

# ارزیابی تاثیر فرمولاسیون‌های ترکیبی از آنتی اکسیدان‌های طبیعی، ستیزی و اسید سیتریک در پایداری روغن کره

امیر حسین الهامی راد<sup>۱</sup>، الهه کوشکی<sup>۲\*</sup>، محمدحسین حداد خداپرست<sup>۳</sup>، موسی الرضا هوشمند دلیر<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

<sup>۲</sup> دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

<sup>۳</sup> استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۴</sup> مربی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۱۴

## چکیده

روغن کره سنتی به دلیل آلودگی‌های آنزیمی و فلزی وعدم استفاده از فرایند تصفیه در حین تولید و هم‌چنین پائین بودن میزان آلفا توکوفرول و آنتی اکسیدان‌های طبیعی مستعد اکسیداسیون بوده، پایداری کمی دارد. به همین دلیل، برای افزایش ماندگاری آن، استفاده از آنتی اکسیدان‌ها و ترکیبات پایدار کننده ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق، ابتدا تاثیر غلظت‌های مختلفی از آنتی اکسیدان‌های اسیدگالیک، کوئرستین، BHT و اسیدسیتریک (به عنوان سینرژیست)، در سه سطح ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۱۵ درصد جهت پایداری روغن کره، مورد بررسی قرار گرفت و طول دوره‌ی القاء به روش رنسیمت در دماهای ۱۲۰ و ۱۵۰ °C تعیین گردید. براساس نتایج حاصل، بهترین آنتی اکسیدان‌ها انتخاب و پس از تلقیح روغن، مدت زمان ماندگاری نمونه‌ها در دمای یخچال (۴±۱ °C) و دمای محیط (۲۴±۱ °C) به مدت دو ماه توسط آزمون‌های رنسیمت، اندیس پراکسیدواندیس اسیدی ارزیابی گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که در دمای ۱۲۰ °C، استفاده از اسید گالیک در غلظت ۰/۰۵ درصد با اسیدسیتریک در تمامی غلظت‌های مورد بررسی (۰/۲ و ۰/۱۵ و ۰/۱ درصد) دارای اثر سینرژیستی قابل توجهی بود. اما در غلظت‌های بالاتر و نیز در دمای ۱۵۰ °C اثر آنتاگونیستی مشاهده گردید. ترکیب اسیدگالیک و کوئرستین نیز دارای اثرات آنتاگونیستی بود. در میان فرمولاسیون‌های مختلف آنتی اکسیدانی مورد بررسی در طی دوره‌ی نگه‌داری، تیمارهای ترکیبی اسیدگالیک با اسید سیتریک اثر پایدارکنندگی مطلوب‌تری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، اسیدگالیک، اسیدسیتریک، روغن کره، کوئرستین.

## ۱- مقدمه

تامین نیازهای غذایی و نگهداری غذا از مدت‌ها قبل، مورد توجه بشر بوده است. غذا پس از تولید باید به طریق مناسب نگهداری شود در غیر این صورت دچار فساد و ضایعات خواهد شد. یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی استفاده از افزودنی‌های غذایی می‌باشد. امروزه کم‌تر ماده غذایی یافت می‌شود که به نحوی با مواد افزودنی در ارتباط نباشد (۱۴ و ۱۸).

در کشور ما، اغلب کره مصرفی به صورت وارداتی بوده، عمدتاً به شکل اولیه بسته‌بندی شده و برای صبحانه، تولید کیک، شیرینی و معطر نمودن غذا مصرف می‌گردد. به طور کلی، چربی شیر کاربرد محدودی در صنایع مختلف غذایی دارد که از جمله دلایل آن قیمت بالای کره در مقایسه با چربی‌های نباتی هیدروژنه می‌باشد (۷).

در مورد تاثیر مصرف این نوع روغن بر سلامتی افراد و به خصوص بر ترکیب لیپیدهای خون و متعاقباً بر قدرت یادگیری و حافظه مطالعه زیادی شده و خصوصیات مفید آن تایید گردیده است (۱۲). اسیدهای چرب اشباع به استثنای اسید استاریک (18C:0) باعث افزایش سطح کلسترول سرم می‌گردند (۱۰). با وجود بالا بودن میزان اسیدهای چرب اشباع و کلسترول در روغن کره، برخی مقالات به اثرات مفید مصرف روغن حیوانی در کاهش کلسترول LDL و افزایش HDL تاکید دارند (۴). روغن کره منبع خوبی از اسید اولئیک است که می‌تواند کلسترول LDL را از اکسید شدن محافظت کرده و از شروع آترواسکلروز جلوگیری نماید (۱۶ و ۱۷).

علی‌رغم این که روغن کره دارای اسیدهای چرب اشباع نسبتاً بالایی بوده و حدوداً ۵۹٪ از کل اسیدهای چرب موجود در آن را اسیدهای چرب اشباع تشکیل می‌دهند اما به دلیل آلودگی‌هایی از قبیل یون‌های فلزی و آنزیمی، عدم فرایند تصفیه و کمبود توکوفرول و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، نسبت به چربی‌های گیاهی سریع‌تر اکسید می‌شود. به همین دلیل، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها و سینرژیست‌ها جهت افزایش پایداری اکسیداتیو و مقاومت حرارتی آن الزامی است (۵).

