصد شیرخشک رابطه معکوس و با گذشت زمان رابطه مستقیم دارد و تفاوت معنی داری را در سطوح مختلف جایگزینی و همچنین روزهای مختلف ایجاد نمود. با گذشت زمان و رتروگرید شدن نشاسته صمغیت نیز افزایش می‌یابد اما افزودن شیرخشک این روند را کند کرده و در روز چهاردهم پس از پخت تیمار ۵۰٪ کمترین صمغیت را دارا می‌باشد که دلایل آن

جدول ۱ مشاهده می‌شود، میزان چسبندگی افزایش پیدا کرد که نمونه شاهد و تیمار ۲۵٪ شیرخشک بالاترین مقدار را داشتند. خمیری که در آن شیر به کار می‌رود خشک تر بوده و فرآیندهای عمل آوری و فرم دادن آن بهتر صورت می‌گیرد و در نتیجه کمتر حالت چسبندگی خواهد داشت. لاکتوز و اجزای پروتئینسرم نیز ساختار پوسته را ترد میکنند [۴]. (جدول ۱)

### نیروی چسبندگی (adhesiveness)

چسبندگی مقدار کار لازم برای غلبه بر نیروهای جاذبه بین سطح ماده غذایی و سطوح در تماس با مواد غذایی در دهان است [۱۹]. چسبندگی در سطوح مختلف شیرخشک تفاوت معنی داری را نشان داد به طوری که نمونه شاهد دارای بیشترین چسبندگی و نمونه حاوی ۵۰٪ شیر خشک فاقد چسبندگی در کل دوره نگه داری بود. در طول مدت نگهداری همانطور که در

**Table 1.** Interactive effect of different levels of skim milk powder on adhesiveness

Skim milk powder (%)	First day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day
0%	0 <sup>b</sup>	0.4 <sup>a</sup>	0.3 <sup>a</sup>
25%	0 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>
50%	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>

Means in the same row with different superscripts (a, b, c) are different ( $P < 0.1$ ).

معنی داری را ایجاد نمود. به طوری که با افزودن سطح شیرخشک مقدار سختی به علت پراکندگی چربی شیر در سطح کیک و ایجاد بافت نرم تر کاهش پیدا کرد و در ۵۰٪ به حداقل سختی رسید. در طول مدت نگهداری نیز به علت شروع فرایند بیاتی مقدار سختی رو به افزایش رفته و در روز ۱۴ پس از پخت به حداکثر مقدار خود رسید. در این میان تیمار ۵۰٪ در روز ۱۴ پس از پخت کمترین میزان سختی را داشت که نشان از تاثیر شیرخشک بر تازه ماندن بافت کیک در طول مدت نگهداری دارد. به علاوه لاکتوز سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئین‌ها شده و پروتئین‌ها در دمای بالاتری دناتوره می‌شوند، به همین دلیل امکان انبساط بیشتر گاز داخل حفرات ساختمان کیک در حین پخت فراهم شده و حفرات بزرگتری در محصول ایجاد می‌شود، در نتیجه با افزایش سطح شیرخشک حجم نمونه های کیک افزایش می‌یابد. این نمونه های حجیم تر دارای بافتی با حفرات غیر یکنواخت و بعضاً بزرگ میباشند که دیواره آنها در مقابل نیروی وارد شده از طرف پروب دستگاه تکسچر آنالایزر مقاومت چندانی از خود نشان نمیدهد و به راحتی تخریب میشود. لذا با افزایش سطح جایگزینی سختی نمونه ها کاهش مییابد. نتیجه تحقیق آرونپانلوپ و همکاران نیز مشابه نتایج حاصل از این پژوهش بود و نشان داد که با افزایش سطح WPI به علت وجود لاکتوز، سختی کیک آنژل کاهش یافت [۲۳]. (شکل ۶)

