

غنی‌سازی کیک با پودر دانه‌ی خرفه و اثر آن بر میزان امگا-۳ و خواص حسی محصول نهایی

مهرناز حسامی^۱، مرضیه بلندی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس علوم و تحقیقات دامغان، دامغان، ایران

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۴)

چکیده

به منظور پیشگیری و اصلاح کمبود ناشی از یک یا چند ماده ریزمغذی که در کل جامعه و یا گروه‌های خاصی از جمعیت وجود دارد غنی‌سازی مواد غذایی صورت می‌گیرد. لینولنیک اسید یک اسید چرب امگا-۳ و ضروری می‌باشد که بدن انسان نمی‌تواند آن را سنتز نماید اما باید توسط انسان مصرف شود. خرفه به دلیل خواص تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی بالایی که دارد به عنوان یک ماده غذایی مقوی معرفی شده است. بنابراین در این تحقیق تاثیر افزودن پودر دانه خرفه به فرمولاسیون کیک با درصدهای صفر (شاهد)، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ مورد مطالعه قرار گرفت و ترکیب اسیدهای چرب و خصوصیات حسی تعیین و مورد مقایسه قرار گرفت. به طور کلی با افزایش مقدار پودر دانه خرفه کیفیت و مقدار اسیدهای چرب به خصوص اسیدهای چرب ضروری لینولنیک و لینولنیک اسید افزایش یافت. از نظر ویژگی‌های حسی در واقع کیک حاوی ۱۵٪ خرفه به لحاظ رنگ تحتانی، رنگ فوقانی، رنگ مغزی، خلل و فرج، عطر و طعم از کیفیت مطلوب‌تری برخوردار بود و بعنوان بهترین نمونه معرفی گردید.

کلید واژگان: اسیدهای چرب ضروری، غنی‌سازی، خرفه، کیک، لینولنیک اسید

* مسئول مکاتبات: mbolandi@yahoo.co.in

۱- مقدمه

اخیراً دغدغه اصلی صنایع غذایی و اکثر محققان، بررسی جنبه‌های تغذیه‌ای و تکنولوژیکی مواد غذایی بوده است تا آن‌ها را هر چه بیشتر برای مصرف‌کنندگان جالب و مطلوب سازند. بنابراین امروزه رشد چشمگیری در گسترش صنایع غذایی دنیا شاهد هستیم به گونه‌ای که محصولات تولیدی هم ویژگی‌های تکنولوژیکی و تغذیه‌ای مناسبی داشته باشند و هم شامل ترکیباتی با عملکرد بیولوژیکی باشند. یکی از موارد دستیابی به این هدف طراحی میان وعده‌های سالم، مقوی، جذاب و جدید می‌باشد [۱]. محصولات قنادی که اساس آن‌ها غلات است یک گروه بزرگی از محصولات را تشکیل می‌دهند که در ترکیب با روش تولید و خواص حسی متفاوتند. میان وعده‌هایی که بالاترین میزان مصرف را در بین افراد دارند عبارتند از: کیک، کلوچه، چپس، پفک، بیسکویت و شکلات. با توجه به آمار به دست آمده کیک بالاترین تولید سالانه را به خود اختصاص می‌دهد و سایر میان وعده‌ها بعد از آن قرار دارند [۱]. از نظر متخصصان علوم تغذیه، یکی از بهترین راه‌های دریافت مواد مغذی ضروری با کمترین عوارض جانبی و به صورت گسترده در سطح جامعه، غنی‌سازی مواد غذایی است که به عنوان ارزان‌ترین و مؤثرترین روش پیشگیری کمبود مواد مغذی می‌باشد. غنی‌سازی، افزودن یک ماده‌ی مغذی به یک ماده‌ی غذایی است که می‌تواند به طور طبیعی در آن وجود داشته و یا فاقد آن باشد و باعث بهبود کیفیت کلی تغذیه‌ای آن ماده شود [۲]. در حال حاضر از فیبرهای بر پایه کربوهیدرات به عنوان جایگزین چربی در فرمول کلوچه استفاده می‌شود و گزارش شده که فیبرها در نان و کلوچه موجب بروز خواص فراسودمند می‌شوند. امروزه استفاده از فیبرهای گیاهی نظیر فیبر حاصل از چغندر قند، فیبر یولاف، فیبر جو و سبوس برنج در فرمول مواد غذایی مختلف از جمله فرآورده‌های آردی معمول شده است. افزایش مدت زمان نگهداری نان، کیک و کلوچه با به‌کارگیری فیبرهای گیاهی به اثبات رسیده است. این ویژگی به قدرت افزایش ظرفیت نگهداری آب مربوط می‌شود که مربوط به واکنش بین نشاسته و فیبر می‌باشد [۳].