وانگ و همکاران (۲۰۰۳) فعالیت آنتی‌اکسیدانی، قدرت احیاکنندگی، محتوای سولفیدریل و قابلیت چلات‌کنندگی کره‌ی جامد شیر را مورد مطالعه قرار دادند. این آزمایش‌ها به وسیله‌ی نشان دادن سازگاری کره‌ی جامد شیر در از بین بردن و

مهارسازی رادیکال‌های هیدروکسیل و پراکسید در محیط آزمایشگاهی دنبال شد. نسبت قدرت احیاکنندگی کره جامد شیر به L - آسکوربیک اسید، سنجیده شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات کره‌ی جامد شیر نشان داد که این ترکیب می‌تواند به عنوان افزودنی برای پایداری غذاها جهت جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها اضافه شود (۲۲).

طاه‌ا<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۰) اثرات آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های زیره‌ی سبز و آویشن را در کره گزارش کردند. اسانس‌های مذکور، علاوه بر کاهش اکسیداسیون، فرایند لیپولیز را نیز کنترل نموده، در مجموع، نتایج بهتری در مقایسه با BHT نشان دادند (۲۱). تحقیقات فرانکل و همکاران در سال ۱۹۹۴ نشان داد که مخلوط آلفا توکوفرول و آسکوربیک اسید در پایداری اکسیداتیو روغن‌ها موثر است (۵). احمدی و زندی (۱۳۷۳) در مطالعه‌ی ای بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۸ گونه گیاه نعناع متوجه شدند که اثرات سینرژستی عصاره‌ها با اسید سیتریک و آلفا توکوفرول نتایج مطلوبی نشان نداد (۴).

آئویاما و همکارانش در سال ۱۹۸۶ به بررسی تاثیر آنتی‌اکسیدان‌ها و تقابل سینرژستی آن‌ها در مارگارین پرداختند. پایداری فاز روغنی مارگارین در برابر اکسیداسیون براساس تغییرات در عدد پراکسید و محتوای ویتامین آ و بتا کاروتن در طول دوره‌ی نگهداری در ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج حاصل، ایزو پروپیل سیترات تاثیر کمی روی بازداري اکسیداسیون و فساد اکسیداتیو مارگارین داشت، اما سایر آنتی‌اکسیدان‌ها دارای فعالیت بیش‌تری بودند. بدین ترتیب که TBHQ و پروپیل گالات قوی‌تر از BHT بوده و هر سه دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری نسبت به توکوفرول بودند (۱۰).

جاسویر و همکاران (۲۰۰۰) اثرات سینرژستی عصاره‌های اکلیل کوهی، مریم گلی و اسید سیتریک را در جهت حفظ اسیدهای چرب ضروری در روغن پالم، ضمن حرارت‌های بالای سرخ کردن مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به دست آمده، نشان داد ترکیب ۰/۷۵ درصد عصاره‌ی اولئورزین اکلیل کوهی و ۰/۶۶ درصد عصاره‌ی مریم گلی و ۰/۳۷ درصد اسید سیتریک

ترکیبی بر پایداری روغن حیوانی در طی دوره‌ی نگهداری، غلظت‌های ترکیبی از آنتی‌اکسیدان‌های انتخابی به روغن اضافه شده و نمونه‌های حاصل در دو دمای محیط (۲۴±۱) درجه‌ی سانتی‌گراد و یخچال (۴±۱) درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت دو ماه نگهداری گردیدند. فاکتورهای مورد بررسی، عبارت بودند از: اندیس اسیدی، اندیس پراکسید و طول دوره‌ی القاء که در فاصله‌ی زمانی هر دو هفته یکبار که با سه تکرار اندازه‌گیری شدند.

در مرحله‌ی چهارم، تاثیر نگهداری در دمای ۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت چهار روز بر نمونه‌های روغن پایدار شده با غلظت‌های ترکیبی از آنتی‌اکسیدان‌های انتخابی (بر اساس مراحل قبلی) به روش آون گذاری، مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد آزمایش عبارت بودند از: اندیس اسیدی، اندیس پراکسید و شاخص رنگ که در فواصل زمانی ۲۴ ساعت یکبار و در ۳ تکرار مورد آزمون قرار گرفتند.

## ۲-۱- اندازه‌گیری زمان پایداری روغن

این آزمایش، طبق استاندارد AOCS، شماره‌ی ۵۷-۱۲ cd و روش استاندارد ایران، شماره‌ی ۳۷۳۴ در دو دمای ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد انجام گردید (۱). جهت محاسبه‌ی درصد سینرژیزم از رابطه‌ی زیر استفاده شد (۱۳ و ۲۰):

$$S = IP_{1,2} - (IP_1 + IP_2) > 0$$

$$\% \text{ synergism} = \frac{IP_{1,2} - (IP_1 + IP_2)}{IP_1 + IP_2} \times 100$$

که در آن :

$IP_{12}$  = زمان القای ترکیب دو نمونه

$IP_1$  = زمان القای نمونه‌ی آنتی‌اکسیدان

$IP_2$  = زمان القای سینرژیزم

## ۲-۲- آزمون اندیس پراکسید

اندیس پراکسید بر اساس روش AOCS، شماره‌ی ۹۰-۸ cd b اندازه‌گیری گردید (۲).