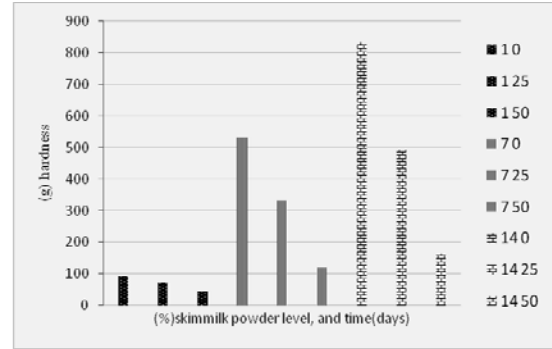
### قابلیت ارتجاعی یا فنریت (springiness)

مقدار برگشت ماده تغییر شکل یافته به شرایط اولیه پس از حذف نیروی جویدن را فنریت گویند [۱۹]. این فاکتور در روز ۱۴ پس از پخت به دلیل روند رو به رشد بیاتی و سفت شدن بافت اندکی کاهش یافت ولی در سایر روزها تفاوت معنی داری را ایجاد نکرد. سطوح مختلف شیر خشک نیز فاقد تفاوت معنی دار بودند. در بررسی اثر متقابل این دو فاکتور، تیمار ۲۵٪ و ۵۰٪ در روز ۱۴ پس از پخت دارای فنریت یکسان و بالاتر از نمونه شاهد می‌باشند. کیم و همکاران نیز در پژوهشی بر مافین آرد برنج حاوی کلسیم و لاکتوز به نتیجه‌ی مشابهی رسیدند، آن‌ها دریافتند که افزایش حالت ارتجاعی، انسجام و انعطاف پذیری می‌تواند منعکس کننده افزایش حجم مخصوص و هوادهی بهتر باشد. مشخص شده است که حالت ارتجاعی بالا نشان از تازگی، هوادهی و حالت الاستیک مناسب محصول دارد و در مورد کیک-ها حالت فنری بالا به معنای کیفیت بالا می‌باشد [۲۲].

### سختی (hardness)

سختی حداکثر نیروی لازم برای فشردن ماده غذایی بین دندان-های آسیاب تا حصول تغییر شکل معین است [۱۹]. اختلاف سختی در سیکل اول و دوم دستگاه آنالیز بافت در سطوح مختلف شیرخشک و همچنین در طول مدت نگهداری تفاوت

اختلاف معنی داری را نشان داد که ناشی از کریستاله شدن آمیلوپکتین و پیشروی فرایند بیاتی می‌باشد، اما با در نظر گرفتن اثر متقابل سطوح مختلف شیرخشک و مدت زمان نگهداری مشاهده می‌شود که در روز اول اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف وجود ندارد چراکه در ساعات اولیه پخت زنجیره‌های آمیلوز و آمیلوپکتین در حالت نرمال می‌باشند که این امر مشابه نتیجه ریسومسن و همکاران بود [۲۴]. در روز دهم پس از پخت تیمار ۵۰٪ کمترین تغییر را نسبت به روز نخست داشته و تفاوت معنی داری با نمونه شاهد و تیمار ۲۵٪ را دارا می‌باشد. دلیل این امر خواص عملکردی شیرخشک از جمله افزایش خاصیت جذب آب و ایجاد کریستال‌های پایدارتر توسط لاکتوز می‌باشد. نیکسون نیز به نتایجی مشابه در استفاده از شیر و مشتقات آن در فراورده‌های غلات رسیده بود [۸]. (جدول ۲) (شکل ۸)