اسیده‌های چرب امگا ۳ در گروه چربی‌های مرکب غیر اشباع قرار می‌گیرند و علت نام‌گذاری آن‌ها قرار گرفتن اولین پیوند دوگانه بین اتم‌های کربن ۳ و ۴ در ساختمان شیمیایی

مولکول می‌باشند. زیرا در نام‌گذاری جدید اسیده‌های چرب غیراشباع نام‌گذاری از جهت گروه متیل آغاز می‌گردد و همین محل قرارگیری پیوند دوگانه بین اتم‌های ۳ و ۴ در اسیده‌های چرب امگا ۳ باعث پیدا شدن خواص بیوشیمیایی ویژه امگا ۳ می‌گردد [۴]. سه اسیدچرب امگا-۳ که روی آن‌ها تحقیقات زیادی انجام شده است عبارتند از: ۱- آلفا لینولنیک اسید (ALA) که بیشتر منبع گیاهی دارد ۲- ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) ۳ - دوکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) که این دو دسته آخر، منحصر در ماهی به خصوص ماهیان آب‌های سرد یافت می‌شوند. اسیده‌های چرب امگا-۳ از جمله اسیده‌های چرب ضروری می‌باشند که در بدن انسان ساخته نمی‌شوند و تنها از طریق غذا تامین می‌شوند [۵]. خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea L.* گیاهی غلغی و گوشت‌دار که تقریباً در تمامی نقاط ایران پراکندگی دارد و در مناطق جنوبی ایران به عنوان سبزی خوردن کاشته می‌شود. گیاه خرفه منبع عالی از مواد مغذی با ارزش از جمله فیبرهای رژیمی محلول و نامحلول، ویتامین A، C و E، اسیده‌های چرب ضروری لینولنیک اسید، لینولنیک اسید، اولئیک اسید و مواد معدنی می‌باشد. با توجه به اینکه بدن قادر به ساخت اسیده‌های چرب ضروری نیست می‌توان با افزودن این ماده به محصولات غذایی از فواید آن استفاده کرد [۶].

لیو و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی الگوی اسیده‌های چرب در برگ‌ها، ساقه‌ها و دانه‌های چندین واریته بومی و وارداتی خرفه در استرالیا، اسیده‌های چرب اصلی موجود در تمام بافت‌ها از جمله لینولنیک اسید (۱۸:۳ ω₃)، لینولنیک اسید (۱۸:۳ ω₆) و اسید پالمیتیک (۱۶:۰) را تعیین نمودند. بیشترین میزان اسیده‌های چرب کل و نیز بیشترین میزان LNA در دانه‌ها شناسایی شد. برگ‌ها و ساقه‌ها از این نظر به ترتیب در مرتبه پایین‌تر قرار داشتند. کل مقدار اسیدچرب در دانه‌های خرفه ۱۷۰-۸۰ mg/g براساس ماده خشک بود که آلفا لینولنیک اسید ۴۴-۳۱٪ آن را به خود اختصاص داده بود [۷].

آوارد و همکاران (۲۰۰۹) پتانسیل آنتی‌اکسیدانی و برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خرفه خشک شده با روش انجمادی و محصولات فرموله شده برپایه خرفه را بررسی نمودند. با جایگزین کردن برگ‌های آسیاب شده خرفه منجمد در چهار سطح ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵٪ به جای پروتئین سویا در

1. Eicosapentaenoic acid
2. Docosahexaenoic acid

Table 1- Amounts of Ingredients for producing Enriched Cake with *Portulaca oleracea* L. seed powder

Ingredients	Based on flour weight (%)
Sugar	42.5%
Oil	50%
Whole Egg	64.01%
Wheat Flour	100,90,85,80%
Baking Powder	1.63%
Vanilla	0.64%
Whey Protein	3.97%
Milk Powder	2%
Potassium Sorbate	0.03%
Portulaca oleracea L. seed powder	0,10,15,20%
Cake Gel	5.74%
Water	50%

ویژگیهای آرد مصرفی در جدول ۲ و ۳ درج شده است. تخم مرغ، وانیل، بیکنینگ پودر، شکر و روغن مایع از فروشگاه مواد غذایی خریداری شد. پودر آب پنیر و شیر خشک پرچرب از شرکت پارسامهر آریین تهیه گردید. ژل کیک از شرکت آذرنوش خریداری شد. سوربات پتاسیم از شرکت کیمیا پخش صدیق تهیه گردید.

Table 2 Properties of Wheat Flour

Property *	Wheat Flour
Wet Gluten	26.17±1.03
Moisture	13.43 ±0.49
Ash	0.5 ± 0.04
pH	5.93 ± 0.12
Protein**	9.23 ±0.61
Acidity	1.63 ± 0.12
Fiber	0.7 ±0.5

*Results are average of 3 replications.