## ۲-۳- آزمون اندیس اسیدی

درصد اسید چرب آزاد بر پایه‌ی روش AOCS، شماره‌ی ۴۰-۵۰ Ca از طریق تیتراسیون نمونه با سود ۰/۱ نرمال در مجاورت معرف فنل فتالین تعیین گردید و بر حسب اسید اولئیک گزارش شد (۳).

بهترین تاثیر را در نگهداری اسیدهای چرب ضروری (۲: ۱۸C) داشته است (۱۹).

لوگاسی و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقات آزمایشگاهی بر روی خصوصیات آنتی‌اکسیدانی چند فلاونوئید آگلیکونی شامل کوئرستین، کامپفرول، میریستین و ... نشان دادند که قدرت آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدها به ساختمان شیمیایی آنها بستگی دارد (۱۸).

هدف از این پژوهش ارزیابی تاثیر غلظت‌های مختلفی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و اسید سیتریک در پایداری حرارتی روغن کره و افزایش زمان ماندگاری آن در طول دوره‌ی نگهداری می‌باشد. به نظر می‌رسد با توجه به نوع کاربرد کره و روغن آن که بیش‌تر به عنوان بخشی از فرمولاسیون‌های غذایی جهت ایجاد طعم مناسب کاربرد دارند، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بتوانند پایداری حرارتی و اکسیداتیو مناسبی را ایجاد نمایند.

## ۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌های کره محلی از روستای بروغن سبزوار به صورت تازه و بدون هیچ‌گونه نگه‌دارنده تهیه گردید. سپس روغن آن به روش سنتی از طریق حذف رطوبت توسط حرارت، گرفته شده و پس از صاف کردن، در دمای ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

در مرحله‌ی اول آزمون به منظور بررسی اثر آنتی‌اکسیدان‌های مختلف بر پایداری حرارتی روغن حیوانی، از سه نوع آنتی‌اکسیدان (اسیدگالیک، کوئرستین و BHT) و اسیدسیتریک به عنوان سینرژیزم و ۳ غلظت (۰/۰۵ و ۰/۱۰ و ۰/۱۵ درصد) (w/w) در دو سطح دمایی (۱۲۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد) استفاده شد. فاکتور مورد بررسی، عبارت بود از طول دوره‌ی القاء در دو دمای ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد.

در مرحله‌ی دوم آزمون، بر اساس نتایج حاصل از آزمون مرحله‌ی اول، قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها انتخاب و جهت ارزیابی تاثیر سینرژیزم آنها غلظت‌های ترکیبی متفاوتی تهیه گردید. سپس تاثیر غلظت‌های ترکیبی آنتی‌اکسیدان‌ها بر پایداری حرارتی روغن حیوانی در دمای ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به روش رنسیمت، مورد ارزیابی قرار گرفت.

در مرحله‌ی سوم آزمون، بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌های مرحله‌ی اول و دوم و به منظور بررسی اثرات آنتی‌اکسیدان‌های

۲-۴- تعیین رنگ

رنگ روغن با روش اسپکتروفتومتری طبق روش استاندارد ایران، شماره ۴۹۳ اندازه گیری شد (۳).

۲-۵- آزمون آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در هر آزمایش انجام و مقایسه‌ی میانگین از طریق آزمون دانکن در سطح ۰.۰۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۳ رسم گردیدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی اثر آنتی اکسیدان‌های مختلف بر پایداری حرارتی روغن حیوانی

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در میان آنتی اکسیدان‌های مورد بررسی اسیدگالیک با طول دوره‌ی القای ۶۴/۸۵ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان القای ۵/۷۶ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بیش‌ترین فعالیت پایدار کنندگی را به خود اختصاص داد.

جدول ۱- طول دوره‌ی القاء غلظت‌های مختلف آنتی اکسیدان‌ها در روغن کره در دماهای ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

نوع آنتی اکسیدان یا سینرژست	غلظت (%)	زمان القا (ساعت) در ۱۲۰ °C*	زمان القاء (ساعت) در ۱۵۰ °C*
اسید گالیک	۰/۰۵	۲/۴۱m	۱/۷۲c
	۰/۱۰	۴۹/۲۵b	۴/۵۸b
	۰/۱۵	۶۴/۸۵a	۵/۷۶a
	۰/۲	-	-
کوئرستین	۰/۰۵	-	۱/۰۰g
	۰/۱۰	۱۵/۴۴e	۱/۱f
	۰/۱۵	۲۱/۲۸d	۱/۵۸d
	۰/۲	۴۶/۲۵c	-
BHT	۰/۰۵	-	-
	۰/۱۰	۵/۴۸j	-
	۰/۱۵	۵/۸۵h	-
	۰/۲	۶/۲۲g	-
اسیدسیتریک	۰/۰۵	۲/۲۳n	۱/۲۳e
	۰/۱۰	۳/۴۷i	۱/۲۸c
	۰/۱۵	۵/۲۳k	۱/۲۶d
	۰/۲	۷/۹۷f	-