**Fig 6** Interactive effect of different level of skim milk powder on hardness of yazdi cake

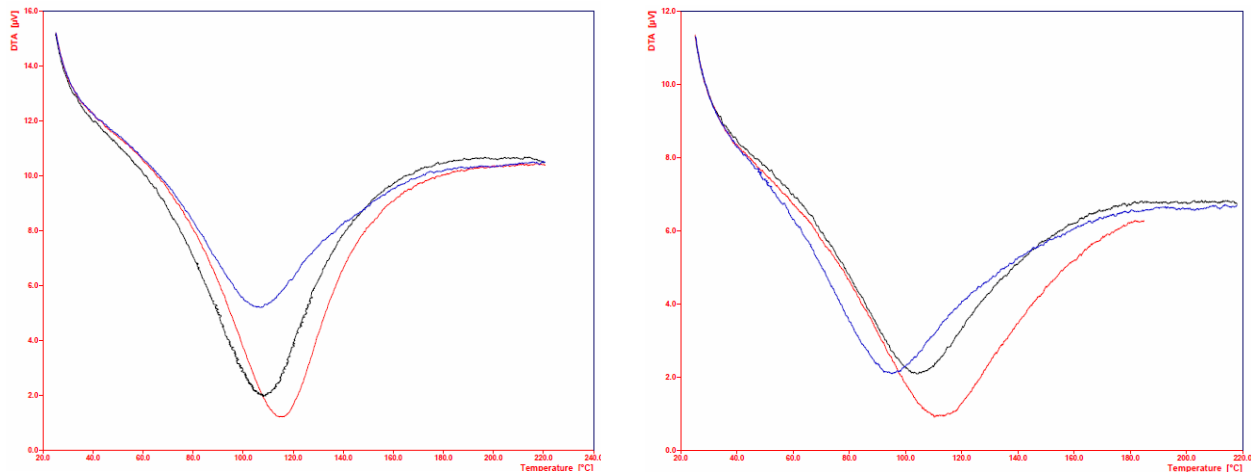
### آنالیز حرارتی

آنالیزی تیمار حاوی ۵۰٪ شیرخشک اختلاف معنی داری را ایجاد نمود در حالی که تیمار ۲۵٪ و شاهد فاقد اختلاف معنی دار بودند. در مورد زمان نیز آنالیزی در روز اول با روز دهم پس از پخت

**Table 2.** Interactive effect of different levels of skim milk powder on STA

$\Delta H$		$^{\circ}C$ Final temp.		$^{\circ}C$ Peak temp.		$^{\circ}C$ Start temp.		Skim milk powder (%)
10 <sup>th</sup> day	First day	10 <sup>th</sup> day	First day	10 <sup>th</sup> day	First day	10 <sup>th</sup> day	First day	
431.08 <sup>a</sup>	267.38 <sup>c</sup>	179.95 <sup>a</sup>	179.5 <sup>a</sup>	115.45 <sup>a</sup>	106.3 <sup>b</sup>	43.6 <sup>a</sup>	36.05 <sup>b</sup>	0%
425.45 <sup>a</sup>	255.95 <sup>c</sup>	173.75 <sup>a</sup>	168.6 <sup>a</sup>	106.7 <sup>b</sup>	103.95 <sup>b</sup>	33.25 <sup>b</sup>	33.3 <sup>b</sup>	25%
324.06 <sup>b</sup>	249.56 <sup>c</sup>	177.35 <sup>a</sup>	167.75 <sup>a</sup>	102.35 <sup>b</sup>	100.85 <sup>b</sup>	32.5 <sup>b</sup>	32.85 <sup>b</sup>	50%

Means in the same row with different superscripts (a, b, c) are different ( $P < 0.1$ ).



**Fig. 7.** STA analysis comparison between the first day(right) and the 10<sup>th</sup> day(left)  
(%50 ----- %25 ----- %0 -----)



## رنگ سنجی

مدت نگهداری نیز با تکرار این آزمون در روزهای اول، هفتم و چهاردهم مشاهده شد که در طی زمان میزان این فاکتورها افزایش یافته و نمونه ها رو به تیرگی و کدر شدن میروند که با بررسی اثر متقابل سطوح مختلف شیرخشک و زمان می توان به این نتیجه رسید که در طول مدت نگهداری تیمارها با درصد شیرخشک بالاتر کمترین تغییرات در رنگ پوسته و مغز نسبت به روز اول پخت خود را دارند. نتیجه تحقیق آرون پانلورپ و همکاران نیز نشان داد با افزایش میزان آب پنیر به دلیل وجود لاکتوز رنگ کیک افزایش می یابد [۲۳]. پاتر و زرینگر نشان دادند که بیسکوئیت حاوی لاکتوز دارای عطر و طعم بیشتر و رنگ مغز سفیدتری نسبت به نمونه شاهد بود [۲۵]. هافستراند و همکاران نشان دادند که رنگ دونات حاوی لاکتوز به دونات حاوی آب پنیر و نمونه شاهد ارجحیت دارد [۲۱].