** Nitrogen factor is 5.7.

Table 3 Quality of wheat flour particle size

Particle size with different mesh size of sieve	
475 µm	0
180 µm	0
125 µm	10
Under 125µm	90
125 -180 µm	-
Under 106 µm	-

۲-۲-۲ روش‌ها

۲-۲-۱-۱ روش تولید کیک

تهیه خمیر کیک به طریقه‌ی شکر-خمیر (Bennion, ۱۹۷۷)، انجام گرفت [۱۱]. در ابتدا به منظور تهیه خمیر کیک، روغن و پودر شکر به مدت ۱۰ دقیقه با استفاده از یک همزن برقی تا ایجاد رنگ کرم روشن مخلوط شدند، سپس تخم مرغ اضافه شد و تا ایجاد یک مخلوط

فرمولاسیون نوعی نان، مقدار اسیدهای چرب ضروری در مقایسه با محصولات مشابه افزایش یافت، با جایگزینی پروتئین سویا با پودر خرفه ظرفیت جذب آب محصول کاهش یافت. همچنین با افزایش درصد جایگزینی خرفه پایداری ماتریکس محصول کم‌تر شد [۸].

در سال ۱۳۹۰، سعید تقوی و همکارانش بر غنی‌سازی آرد گندم با پودر دانه خرفه تحقیق کردند. در این پژوهش اثرات افزودن آرد بزرک بر خواص فیزیکی شیمیایی آرد نظیر توزیع اندازه ذرات آرد، مقدار پروتئین خام، گلوتن مرطوب و کیفیت پروتئین (عدد زلنی)، مقدار فیبر خام و نیز خصوصیات رئولوژیکی خمیر با استفاده از آزمون‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش میزان افزودن پودر دانه خرفه در مقادیر ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصد، میزان پروتئین کل و فیبر خام افزایش ولی میزان گلوتن مرطوب و عدد زلنی کاهش یافت [۹].

در سال ۱۳۸۹، رزیتا فتح‌نژاد کاظمی بررسی فساد کپکی در نان غنی‌شده با پودر دانه‌های بزرک و خرفه را بررسی کردند. آرد گندم با پودر دانه‌های بزرک و خرفه در مقادیر ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصد به منظور بررسی درصد رطوبت، a_w و کپک‌زدگی نان، جایگزین شده و نمونه‌های تولید شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بر اساس نتایج به دست آمده غنی‌سازی نان با این دانه‌های روغنی باعث تأخیر در کپک‌زدگی نان شده و کپک‌زدگی در نمونه‌های F_4 دیرتر از بقیه نمونه‌ها اتفاق افتاد [۱۰].

با توجه به خواص تغذیه‌ای گیاه خرفه و تحقیقات زیادی که بر روی آن انجام شده است ما در این مقاله از این گیاه به عنوان غنی‌کننده در کیک استفاده کرده‌ایم.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد اولیه مورد استفاده و مقادیر آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

آرد گندم با درجه استخراج ۷۰٪ از شرکت آرد درخشان قم خریداری شد. دانه خرفه از ارقام اصفهان از بازار محلی خریداری گردید و پس از پاک کردن با آسیاب آزمایشگاهی آسیاب و در دمای $40 \pm 0^\circ\text{C}$ نگهداری شد.

نمک اشباع کلرید سدیم (۳۰۰ گرم در لیتر) به محلول اضافه شد و محلول با استفاده از دستگاه ورتکس، جهت تماس بیشتر فازها و بیشتر شدن بازده استخراج، به شدت هم زده شد. در پایان برای آب گیری از نمونه گرم از فاز رویی جدا و به همراه ۰/۵ گرم سولفات منیزیم (به عنوان ماده جاذب رطوبت) در دستگاه سانتریفوژ با ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲ تا ۵ دقیقه قرار داده شد، سپس فاز رویی به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد [۱۸].

۲-۲-۳- تعیین نوع و مقدار اسیدچرب

جهت آنالیز اسیدهای چرب نمونه های کیک، از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل YL6100 GC مجهز به آشکارساز FID با مشخصات ستون TR-CN100، قطر داخلی ۰/۲ μm، ضخامت فیلم نازک ۰/۲۵ μm، طول ۶۰ متر و دما ۲۶۰ درجه سانتی گراد و از گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹٪ به عنوان گاز حامل استفاده شد. جهت آنالیز اسیدهای چرب روغن دانه خرفه، از دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (GC-MS) مدل CP-3800، مجهز به آشکارساز شعله ای با حداکثر دمای ۳۲۰ °C و از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل استفاده شد. تزریق به میزان ۰/۲ میکرولیتر و به روش split با نسبت ۱:۱۰ انجام شد. برای هر نمونه سه بار تزریق انجام شد. برای شناسایی اسیدهای چرب، زمان بازداری هریک از نمونه ها با زمان بازداری استانداردهای متیل استر تحت شرایط آزمایشی یکسان مقایسه شده و زمان بازداری هر یک از گونه ها معین شد.

۲-۲-۴- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی کیک تهیه شده از یک گروه ۱۰ نفره ارزیاب آموزش دیده و با تجربه استفاده شد. ارزیابی حسی در مورد رنگ تحتانی، بافت، طعم، خلل و فرج، رنگ فوقانی، رنگ مغزی و عطر انجام گرفت. جهت امتیازدهی از یک مقیاس صفر تا ۱۰۰ استفاده شد به نحوی که ۱۰۰ بیشترین امتیاز و صفر کمترین امتیاز را داشت (۱۰۰ بسیار خوب و عالی ۷۵: خوب ۵۰: متوسط ۲۵: بد ۰: خیلی بد) [۱۹].