\*حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

۳-۲ ارزیابی تیمارهای ترکیبی آنتی‌اکسیدان‌ها بر پایداری حرارتی روغن حیوانی

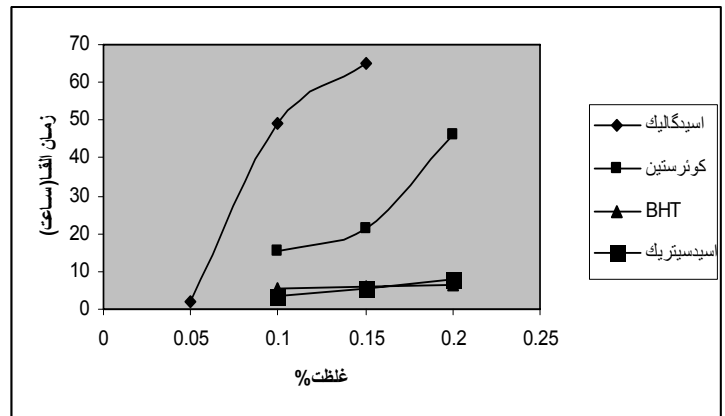
باتوجه به نتایج حاصل از مرحله‌ی قبلی، اسیدگالیک به عنوان قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان انتخاب و فرمول‌های ترکیبی متفاوتی از آن جهت پایدار کردن روغن کره استفاده گردید. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد استفاده از اسید گالیک در غلظت ۰/۰۵ درصد با اسید سیتریک در تمامی غلظت‌های مورد بررسی (۰/۲ و ۰/۱۵ و ۰/۱ درصد) دارای اثر سینرژیستی قابل توجهی می‌باشد. به طوری که طول دوره‌ی القاء در غلظت ۰/۰۵ درصد اسیدگالیک از ۲/۴۱ ساعت به ۵/۱۹ ساعت در حضور ۰/۱ درصد اسید سیتریک افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، طول دوره‌ی القاء در حضور ۰/۱۵ درصد اسید سیتریک (و ۰/۰۵ درصد اسید گالیک)، ۵/۸۰ ساعت و در حضور ۰/۲ درصد اسید سیتریک (و ۰/۰۵ درصد اسیدگالیک) ۱۳/۲۱ ساعت تعیین گردید. بر این اساس، میزان سینرژیسیم به دست آمده در غلظت‌های متفاوت اسید سیتریک به ترتیب (۱۱/۴۳۷ و ۲۰/۹۴ و ۳۳/۴۳) محاسبه گردید.

جدول ۲ - طول دوره‌ی القاء روغن پایدارشده توسط آنتی‌اکسیدان‌های ترکیبی در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

زمان القاء (ساعت)*	اسیدسیتریک %	اسیدگالیک %
۱۳/۲۱i	۰/۲	۰/۰۵
۲۴/۵۵f	۰/۲	۰/۱
۵۷/۴۱a	۰/۲	۰/۱۵
۵/۸۰k	۰/۱۵	۰/۰۵
۲۳/۹۵g	۰/۱۵	۰/۱
۳۷/۱۰d	۰/۱۵	۰/۱۵
۵/۱۹m	۰/۱	۰/۰۵
۱۴/۱۳h	۰/۱	۰/۱
۳۲/۲۳e	۰/۱	۰/۱۵
۲/۴۱o	۰	۰/۰۵
۴۹/۲۵c	۰	۰/۱
۶۴/۸۵b	۰	۰/۱۵
۳/۴۷n	۰/۱	۰
۵/۲۳l	۰/۱۵	۰
۷/۹۷j	۰/۲	۰

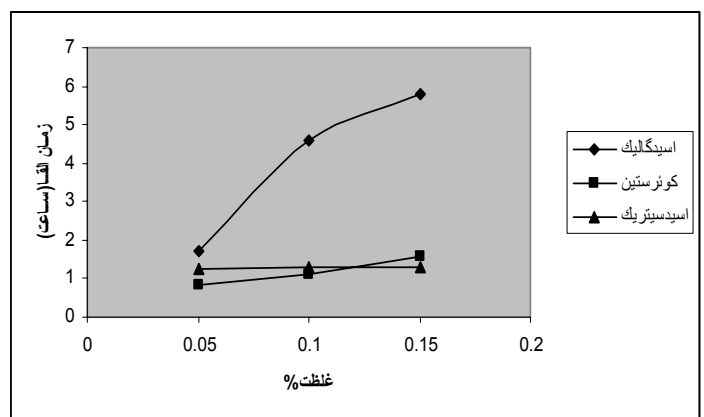
\*حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

در بررسی آماری نیز تفاوت بین تیمارها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت در دامنه‌ی ۰/۱ تا ۰/۲ درصد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسید گالیک و کوئرستین به طور قابل توجهی افزایش یافته است در حالی که در مورد سایر نمونه‌ها تغییر قابل توجهی مشاهده نمی‌شود.



شکل ۱- تاثیر غلظت بر طول دوره‌ی القاء آنتی‌اکسیدان‌های مختلف در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد.

بررسی آماری نتایج حاصل از تاثیر غلظت بر طول دوره‌ی القاء در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، نشان داد که کلیه تیمارها در سطح ۰/۰۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت اسیدگالیک از ۰/۰۵ درصد به ۰/۱۵ درصد مقاومت حرارتی روغن یا طول دوره‌ی القاء به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد ولی در مورد اسید سیتریک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده که احتمالاً به دلیل تخریب اسید سیتریک در دمای بالا می‌باشد (۱۶).