اثر سطوح متفاوت شیرخشک بر رنگ پوسته و مغز کیک معنی دار بود. در مورد رنگ پوسته هر سه فاکتور  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  با افزایش درصد شیرخشک کاهش یافت و در تیمار ۵۰٪ به حداقل مقدار خود رسید. با توجه به این که  $L^*$  میزان روشنایی،  $a^*$  نسبت سبزی تا قرمزی و  $b^*$  نسبت آبی تا زرد بودن را نشان می دهند می توان نتیجه گرفت که با افزایش درصد شیرخشک رنگ پوسته تیره تر می شود. این نتیجه به دلیل وجود لاکتوز و تاثیر آن در واکنش مایلارد و در نتیجه افزایش میزان قهوه ای شدن، قابل پیش بینی بود. در مورد رنگ مغز نیز دو فاکتور  $L^*$  و  $b^*$  با افزایش میزان شیرخشک افزایش و فاکتور  $a^*$  کاهش یافت، یعنی با افزایش سطح شیر خشک رنگ مغز کیک روشن تر شد. در طول

Table 3. Color test of crust and crumb of the cake

crumb			crust			Skim milk powder (%)
$b^*$	$a^*$	$L^*$	$b^*$	$a^*$	$L^*$	
26.6 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>	50.8 <sup>c</sup>	34.3 <sup>a</sup>	17.5 <sup>b</sup>	36.6 <sup>a</sup>	0%
31.3 <sup>a</sup>	4.8 <sup>b</sup>	57.7 <sup>b</sup>	31.3 <sup>a</sup>	25.3 <sup>a</sup>	29.5 <sup>b</sup>	25%
32.6 <sup>a</sup>	4 <sup>c</sup>	60.4 <sup>a</sup>	15.8 <sup>b</sup>	19 <sup>b</sup>	12.8 <sup>c</sup>	50%

Means in the same row with different superscripts (a, b, c) are different ( $P < 0.1$ ).



Fig 8 Color of crust and crumb of the 0, 25 and 50 percent samples (from left to right)

**Table 4** Uniformity, volume and symmetry index

Uniformity	Symmetry index	Volume index	Skim milk powder (%)
0/1 <sup>a</sup>	0/76 <sup>a</sup>	7/13 <sup>c</sup>	0%
0/06 <sup>b</sup>	0/43 <sup>b</sup>	10/26 <sup>b</sup>	25%
0/1 <sup>a</sup>	0/76 <sup>a</sup>	12/73 <sup>a</sup>	50%

Means in the same row with different superscripts (a, b, c) are different ( $P < 0.1$ ).

### تخلخل

تخلخل و یکنواختی و اندازه سلولها از عوامل مهم در تعیین کیفیت بافت مغز فراورده‌های غلات هستند. با استفاده از آنالیز توسط اسکنر مسطح میتوان اطلاعاتی در زمینه ریز ساختار آنها بدست آورد. این روش روشی سریع، ارزان، غیروابسته به شرایط نور خارجی و با دقت بالا می‌باشد [۱۴]. با توجه به نتایج حاصل از افزودن سطوح مختلف شیرخشک به کیک مشاهده شد که با افزایش درصد شیرخشک تعداد سلولهای ایجاد شده، مجموع مساحت سلولها و مساحت متوسط هر سلول افزایش و قطر مینیمم کاهش می‌یابد. در مورد قطر میانگین و قطر میکزیمم سلولها تیمار ۲۵٪ و نمونه شاهد تفاوت معنی داری را ایجاد نکردند در حالی که تیمار ۲۵٪ در هر دو مورد افزایش یافت. در نتیجه تیمار ۵۰٪ با داشتن بالاترین مساحت کل، بالاترین قطر ماکزیمم و پایینترین قطر مینیمم بزرگترین منافذ و بافتی با ساختار گسترده‌تر را دارا می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان به پروتئینها و لاکتوز موجود در شیر نسبت داد. لاکتوز سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئینها شده و پروتئینها در دمای بالاتری دناتوره می‌شوند، به همین دلیل امکان انبساط بیشتر گاز داخل حفرات ساختمان کیک در حین پخت فراهم شده و حفرات بزرگتری در محصول ایجاد می‌شود، در نتیجه با افزایش سطح شیر خشک حجم نمونه های کیک افزایش مییابد. این نمونه های حجیم تر دارای بافتی با حفرات غیریکنواخت و بعضا بزرگ می‌باشند [۲۳].