با توجه به این معیارها فرم هایی آماده شد و به همراه نمونه ها در اختیار ارزیابان حسی قرار گرفت (جدول ۴). ارزیابان نظر خود را در مورد صفات رنگ و شکل ظاهری، طعم، بافت، طعم و عطر و بو مطرح کردند و از میانگین نمرات صفات مذکور، پذیرش کلی به دست آمد.

روشن حبابدار و پایدار مخلوط گردید. سپس ژل کیک اضافه گردیده و پس از آن مواد پودری (آرد، بیکنگ پودر، وانیل، پودر آب پنیر، شیر خشک و سوربات پتاسیم) و بذر آسیاب شده خرفه در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به همراه نصف آب به مخلوط اضافه شده و تا ایجاد یک مخلوط نیمه صاف مخلوط می گردند و در نهایت باقیمانده آب به آن ها اضافه می شود. پس از تهیه خمیر کیک، خمیر در قالب های گالوانیزه به ابعاد ۶/۵ × ۴/۵ × ۲/۵ سانتی متر ریخته شده و به مدت ۳۰-۲۵ دقیقه در فر با دمای ۱۹۰ - ۱۸۰ درجه سانتی گراد پخت گردید. پس از پخت، خنک کردن در دمای محیط به مدت ۳۰ - ۲۰ دقیقه انجام گرفت سپس کیک ها برای انجام آزمون های لازم مورد استفاده قرار گرفتند.

رطوبت کیک و آرد گندم با استفاده از روش AACC 44-1 به وسیله دستگاه آن مدل ساخت فن آزما گستر کشور ایران اندازه گیری شد [۱۲]. خاکستر با استفاده از روش AACC 08-01 به وسیله کوره الکتریکی مدل Thermolyne2000 ساخت شرکت Sybron سوئد انجام شد [۱۳]. pH طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ انجام شد [۱۴]. گلوتن مرطوب طبق استاندارد ملی ایران شماره ۹۶۳۲-۱ (گندم و آرد گندم- اندازه گیری گلوتن مرطوب به روش دستی) اندازه گیری شد [۱۵]. اسیدیته آرد طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳ (آرد گندم - ویژگی ها و روش های آزمون) اندازه گیری شد [۱۶]. اندازه گیری فیبرخام طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۶۱ انجام شد [۱۷].

۲-۲-۲- تهیه متیل استر روغن

از روغن استخراج شده از نمونه پودر دانه خرفه و کیک به وسیله حلال هگزان و دستگاه سوکسله ۰/۰۴ گرم روغن وزن کرده و به لوله آزمایش در پیچ دار منتقل کردیم. به آن ۵ میلی لیتر سود متانولی ۲٪ و ۱ میلی لیتر اسیدچرب پنتادکانوئیک اسید با غلظت ۲ میلی گرم در میلی لیتر هگزان نرمال به عنوان استاندارد داخلی اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه درون یک بشر حاوی آب در حال جوش حرارت داده شد. سپس ۲/۲ میلی لیتر تری-فلورید بور متانولی ۲۰٪ به عنوان کاتالیزور، به آن اضافه شد و عمل تقطیر برگشتی به مدت ۲ تا ۳ دقیقه دیگر ادامه یافت. در ادامه ۱ میلی لیتر هگزان نرمال به نمونه اضافه و کمی تکان داده شد تا اسیدهای چرب مشتق سازی شده (متیل استر) در آن حل شوند و برای رسوب دادن مولکول های گلیسرول، ۱ میلی لیتر

Table 4 Sensory evaluation form

Properties	Very Bad(0)	Bad(25)	Normal(50)	Good (75)	Very Good (100)
Lower Color					
Texture					
Taste of Sample					
Pore					
Upper Color					
Color of Center					
Odor					

۲-۳- بررسی پروفایل اسیدهای چرب

روغن دانه خرفه مورد مطالعه پس از استخراج توسط هگزان با استفاده از برنامه دمایی اشاره شده به دستگاه GC-MS تزریق شدند. پس از تزریق، کروماتوگرافی گازی و طیف جرمی اجزاء تشکیل دهنده بدست آمد و در مرحله بعد با مقایسه طیف جرمی ترکیب مجهول با ترکیب‌های استاندارد و همچنین محاسبه ضرایب بازدارنده مواد مشکله موجود در هر عصاره مشخص شد. در جدول ۶ اطلاعات به دست آمده در مورد ترکیبات موجود در این روغن گردآوری شده است.