شکل ۲- تاثیر غلظت بر طول دوره‌ی القاء آنتی‌اکسیدان‌های مختلف در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

SHm = روغن کره فاقد آنتی اکسیدان در دمای محیط (شاهد)  
 SHr = روغن کره فاقد آنتی اکسیدان در دمای یخچال (شاهد)  
 Gm = اسیدگالیک ۰/۱۵ درصد در دمای محیط  
 Gr = اسیدگالیک ۰/۱۵ درصد در دمای یخچال  
 Qm = کوئرستین ۰/۱۵ درصد در دمای محیط  
 Qr = کوئرستین ۰/۱۵ درصد در دمای یخچال  
 T(G+C)m = ترکیب ۰/۱۵ درصد اسیدگالیک با ۰/۰۵ درصد اسیدسیتریک در دمای محیط  
 T(G+C)r = ترکیب ۰/۱۵ درصد اسیدگالیک با ۰/۰۵ درصد اسیدسیتریک در دمای یخچال

جدول ۳- طول دوره‌ی القاء روغن پایدار شده توسط آنتی

اکسیدان‌های ترکیبی اسید گالیک و اسیدسیتریک در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

زمان القاء (ساعت)*	اسیدسیتریک %	اسید گالیک %
۱/۶۶i	۰/۰۵	۰/۰۵
۲/۴۶e	۰/۰۵	۰/۱
۲/۱۶f	۰/۰۵	۰/۱۵
۱/۲۵n	۰/۱۰	۰/۰۵
۲/۸۸c	۰/۱۰	۰/۱
۱/۸۷g	۰/۱۰	۰/۱۵
۱/۴۱k	۰/۱۵	۰/۰۵
۱/۴۶j	۰/۱۵	۰/۱
۲/۶۳d	۰/۱۵	۰/۱۵
۱/۷۲h	۰	۰/۰۵
۴/۵۸b	۰	۰/۱
۵/۷۶a	۰	۰/۱۵
۱/۲۳o	۰/۰۵	۰
۱/۲۸l	۰/۱	۰
۱/۲۶m	۰/۱۵	۰

\*حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند.

در غلظت‌های بالاتر اسید گالیک، نه تنها هیچ گونه اثر سینرژیستی با اسیدسیتریک مشاهده نمی‌شود بلکه طول دوره‌ی القاء در نمونه‌های ترکیبی نسبت به نمونه‌هایی که فقط حاوی اسیدگالیک هستند، در غلظت‌های مشابه کاهش یافته و اثر آنتاگونیستی نشان می‌دهد.

در تمامی غلظت‌های مورد بررسی، ترکیب اسیدگالیک با اسید سیتریک در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در مقایسه با نمونه‌هایی که فقط حاوی اسید گالیک بوده‌اند موجب کاهش طول دوره‌ی القاء شده است. این مساله، نشان می‌دهد که ترکیب اسیدگالیک با اسید سیتریک در دمای بالا نه تنها فاقد اثر سینرژیستی است بلکه فعالیت آنتاگونیستی شدید نشان می‌دهد. همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بالاترین طول دوره‌ی القاء (۵/۷۶ ساعت) در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به نمونه‌ی حاوی ۰/۱۵ درصد اسیدگالیک و کم‌ترین مقدار مربوط به نمونه‌ی ترکیبی حاوی ۰/۱۵ درصد اسیدگالیک و ۰/۱ درصد اسیدسیتریک می‌باشد (۱/۲۵ ساعت).

با توجه به این که در آزمون‌های مرحله‌ی اول، کوئرستین پس از اسیدگالیک تاثیر بیش‌تری بر پایداری حرارتی روغن کره نشان داد، فرمول‌های ترکیبی از این دو آنتی اکسیدان به شرح جدول ۴ در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، مورد بررسی قرار گرفت. به طور مشابه، یک اثر آنتاگونیستی قابل توجه نیز در مورد کوئرستین و اسید گالیک مشاهده گردید (جدول ۴) به طوری که استفاده از غلظت‌های ترکیبی در دمای ۱۵۰ °C موجب کاهش قابل توجه طول دوره‌ی القاء شد در این میان بالاترین زمان القاء مربوط به غلظت ۰/۱۵ درصد اسیدگالیک (۵/۷۶ ساعت) و کم‌ترین زمان مربوط به نمونه ترکیبی حاوی ۰/۰۵ درصد اسیدگالیک و ۰/۰۵ درصد کوئرستین بود (۰/۹۸ ساعت).

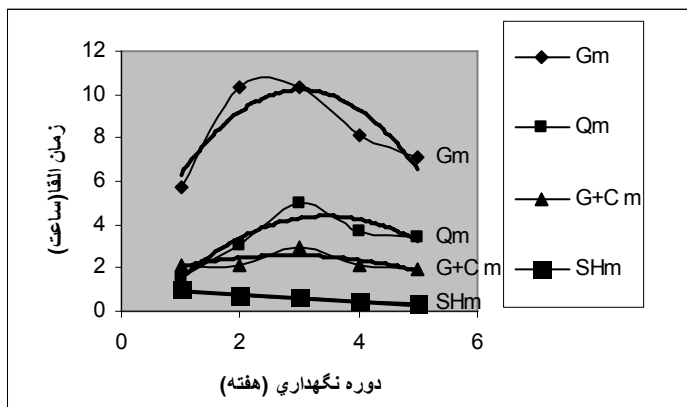
۳-۳- ارزیابی پایداری روغن حیوانی در طی دوره‌ی