گای نشان داد که اگر لاکتوز به تنهایی در فرمولاسیون فراورده‌های پخت مانند کیک اسفنجی لایه‌ای اضافه شود سبب بهبود قهوه‌ای شدن می‌شود اما این رنگها اگر لاکتوز در شیرخشک یا آب پنیر به خمیر اضافه گردد بیشتر نیز می‌شوند [۲۶].

### اندیس حجم، تقارن و یکنواختی

نقش میزان تأثیر سطوح مختلف شیرخشک بر اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی معنی دار بود. کیک‌های تهیه شده از خمیر حاوی ۵۰٪ شیرخشک به طور میانگین بیشترین حجم را داشتند که این امر را می‌توان به افزایش نگهداری گاز به دلیل وجود پروتئین و چربی شیر نسبت داد. همچنین پخش و پراکندگی ذرات ظرفیت چربی در شیر روی گلوتن اثر می‌گذارد و باعث ژلاتیناسیون بیشتر نشاسته و در نتیجه موجب شکل پذیری بهتر در فر می‌شود. تقارن و یکنواختی نیز در سطح ۲۵٪ کمترین مقدار را دارا می‌باشد ولی در نمونه شاهد و تیمار ۵۰٪ تفاوت معنی داری وجود نداشت. افلت و همکاران (۱۹۴۰) اظهار داشتند که افزودن ۶٪ شیر خشک نسبت به وزن آرد سبب افزایش حجم و بهبود ویژگی های قرص نان می‌شود. همچنین بری و همکاران (۲۰۰۹) به نتیجه ای مشابه این پژوهش رسیده و دریافتند در خمیر کیک که از پروتئین آب پنیر تشکیل شده است دائما حباب ها در حال رشد هستند و ساختار کیک را درشت می‌کنند. تقارن، حجم و یکنواختی بهتر کیکها احتمالا به افزایش قوام خمیر این کیک ها مرتبط میباشد که بهتر می‌توانند حباب‌های هوا در جریان مخلوط کردن مکانیکی خمیر را در خود نگهداشته و این حبابها میتوانند به عنوان هسته های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک کننده عمل نمایند. توزیع یکنواخت حباب های هوا منجر به بهبود تقارن، حجم و یکنواختی کیک خواهد گردید [۲۷].

**Table 5.** Results of image analysis of cake

%50	%25	%0	parameters
803	787	681	Number of cells
1.495	1.393	396.1	Mean diameter of cells (mm)
0.92	0.94	0.95	Min diameter of cells (mm)
1.94	1.81	1.82	Max diameter of cells (mm)
5184	4598.3	2521.6	Total cells area (mm <sup>2</sup> )
6.49	5.78	3.46	Mean area of cell (mm <sup>2</sup> )

Means in the same row with different superscripts (a, b, c) are different (P < 0.1).