بازده استخراج روغن از دانه خرفه ۱۹/۴٪ بود. آنالیز روغن حاصل از دانه‌های خرفه با GC/MS حضور ۲۲ ترکیب را به صورت متیل استر اسیدهای چرب نشان می‌دهد (جدول ۶). شناسایی این ترکیبات بر اساس مقایسه طیف‌های جرمی اجزا با استاندارد و بررسی قطعات شکسته شده در طیف‌های جرمی بوده است. تقریباً تمام اسیدهای چرب موجود در روغن این دانه گیاهی شناسایی شده‌اند. در روغن استخراج شده از دانه گیاه خرفه ۲۲ نوع اسید چرب شناسایی شد که تقریباً ۹۸ درصد اسیدهای چرب موجود در تری‌گلیسیریدهای این روغن را پنج اسید چرب لینولئیک اسید و لینولنیک اسید، اولئیک اسید، استئاریک اسید و پالمیتیک اسید تشکیل می‌دهد. مقدار این اسیدهای چرب عبارتند از: ترکیبات ۱۸ کربنه غیر اشباع لینولئیک اسید (درصد ۳۳/۰۵ درصد) و لینولنیک اسید (۲۲/۲۵ درصد)، اولئیک اسید (۲۰/۵۱ درصد) و اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک اسید (۱۹/۱۹) و استئاریک اسید (۲/۹۸ درصد). از این پنج اسید چرب شناسایی شده، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید اشباع بوده و سه اسید چرب دیگر (یعنی ۷۵ درصد) اسیدهای چرب غیر اشباع بوده‌اند. اسید لینولنیک، که دارای دو باند دوگانه است، بیشترین اسید چرب موجود در این روغن را تشکیل می‌دهد.

۲-۲-۵- آنالیز آماری

آنالیز آماری داده‌های به دست آمده از آزمایشات مختلف روی نمونه‌های تهیه شده، به صورت طرح کاملاً تصادفی توسط نرم افزار SAS انجام شد. تجزیه واریانس برای هر یک از صفات به صورت جداگانه با رویه GLM نرم افزار SAS انجام گرفت. در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها، مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن و با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خرفه

نتایج حاصل از آنالیز گیاه خرفه حداقل با سه مرتبه تکرار در جدول ۵ آورده شده است. دانه خرفه با داشتن فیبر و پروتئین زیاد و سرشار از چربی با اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری می‌تواند به عنوان منبع مناسبی برای جایگزینی در فرمولاسیون مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد. کار مشابهی نیز بر روی تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی توسط فتح نژاد و همکاران (۱۳۹۱) بر روی پودر دانه خرفه صورت گرفت که مقدار آنها: ۹/۹۲٪ رطوبت، ۳/۸۴٪ خاکستر، ۲۱/۴۰٪ پروتئین، ۱۶/۱۰٪ چربی و ۱۵/۱۰٪ فیبر بود [۱۰].

Table 5 Ingredients of *Portulaca oleracea* L

Ingredient*	Amount (%)
Moisture	9.25 ±0.26
Ash	3.36 ±0.04
Fat	19.40±0.25
**Protein	20.18 ±0.30
Fiber	13.90 ±0.49

* Results are average of 3 replications

** Nitrogen factor of *Portulaca oleracea* L is 6.25.

شده، اسیدهای پالمیتیک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسیدهای چرب عمده در بذر این گیاه بوده‌اند [۲۰].

این اسیدهای چرب در تعدادی از روغن‌های ارقام دیگر نیز گزارش شده‌اند. پژوهشی که روی دانه‌های ارقام داخلی (اهواز، بهبان، برازجان و تهران) و خارجی (امارات) انجام

Table 6- Main fatty acids in *Portulaca oleracea* L

Systematic Name	Common Name	Molecular Formula	(%)	Retention Time (min)
Dodecanoic acid methyl ester	Lauric Acid	C12H24O2	0.09	7.109
Cyclopropanedodecanoic acid, 2-octyl		C24H46O2	0.28	10.747
9-Hexadecenoic acid methyl ester	Palmitoleic Acid	C16H30O2	0.08	16.829
Hexadecanoic acid	Palmitic Acid	C16H32O2	19.19	17.567
9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic Acid	C18H32O2	33.05	23.374
9,12,15-Octadecatrienoic acid	Linolenic Acid	C18H30O2	22.25	23.712
9-Octadecadienoic acid	Oleic Acid	C18H34O2	20.51	23.908
Octadecanoic acid	Stearic Acid	C18H36O2	2.98	24.498
Docosahexaenoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester		C69H98O6	0.09	28.379
Methyl 13-eicosenoate		C21H40O2	0.14	30.163
Eicosanoic acid	Arachidic Acid	C21H42O2	0.63	30.579
Docosanoic acid	Behnic Acid	C22H44O2	0.25	34.131