نگهداری

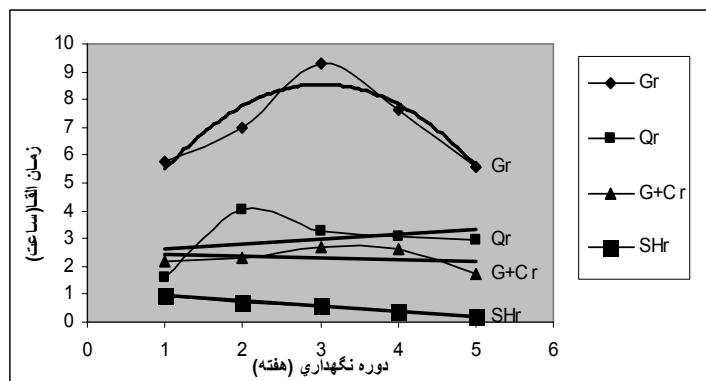
جهت ارزیابی پایداری اکسیداتیو روغن کره در طی دوره‌ی نگهداری، فرمول‌های مختلفی از آنتی اکسیدان‌های مورد بررسی تهیه شده و در شرایط یخچال و محیط مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارهای مورد استفاده جهت ارزیابی پایداری روغن کره در طی دوره‌ی نگهداری عبارت بودند از:

در افزایش مقاومت روغن دارد در حالی که دمای نگهداری نقش کم‌تری ایفا کرده است.

در تمام نمونه‌ها، تیمارهای نگهداری شده در دمای محیط مقاومت بیش‌تری نسبت به تیمارهای نگهداری شده در دمای یخچال داشتند که احتمالاً به دلیل کاهش حلالیت آنتی‌اکسیدان‌ها در سرما می‌باشد.



شکل ۳- تاثیر طول دوره‌ی نگهداری بر مقاومت روغن در دمای محیط



شکل ۴- تاثیر طول دوره‌ی نگهداری بر مقاومت روغن در دمای یخچال

جدول ۴ - طول دوره‌ی القاء روغن پایدار شده توسط آنتی‌اکسیدان‌های ترکیبی اسید گالیک و کوئرستین در دمای ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

اسید گالیک %	کوئرستین %	زمان القا (ساعت)*
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹۸l
۰/۱	۰/۰۵	۱/۰۱k
۰/۱۵	۰/۰۵	۱/۵۹g
۰/۰۵	۰/۱۰	۱/۰۰k
۰/۱	۰/۱۰	۱/۲۶i
۰/۱۵	۰/۱۰	۱/۶۴f
۰/۰۵	۰/۱۵	۱/۰۶k
۰/۱	۰/۱۵	۱/۸۰d
۰/۱۵	۰/۱۵	۲/۹۸c
۰/۰۵	۰	۱/۷۲e
۰/۱	۰	۴/۵۸b
۰/۱۵	۰	۵/۷۶a
۰/۱۵	۰/۰۵	۱/۰۰l
۰/۱۵	۰/۱	۱/۱۰j
۰/۱۵	۰/۱۵	۱/۵۸h

\*حروف مشابه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند

### ۳-۳-۱- ارزیابی تغییرات طول دوره‌ی القاء

بررسی نمودار تغییرات زمان القا در طی دوره‌ی نگهداری به مدت دو ماه، نشان داد که با افزودن آنتی‌اکسیدان‌های مختلف، طول دوره‌ی القاء به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ( $P \leq 0.01$ ). بیش‌ترین تاثیر مربوط به غلظت ۰/۱۵ درصد اسید گالیک و کم‌ترین اثر مربوط به ترکیب اسید سیتریک با اسید گالیک می‌باشد که البته نسبت به شاهد در سطح بالاتری قرار دارد. میانگین داده‌های زمان القاء طی هفته‌های مختلف با هم تفاوت داشته و گذشت زمان، اثر معنی‌داری بر طول دوره‌ی القاء دارد ( $P < 0.01$ ). همان‌طور که در شکل ۳ و شکل ۴ مشاهده می‌شود مقاومت حرارتی روغن در تمامی تیمارهای آنتی‌اکسیدانی ابتدا افزایش یافته و پس از هفته چهارم، کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد ( $P < 0.01$ ). بر اساس نتایج به دست آمده، چنین استنباط می‌شود که نوع آنتی‌اکسیدان، نقش مهمی

جدول ۵- تاثیر طول دوره‌ی نگهداری بر اندیس اسیدی در دمای محیط و یخچال

R <sup>2</sup>	معادله رگرسیون	هفته هشتم	هفته ششم	هفته چهارم	هفته دوم	هفته صفر	تیمار آنتی اکسیدانی
۰/۸۹۹۹	y=135x+0.041	۰/۶۷ab	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۳۳	۰/۱۱	Gr
۰/۸۷۳	Y=0.124x+0.072	۰/۶۷ba	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۱۱	Qr
۰/۹۷۴۷	Y=0.115x+0.077	۰/۶۲cb	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۱۶	G+Cr
۰/۸۹۱۱	Y=0.073x+0.101	۰/۵۰d	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۱۶	SHr
۰/۹۳۰۳	Y=0.147x+0.017	۰/۷۳a	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۳۳	۰/۱۱	Gm
۰/۸۲۳۷	Y=0.124x+0.096	۰/۶۷ba	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۱۱	Qm
۰/۷۹۷۲	Y=0.104x+0.156	۰/۶۲a	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۱۶	G+Cm
۰/۸۰۹۵	Y=0.0437x+0.228	۰/۶۷c	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۶	SHm