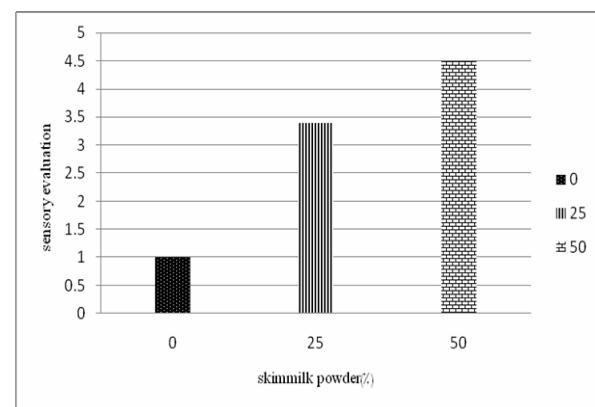
آنالیز بافت بهبود، آنالیزی کاهش، رنگ پوسته افزایش و رنگ مغز کیک سفیدتر شده است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان از شیرخشک پس چرخ در کیک یزدی جهت بهبود خواص بافتی و به تعویق انداختن بیاتی به طور موفقیت آمیزی استفاده نمود.

## ۵- منابع

- [1] Winfield, C. 1932. The effect of dry milk solids on the properties of dough. B. S., university of minnestoa.
- [2] Sing, H. 2007. Interaction of milk proteins during the manufacture of milk powders. EDP science.
- [3] Rea, H. 1950. Milk products in bread making. Bimonthly bulletin, Vol. xii, No. 5.
- [4] Sigsworth, D. E. 1976, The effect of milk replacers on cake properties. B. A., Southern missionary college.
- [5] Joseph, P. 1982. Functionality of nonfat dry milk and milk replacers in sponge cakes. B.S. Kanadas state university. 1:10
- [6] Ayoubi, A., Habibi Najafi, M. B., Karimi, M. 2011. Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. JFST Vol. 8, No. 29
- [7] Fazeli, F., Azar, M., Azizi, M. H. 1385. Manufacturing of enriched barbari bread with various sources of calcium. JFST Vol 3, No 4.
- [8] Nickson, T. A. 1975. Use of milk derivatives in other food. Department of food science and technology, university of California. Davis 95616.
- [9] Sharma, A., Jana, A., Shrikantchaven, R. 2012. Functional of milk powders and milk based powders for end use applications. Institute of food technologists. vol. 11.

## آزمون حسی

افزایش درصد شیرخشک تاثیر معنی داری را در نمره‌های حاصل از نظرات داوران داشت. به طوری که با افزایش درصد شیرخشک پذیرش محصول بالا رفته و نمونه ۵۰٪ بالاترین مقبولیت و نمونه شاهد کمترین مقبولیت را بین داوران داشته است. این پذیرش کلی بالاتر به دلیل بافت بهتر، رنگ مناسب تر و همچنین ایجاد احساس دهانی بهتر به دلیل افزایش رطوبت محصول با افزایش درصد شیرخشک می‌باشد که دلایل هریک به طور جداگانه قبلاً توضیح داده شد. (شکل ۹)



**Fig 9** Histogram of sensory evaluation test

## ۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن ۲۵٪ شیرخشک پس چرخ به فرمولاسیون کیک یزدی تغییر معنی داری در محتوای رطوبت، خاصیت برگشت پذیری (resilience) و آنالیز حرارتی ایجاد نکرده، اما سایر آنالیزهای بافتی و رنگ پوسته و مغز کیک را تا حدودی بهبود بخشیده است. با افزایش درصد شیرخشک به ۵۰٪ محتوای رطوبتی افزایش، تمامی فاکتورهای