قبلی نشان داد که این روغن از نظر ترکیب اسیدهای چرب بسیار شبیه روغن سویا بوده و سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید است. در هر سه تیمار آزمایشی مقدار روغن استخراج شده بیش از شاهد بود. با افزایش درصد پودر خرفه، مقدار اسید چرب پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، اسید چرب لینولئیک و اسید چرب لینولنیک که قسمت عمده اسیدهای چرب نمونه‌ها را نشان می‌دهد افزایش یافت، در حالی که تنها اسید چرب اشباع ۱۵ کربنه پنتادسیلیک اسید در نمونه‌های تیمار شده کاهش یافت. بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع و افزایش آن به موازات افزایش خرفه در نمونه‌های تیمار شده، آنها را از نظر تغذیه‌ای در مقایسه با نمونه شاهد متمایز می‌کند (جدول ۷). در بررسی که توسط زارع نژاد و همکاران (۱۳۹۲) بر روی کار مشابه با تحقیق حاضر صورت گرفت اثر افزودن جوانه گندم خام و تثبیت شده در مقدارهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به فرمولاسیون کیک بر ویژگی‌های شیمیایی آن نشان داد که با افزودن ۲۰ درصد جوانه گندم اسیدهای چرب اشباع کاهش یافته و اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه اسید لینولئیک افزایش می‌یابد [۲۱].

۳-۳- تأثیر درصدهای مختلف پودر خرفه بر

اسیدهای چرب کیک

در جدول ۷ نتایج آنالیز انجام شده بر روی روغن استخراج شده از کیک شاهد و کیک‌های حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد خرفه مشخص گردیده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد روغن استحصال شده از کیک‌های حاوی خرفه و شاهد (بدون خرفه) سرشار از اسیدهای چرب غیر اشباع لینولئیک اسید (اسید چرب ضروری) به میزان ۴۸/۱۲، ۴۹/۴۹، ۴۹/۶۳ و ۵۰/۱۲ درصد، اولئیک اسید به میزان ۲۲/۲۶، ۲۴/۵۴، ۲۴/۶۵ و ۲۴/۹۴ درصد و لینولنیک اسید به میزان ۱/۰۹، ۱/۱۷، ۱/۲۳ و ۱/۳۶ درصد به ترتیب در نمونه‌های شاهد، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد خرفه است. سایر اسیدهای چرب غیر اشباع این روغن عبارتند از: اسید پالمیتیک به میزان ۱۰/۱۲، ۱۰/۵، ۱۰/۸۴ و ۱۱/۰۶ درصد، اسید استئاریک به میزان ۵/۲۵، ۵/۳۰، ۵/۴۰ و ۵/۷۴ درصد، اسید پنتادسیلیک به میزان ۰/۴۰، ۰/۳۲، ۰/۳۲ و ۲/۱۲ درصد به ترتیب در نمونه‌های شاهد، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد خرفه است.

با افزایش درصد پودر خرفه درصد روغن نمونه‌ها افزایش یافت. بررسی ترکیب اسید چرب روغن دانه خرفه در قسمت

Table 7 Amount and main fatty acids in cakes (Control, 10%, 15% & 20%)

Range	Systematic Name	Common Name	Fatty acid	Molecular Formula	Retention Time (min)	Control Sample	10% PO.	15% PO.	20% PO.
1	Tetradecanoic acid	Myristic acid	C14:0	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	21.11	0.388	0.653	0.745	0.802
2	Hexadecanoic acid	Palmitic acid	C16:0	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	25.02	10.12	10.505	10.836	11/061
3	9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	C16:1	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	26.03	0.489	0.567	0.669	0.762
4	cis-10-Heptadecenoic acid	Heptadecenoic acid	C17:1	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	26.40	0.111	0.116	0.148	0.167
5	Octadecanoic acid	Stearic acid	C18:0	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	28.41	5.250	5.304	5.401	5.740
6	9-Octadecenoic acid	Oleic acid	C18:1n9	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	29.32	22.257	24.538	24.648	24.943
7	9,12-Octadecadienoic acid	Linolenic Acid	C18:2n6	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	30.71	48.122	49.493	49.625	50.116
8	9,12,15-Octadecatrienoic acid	Linoleic Acid	C18:3n6	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	32.21	1.093	1.168	1.227	1.363

هر یک از داوران نمونه‌ها را از نظر رنگ تحتانی، فوقانی، مغزی، بافت، خلل و فرج، عطر، طعم و کیفیت کلی ارزیابی نمودند. میانگین و انحراف معیار نتایج بدست آمده در جدول ۸ نشان داده شده است. همان طور که در جدول مشخص است با توجه به نتایج ارزیابی حسی، می‌توان گفت که کیک‌های تولید شده، به لحاظ بافت و خلل و فرج تفاوت معناداری از نظر مصرف کنندگان نداشتند، ولی در ویژگی‌های رنگ تحتانی، فوقانی، مغزی، عطر و طعم تفاوت معناداری به لحاظ این صفات با یکدیگر داشتند ($p < 0/05$).

۳-۴- ارزیابی حسی

خواص حسی کیک از مهم‌ترین پارامترهای تعیین کننده در مقبولیت و عدم مقبولیت تغییر فرمولاسیون محصولات غذایی می‌باشد. که از آن به عنوان یک ابزار مؤثر برای تعیین مشخصات حسی کیک برای تبعیض نمونه‌های کیک با ترکیبات متفاوت استفاده شده است. در بخش‌های ذیل فاکتورهای مهم از نظر ارزیابان حسی مورد آنالیز قرار گرفته‌اند.