\*حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۶- تغییرات اندیس اسیدی در طی دوره‌ی گرمخانه گذاری در دمای ۶۵ درجه‌ی سانتی گراد

R <sup>2</sup>	معادله ی رگرسیون	روزچهارم	روزسوم	روزدوم	روزاول	تیمار آنتی اکسیدانی
-	Y=2e-16x+0.6201	a۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	Gm
۰/۶	Y=0.018x+0.5601	a۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۵۶	Qm
۰/۸۹۷۳	Y=0.039x+0.05051	a۰/۶۷	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۶	G+Cm
۰/۹۷۹۷	Y=0.051x+0.4551	a۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۰	SHm

\*حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۷- تغییرات شاخص رنگ روغن در طول دوره ی گرمخانه گذاری در دمای ۶۵ درجه ی سانتی گراد

R <sup>2</sup>	معادله ی رگرسیون	روزچهارم	روزسوم	روزدوم	روزاول	تیمار آنتی اکسیدانی
۰/۹۵۴۲	Y=0.025x+0.585	c۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۶۱	Gm
۰/۸۴۶۷	Y=0.031x+0.775	b۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۸۱	Qm
۰/۸۲۸۶	Y=0.029x+0.56	c۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۶۴	۰/۵۸	G+Cm
۰/۸۹۷۳	Y=0.128x+1.155	a۰/۶۳	۰/۷۵	۰/۹۸	۰/۹۸	SHm

\*حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند.



### ۳-۳-۲- اندیس اسیدی

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود اندیس اسیدی در طی دوره‌ی نگهداری به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است. بنابراین، مشخص می‌شود که افزودن آنتی‌اکسیدان، تاثیر بازدارنده بر تغییر اندیس اسیدی نداشته است. افزایش اندیس اسیدی در دمای محیط بیش‌تر از دمای یخچال بود. علاوه بر این، در دمای محیط بیش‌ترین افزایش اندیس اسیدی مربوط به تیمار اسید گالیک و کم‌ترین افزایش مربوط به ترکیب اسید سیتریک و اسید گالیک مشاهده گردید. اختلاف بین کلیه‌ی تیمارها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵).

### ۳-۳-۳- اندیس پراکسید

ارزیابی تغییرات اندیس پراکسید در طی دوره‌ی نگهداری، نشان دهنده‌ی عدم وجود تفاوت بین نمونه‌های شاهد و تیمارهای آنتی‌اکسیدانی در دو دمای محیط و یخچال بود به طوری که در تمام موارد اندیس پراکسید صفر تعیین گردید.

### ۳-۴- ارزیابی تغییرات کیفی روغن پایدار شده به روش آون گذاری

#### ۳-۴-۱- تغییرات اندیس اسیدی

بررسی تغییرات اندیس اسیدی در طی دوره‌ی آون‌گذاری نشان دهنده‌ی عدم تغییرات معنی‌دار بین تیمارهای مورد آزمون می‌باشد ( $P > 0.05$ ). در هر صورت، بررسی رگرسیون خطی تغییرات اندیس اسیدی در طی دوره‌ی آون‌گذاری نشان می‌دهد که سرعت افزایش اندیس اسیدی در نمونه‌ی شاهد نسبت به سایر نمونه‌ها بیش‌تر بوده است (جدول ۶).

#### ۳-۴-۲- تغییرات اندیس پراکسید

ارزیابی تغییرات اندیس پراکسید در طی چهار روز آون‌گذاری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد نشان دهنده عدم وجود تفاوت بین نمونه شاهد و تیمارهای آنتی‌اکسیدانی بود به طوری که در تمام موارد اندیس پراکسید نمونه‌ها صفر تعیین گردید.

### ۳-۳-۳- تغییرات شاخص رنگ

بررسی آماری نتایج حاصل از تغییرات شاخص رنگ، نشان می‌دهد که اختلاف بین تیمارها در سطح ۰/۰۱ درصد معنی‌دار است به طوری که در طی چهار روز نگهداری در دمای ۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رنگ نمونه‌ی شاهد کاهش یافته ولی در تیمارهای تهیه شده با آنتی‌اکسیدان‌ها تغییر چندانی به وجود نیامده است. با توجه به آزمون مقایسات میانگین، بیش‌ترین تغییر مربوط به شاهد و کم‌ترین آن مربوط به ترکیب اسید گالیک و اسید سیتریک می‌باشد. کاهش شاخص رنگ در نمونه‌ی شاهد احتمالاً به دلیل اکسید شدن کارتونوئیدها می‌باشد (جدول ۷).