- [20] Razavi, M. A., Akbari, R. 1385. Biofizik properties of food materials and agriculture products. University of Ferdusi, Mashhad.
- [21] Chawla, R., Ramdan Patil, G., Kumar Singh, A. 2013. Effect of temperature on sensory and textural attributes of functional Doda Burfi (Indian milk cake). *J Food Sci Technol*. DOI 10.1007/s13197-013-1027-6.
- [22] Hoffstrand, J. T., M. V. Zaehring, and R. A. Hibbs. 1965. Functional properties of two components of Cheddar cheese whey in bakery products. 1. Cake doughnuts. *Cereal Sci. Today* 10:212.
- [23] Kim, J., Shin, M. 2014. Effect of particle size distribution of rice flour on the quality of gluten free rice cupcakes. *LWT Food Science and Technology*, doi: 10.1016/j.lwt.2014.04.042.
- [24] Arunepanlop, B., Morr, C.; Karleskind, D.; and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *J Food Science* - 61 (5): 1085 – 1093.
- [25] Rasmussen, P., Hansen, A. 2001. Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. *Lebensm-Wiss.U-Tech*, 34: 487-491
- [26] Potter, G. L., and M. V. Zaehring. 1965. Functional properties of two components of Cheddar cheese whey in bakery products. 2. Biscuits. *Cereal Sci. Today* 10:212.
- [27] Guy, E. J. 1971. Lactose: Review of its properties and uses in bakery products. *Bakers Dig.* 45(2):34
- [28] Poursafar, L., Peighambari, S.H., Alizadeh Salchi, L. 2012. Effect of the temperature and time of flour heat treatment on the quality characteristics of sponge cake. *EJFPP*, Vol. 2 (4): 87-104.
- [10] Hess, A., Setser, C.S. 1983. Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. *Cereal Chemistry*, 60, 337-341.
- [11] Ji, Y., Zhu, K., Qian, H., Zhou, H. 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry*, 104: 53-58.
- [12] Roozegar, M. H., Shahedi, M., Hamdami, N. 2014. Production and Rheological and Sensory Evaluation of Taftoon Bread Containing Flaxseed. *JFST* No. 48, Vol. 12.
- [13] Noormohammadi, E., Peighambari, S.H., Olad Ghaffari, A. 2012. Effect of mixing methods on physicochemical properties of batter and quality characteristics of sponge cake. *Journal of Food Science*, Vol 22, No 3.
- [14] Esteller, M.S., Zancanaro, J.O. & Da Silva Lannes, S.C. 2006. The effect of kefir addition on microstructure parameters and physical properties of porous white bread. *European Food Research and Technology*, 222: 26-31.
- [15] AACC., American Association of Cereal Chemists. (1999). Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- [16] Winkelhausen E, Jovanovic-Malinovska R, Velickova E and Kuzmanova S, 2007. Sensory and microbiological quality of a baked product containing xylitol as an alternative sweetener. *International Journal of Food Properties* 10: 639-649.
- [17] Pomeranz Y., 2002. Functionality of whey and casein in fermentation and in bread baking by fixed and optimized procedures. *Cereal Chem* 73:309–16.
- [18] Tow GJ. 1985. Some uses of milk in baked products. *Baking Today* 5:17–8.
- [19] Ofelt, C. W., Lamour, R. K., The effect of milk on the bromate requirement of flours. *Cereal Chem.* 17: 1-18. 1940.

## Effect of skim milk powder on staling properties of yazdi cake

Poor-seyed, S. M. <sup>1</sup>, Motamedzadegan, A. <sup>2</sup>, Mohammad zade-Milani, J. <sup>3\*</sup>

1. M.Sc. Student, Dept. of Food Science and Technology, Tajan University

2. Assistant professor, Dept. of Food science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

3. Assistant professor, Dept. of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

(Received: 2015/03/18 Accepted: 2015/10/19)

Staling has been a significant problem in the food industry since ancient times. Consumers demand fresh baked goods that do not stale within a reasonable time frame, while still delivering the taste and texture expected from such products. Dried skim milk has been used as a valuable ingredient especially in bakery products requiring desirable texture and moisture content. The mentioned ingredient has functional properties include emulsification, water absorption, and viscosity, gelation and etc which are indeed the manifestations of the physical and chemical properties of the milk. Formulation and processing technologies designed to control the staling rate have long been investigated. The aim of this study was to investigate the effect of adding 25, 50 percent of skim milk powder on staling properties such as moisture content, texture and color. Staling characterizations were analyzed after 1, 7, 14 days of storage and thermal analysis was carried out after 1, 10 days. The results showed that with increasing level of skim milk powder staling properties become well than the control cake (0%). In 50 percent we observed the highest moisture content, the least Enthalpy, the best texture and color in yazdi cake.

**Key words:** Skim milk powder, Cake, Staling, Texture analysis

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: jmilany@yahoo.com