Table 8 Sensory Evaluation of Cake

Sensory Factor	Control Sample	10%**	15%	20%
Texture	77.5±11.6 ^{a*}	75±10.1 ^a	75±7.8 ^a	77.5±8.2 ^a
Pore	70±12.3 ^a	70±12.3 ^a	72.5±12.8 ^a	67.5±14.5 ^a
Lower Color	82.5±2.3 ^c	90±4.3 ^b	92.5±2.3 ^a	87.5±3.1 ^b
Upper Color	77.5±8.5 ^b	90±3.3 ^a	92.5±2.8 ^a	92.5±2.2 ^a
Color of Center	72.5±4.6 ^b	85±5 ^a	85±5 ^a	82.5±3.9 ^a
Odor	87.5±5.1 ^a	72.5±7.1 ^b	70±4.7 ^b	67.5±9.2 ^b
Tate	77.5±6.6 ^b	82.5±3.2 ^a	85±5.8 ^a	85±4.2 ^a
General Result	77.9±1.3 ^b	80.7±1.4 ^a	81.8±1.8 ^a	80±2.2 ^a

*: Different letters indicate significant differences at the level of 5%.

***: Percentage of added *Portulaca oleracea* L. seed powder .

رنگ تحتانی و رنگ مغزی با افزایش مقدار پودر خرفه در فرمولاسیون تا ۱۵٪ افزایش می‌یابد ولی افزایش بیش از این باعث کاهش امتیاز حسی می‌شود. در ارزیابی رنگ فوقانی و طعم، امتیاز نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با کیک شاهد، با افزایش سطح پودر دانه خرفه در فرمولاسیون کیک افزایش مقبولیت را نشان داد. امتیاز عطر کیک‌های تولید شده با افزایش سطح فرمولاسیون به شکل چشمگیری کاهش داشت. کیک غنی شده با ۲۰ درصد

ارزیابی بافت نشان داد اگرچه تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود ولی بالاترین امتیاز رضایت‌مندی را نمونه‌های شاهد و ۲۰٪ حاوی خرفه دارا می‌باشد و کیک حاوی ۱۰ و ۱۵٪ خرفه کمترین امتیاز را کسب کردند. امتیاز حاصل از ارزیابی خلل و فرج کیک فرموله شده با ۱۵٪ پودر خرفه بالاتر از دیگر نمونه‌ها بود هر چند از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود نداشت.

۵- سپاسگزاری

بدین وسیله مراتب قدردانی را از کلیه مسئولین دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی دامغان که کمال همکاری را در هنگام انجام آزمایشات داشتند اعلام می‌دارد.

۶- منابع

- [1] Azar, M. and Ezatzadeh, Z. 1997. Final report of Iran food and nutrition safety design: planning and performance pattern studies (food processing industry) special foods section.
- [2] Hernandez. E. M, 2013, Enrichment of baked goods with omega-3 fatty acids, USA.
- [3]. Atchison, J. E.; 1989 c, Bagasse, In Pulp and Paper Manufacture Volume 3 – Secondary.
- [4] Mohanarangan. A. B, 2012, Extractin of omega-3 fatty acids from Atlantic Herring (*Clupea harengus*), Dalhousie university.
- [5] Alavitalab, H. Arjomand, M. Matabi, A and pourgholam, R. 2010. Concentration and purification of Omega-3 Fatty acids with urea complex. Iranian Scientific Fisheries Journal. 4th year, No 2.
- [6] Miladi Gorgi, H. Vafayi, A. Taherian, A and Vaezi, T. 2009. Effect of the aqueous extract of purslane seed on morphine withdrawal in mice. Medicinal Plant Journal.
- [7] Liu, L., Howe, P., Zhou, Y., Xu, Z., Hocart, C. & Zhang, R. (2000). Fatty acids and B-carotene in Australian purslane varieties. J. of chromatography A, 893, 207 – 213.
- [8] Award.J, Dawkins.NL, Shikany.J and Pace.RD,2009,Boost for purslane.FPD-Health and Wellness.pp 58-60.
- [9] Naghavi.S, Jafarzadeh Moghadam.M, Peighamardoust.SH,Olad Ghaffari. A, Azadmard Dmirchi. S,2011, Fortification of wheat flour with purslane seed powder: Studying flour characteristics and dough rheological properties,Journal of food industry, N33.
- [10] Fathnezhad Kazemi.R, Peighamardoust. S. H, Azadmard-Damirchi.S & Fallah.E, 2012, Investigation of mold spoilage in breads enriched with purslane and flaxseed powders, Processed & keeping foodstuff electronic magazine, N.3.

پودر خرفه کمترین و کیک شاهد بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد ($p < 0/05$). امتیاز پایین طعم و مزه کیک فرموله شده نشأت گرفته از طعم خرفه است که به خوبی قابل استشمام بود.