### ۴- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده، نشان داد که در دمای ۱۲۰ °C درجه‌ی سانتی‌گراد استفاده از اسید گالیک در غلظت ۰/۰۵ درصد با اسید سیتریک در تمامی غلظت‌های مورد بررسی (۰/۲ و ۰/۱۵ و ۰/۱ درصد) دارای اثر سینرژیستی قابل‌توجهی بود. اما در غلظت‌های بالاتر و نیز در دمای ۱۵۰ °C اثر آنتاگونیستی، مشاهده گردید. ترکیب اسید گالیک و کوئرستین نیز دارای اثرات آنتاگونیستی بود. دمای بالا باعث از بین رفتن تاثیر اسید سیتریک گردید و اثر سینرژیستی آن کاهش یافت. در میان فرمولاسیون‌های مختلف آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی در طی دوره‌ی نگهداری، تیمارهای ترکیبی اسید گالیک با اسید سیتریک اثر پایدارکنندگی مطلوب‌تری نشان دادند. بر اساس نتایج به دست آمده، چنین استنباط می‌شود که نوع آنتی‌اکسیدان نقش مهمی در افزایش مقاومت روغن دارد در حالی که دمای نگهداری، در مقایسه بین دمای محیط و یخچال، نقش کم‌تری ایفا کرده است چرا که کلیه‌ی نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط طول زمان القای بیش‌تری نسبت به تیمارهای نگهداری شده در دمای یخچال داشتند. با توجه به نوع کاربرد روغن کره به خصوص در طعم‌دار کردن مواد غذایی و کاربرد محدود در سرخ کردن عمیق، می‌توان گفت آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نظیر اسید گالیک و کوئرستین به خوبی می‌توانند جهت افزایش پایداری محصول مورد استفاده قرار گیرند.

oils.Phospholipids as synergists , *Food Chemistry*, 10(2): 111-120.

14- Hudson, B. J. F. 1989. Evaluation of oxidative rancidity techniques. pp59-60. In: J. C. Allen and R. J. Hamilton(Eds), *Rancidity in foods*. Elsevier science publisher LTD, London.

15- Jaswir, I. Man, Y. B. C. and Kitts, D. D. 2000. Synergistic effects of rosemary, sage and citric acid on fatty acid retention of palm olein during deep-fat frying. *J. A. M. Oil Chem. Soc.* 77:527-533.

16- Ismaiel, A. A. and N. D. Pierson. 1990. Inhibition of germination, outgrowth and vegetative growth of clostridium botulinum 67B by spice oils. *J. Food prot.* 53(6):755-758.

17- Kris-Etherton, P. Daniels, S. R. Eckel, R. H. Engler, M. Howard, B. V. and Krauss, R. M. 2001. Summary of the scientific conference on dietary fatty acids and cardiovascular health. *Conference Summary from the Nutrition Committee of the AHA*; 103:1034-1039.

18- Lugasi, A. and Hovari, J. 2003. The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1-4):119-125.

19- Pokorny, J. and Korczak, J. 2001. Preparation of natural antioxidants. in J. Pokorny, N. Yanishliwa and M. H. Gordon(Eds), *Antioxidants in food practical application*(pp.311-330). Cambridge. 41, 176-177.

20- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. 2001, *Antioxidants in Food, Practical Applications*, CRC Press.

21- Shahidi, F. 2004. *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC PRESS. Boca Raton London New York Washington, D.C. pp:409.

22- Weng, X. C. and Gordon, M. H. 1992. Antioxidant properties of extracts from tanshen. (*salvia miltiorrhiza bunge*). *Food Chem.*, 44, 119-122.

## ۵- منابع

۱- استاندارد آنتی اکسیدان‌های مجاز خوراکی. ۱۳۷۴. شماره‌ی ۳۶۰۸، انتشارات مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کرج.

۲- استاندارد نمونه‌برداری و روش‌های آزمون‌های روغن‌ها و چربی‌ها. ۱۳۷۸. شماره‌ی ۴۹۳، انتشارات مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کرج.

۳- استاندارد ایران روش اندازه‌گیری پایداری روغن‌ها و چربی‌های خوراکی در برابر اکسید شدن. ۳۷۳۴. چاپ اول، مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۴- احمدی، لطیفه. زندگی، پروین. ۱۳۷۳. بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ی ۸ گونه از گیاهان تیره‌ی نعناع. *مجله‌ی علوم و صنایع کشاورزی*، جلد ۱۰، شماره ۱، صفحات ۱۸-۳.

۵- رمضان‌ی، رقیه. کرباسی، احمد. ۱۳۸۷. اثر بسته‌بندی‌های مختلف و شرایط نوری بر پایداری روغن آفتاب گردان تصفیه شده. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار.

۶- زمین‌دار، نفیسه. شاهدی، محمد. ۱۳۸۷. بررسی بافت، رنگ و مقدار پراکسید چپیس فرموله شده سیب زمینی از ارقام آگریا و مارفونا در زمان انبارداری. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. علوم و تحقیقات.

۷- ضیائی‌ان، م. ۱۳۸۱. امولسیون‌کننده‌های غذایی و کاربرد آن‌ها، چاپ اول، تهران، آرون. ۳۲۴-۳۲۵.

۸- کریم، گیتی. ۱۳۶۸. شیر و فرآورده‌های آن. سوم. نشر مشهد.

۹- میر نظامی ضیابری، سید حسین. صانعی شریعت پناهی، مرسله. ۱۳۷۴. روش‌های متداول تجزیه چربی‌ها و روغن‌ها، نشر مشهد.

10-AOCS Archives, 92<sup>nd</sup> AOCS Annual meeting and expo. abstract, 2001, <http://www.aocs.org>

11 -Gupta, R. prakash, H. 1997. Association of dietary ghee intake with coronary heart disease and risk factor prevalence in rural males. *J. Indian. Med. Assoc.* 95:67-69.

12- Henderson, V. W. Guthrie, J. R. Denerestein, L. 2003. Serum lipids and memory in a population based cohort of middle aged women. *J. Neurology and Neurosurgery and Psychiatry*; 74:1530-1535.

13-Hudson B. J. F. and Lewis, J. I. 1983, Polyhydroxy flavonoid antioxidants for edible