کیفیت کلی نمونه‌ها نشان داد که کیک فرموله شده با پودر دانه خرفه تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد داشته و در بین آن‌ها کیک تیمار شده با ۱۵٪ از مقبولیت بیشتری برخوردار می‌باشد (جدول ۸).

در واقع کیک حاوی ۱۵٪ خرفه به لحاظ رنگ تحتانی، رنگ فوقانی، رنگ مغزی، خلل و فرج، عطر و طعم از کیفیت مطلوب‌تری برخوردار بود، ولی کیک شاهد و ۲۰٪ خرفه از نظر بافت کیفیت مطلوبی نسبت به سایر نمونه‌ها برای مصرف‌کنندگان داشتند.

با توجه به پذیرش کلی آن می‌توان به این نتیجه رسید که با اضافه نمودن پودر دانه خرفه تا مقدار ۱۵٪ در فرمولاسیون کیک منجر به افزایش مقبولیت می‌گردد ولی با افزایش بیشتر از مقبولیت آن کاسته می‌شود. بطور کلی در ارزیابی حسی نمونه کیک حاوی ۱۵٪ پودر دانه خرفه بالاترین امتیاز و کیک شاهد کمترین امتیاز را در بین تیمارها کسب نمود.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق، تأثیر افزودن پودر دانه خرفه به فرمولاسیون کیک با درصدهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ مورد مطالعه و از لحاظ ترکیبات اسیدچرب و ارزیابی حسی با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. به طور کلی با افزایش پودر دانه خرفه کیفیت و مقدار اسیدهای چرب به خصوص اسیدهای چرب ضروری از جمله لینولنیک اسید از ۰/۲٪ در کیک شاهد تا ۱/۳۶۳٪ در کیک ۲۰٪ حاوی خرفه افزایش یافت (حدود ۷ برابر). نتایج حاصل از ارزیابی حسی توسط داوران نیز به گونه‌ای بود که کیک حاوی ۱۵٪ پودر دانه خرفه از مقبولیت بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود بنابراین بعنوان بهترین تیمار معرفی می‌گردد.

- [18] Metcalf.L.C,Shmitz,A.A and Pelka.J.R, 1996, Rapid preparation of methyl ester from lipid for gas chromatography analysis. *Anal.Chem*,38:514-515.
- [19] Goulas, A. E., and Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream(*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Journal of Food Chemistry*. 100: 287–296.
- [20] Asadi, H. Hasandokht, M and Dashti, F. 2010. A comparison on Fatty acids compound, Oxalic Acid and Minerals in Iranian Purslane with foreign purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 3, 3: 49-54.
- [21] Zarenezhad. F, Peyghambardoost. H, Damirchi. S, 2014, Effect of adding row and fixed heat sprout wheat on quality properties of cake, *Journal of researches of food science & industry of Iran*, Page 241-248.
- [11] Bennion, A.B., and Bamford, B.S.T. 1997. *The technology of cake making*, Chapman and hall. London.
- [12] AACC International approved method 44-01.01, Calculation of percent moisture.
- [13] AACC International approved method 08-01.01, Total ash basic method.
- [14].ISIRI No 37. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Biscuit, Specifications and test methods, sixth revision.
- [15] ISIRI 9639-1. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 1: Determination of wet gluten by manual method. First edition.
- [16] ISIRI No 103. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Wheat flour, Specifications and test methods, Fifth revision.
- [17] ISIRI No 3961. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Agricultural food products-determination of crude fiber content general method, First edition.

Enrichment of cake with *Portulaca oleracea* L. seed powder and its effect on Omega-3 amount and sensory properties of final product

Hesami, M. ¹, Bolandi, M. ^{2*}

1. M.Sc food science and technology, College of agriculture, Islamic azad university, Science and research branch of Damghan.
2. Assistant professor, Department of food science and technology, College of agriculture, Islamic azad university of Damghan

(Received: 2015/08/19 Accepted: 2016/02/03)

Food enrichment is performed to prevent and treat nutrients deficiency in the whole society or certain groups of the population. LNA, an omega-3 fatty acid, is an essential fatty acid because it cannot be synthesized by humans but has to be ingested. Purslane has been described as a "power food" because of its high nutritive and antioxidants properties. In this study the effect of adding purslane (*Portulaca oleracea* L.) seeds powder with 0 (control), 10, 15 and 20 percentage concentration to cake formulation were investigated and their fatty acid profile and Sensory properties were compared. In conclusion, with adding purslane seeds powder, the quality and quantity of fatty acids, particularly Linoleic acid and Linolenic acid were improved. The cake containing 15% purslane seeds powder had better quality in the sensory properties such as bottom surface color, upper surface color, internal color, pores and flavor in comparison to other groups and it was selected as best sample.

Key Words: essential fatty acids, food enrichment, purslane, cake, Linolenic acid

*Corresponding Author E-Mail Address: mbolandi@yahoo.co.in