

بررسی اثر نور و حرارت بر میزان پایداری ویتامین A در روغن‌های نباتی مایع و جامد غنی شده

بیبا فرهنگ^۱، دکتر مهشنگ نیکوپور^۲

خلاصه

سابقه و هدف: یکی از مشکلات عمده تغذیه‌ای در کشورهای در حال توسعه، کمبود بعضی از ریز مغذهای از جمله ویتامین A است که یکی از راههای حل این مشکل غنی‌سازی مواد غذایی با ویتامین A می‌باشد. از آنجا که این ویتامین محلول در چربی است، در این بررسی روغن‌های نباتی مایع و جامد که از اقلام غذایی اصلی مردم است بعنوان حامل ویتامین A انتخاب شدند.

مواد و روش‌ها: مقدار ۲۰۰ واحد بین‌المللی پالمیتات ویتامین A به ازای هر گرم روغن اضافه شد و پس از بسته‌بندی، نمونه‌های روغن جامد در حرارت‌های ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد و نمونه‌های روغن مایع نیز در حرارت‌های مذکور توأم با شرایط تاریکی و نور به مدت ۶ ماه نگهداری شدند. کلیه نمونه‌های فوق در زمانهای ۰، ۲، ۴ و ۶ ماه از نظر میزان پایداری ویتامین A و عدد پراکسید مورد آزمایش قرار گرفتند. همچنین با هر یک از نمونه‌ها، فرآیندهای پختن (برنج) و سرخ کردن (سیب‌زمینی) انجام شد تا اثرات فرآیندهای مذکور بر میزان پایداری ویتامین A مشخص گردد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین میزان پایداری ویتامین A در روغن جامد نگهداری شده در درجه حرارت محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) است که پس از ۶ ماه معادل ۹۵ درصد بود و کمترین میزان پایداری در روغن مایع نگهداری شده در نور و حرارت محیط مشاهده شد که پس از ۶ ماه ۵۰ درصد بود. همچنین فرآیندهای پختن و سرخ کردن به ترتیب منجر به کاهش ۵ و ۱۰ درصد ویتامین A شد و در روغن جامد نگهداری شده در درجه حرارت محیط پس از ۶ ماه، مقادیر به ترتیب ۹۱ و ۸۷ درصد بود. تغییرات عدد پراکسید نمونه‌ها نیز در جهت عکس تغییرات میزان ویتامین A بوده بطوریکه با افزایش عدد پراکسید، میزان ویتامین A کاهش یافت که این نتیجه اهمیت کیفیت اولیه روغن را در حفظ و پایداری ویتامین A نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری و توصیه‌ها: از آنجا که نور عامل اصلی در کاهش پایداری ویتامین A به حساب می‌آید غنی‌سازی روغن‌های نباتی مایع و جامد با ویتامین A و با استفاده از بسته بندی مناسب برای رفع کمبود این ویتامین در رژیم غذایی افراد، بعنوان یک روش عملی و مؤثر پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: روغن نباتی، ویتامین A، غنی‌سازی، نور، حرارت، عدد پراکسید

مقدمه

یکی از مشکلات عمده تغذیه‌ای در کشورهای در حال توسعه، کمبود ویتامین A است بطوریکه پنج الی ده میلیون کودک، از عوارض چشمی کمبود ویتامین A رنج می‌برند و بیش از ده برابر این تعداد، سایر عوارض ناشی از ویتامین A را تجربه می‌کنند (۱). همچنین کمبود این ویتامین همه ساله باعث مرگ تقریباً پانصد هزار کودک در کشورهای در حال توسعه می‌شود (۲). طبق آمار موجود در کشور، کمبود ویتامین A در استانهای کردستان، سیستان و بلوچستان،

هرمزگان، کهگیلویه و بویراحمد و ایلام بیش از سایر نقاط گزارش شده است (۳). به منظور پیشگیری از کمبود این ویتامین می‌توان به راههایی مانند آموزش تغذیه به خانواده‌ها برای استفاده بیشتر از غذاهای حاوی ویتامین A، دوز رسانی و نهایتاً غنی‌سازی مواد غذایی نظیر روغن‌های خوراکی، مارگارین، غلات، شکر، نمک، جای و شیر اشاره کرد (۴). از بین این مواد غذایی روغن‌ها، منابع مناسب‌تری برای غنی‌سازی می‌باشند زیرا ویتامین A به مقدار زیاد

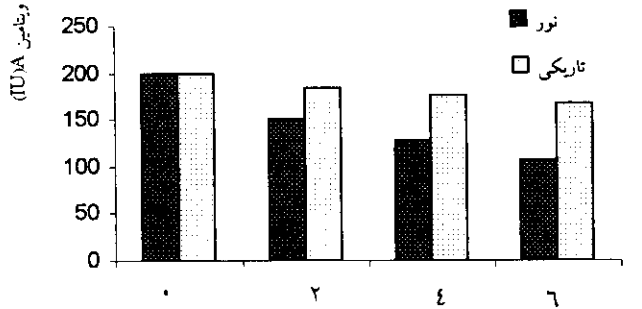
تعداد در دمای ۴۵ درجه قرار داده شدند و به ترتیب در هر یک از ماه‌های ذکر شده، یک بسته مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های روغن مایع، آفتابگردان زمستانه شده و روغن‌های جامد عمدتاً روغن سویای هیدروژنه شده با نقطه ذوب $35/6^{\circ}\text{C}$ بود. نمونه‌های روغن قبیل از غنی‌سازی، از نظر مشخصات فیزیکی و شیمیایی نظیر ضریب شکست، نقطه ذوب، رنگ، عدد پراکسید، عدد اسیدی، عدد یدی، مقدار نیکل باقیمانده، مقدار آهن و مس، میزان ویتامین A اولیه و اسیدهای چرب متشکله، مورد آزمون قرار گرفتند. آزمایش‌های فوق مطابق با روش‌های ارائه شده در AOAC (۷) انجام شد و میزان ویتامین در کلیه مراحل بررسی بوسیله دستگاه HPLC انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور (مدل WATERS، ساخت ایالات متحده، ستون ۵۱۸ و دتکتور UV/VIS) اندازه‌گیری شد. روش بکار رفته، با کمی تغییرات، مطابق با روش‌های انجام شده در تحقیقات سایر نقاط دنیا می‌باشد که شامل صابونی کردن، استخراج و تزریق به دستگاه HPLC است. ابعاد ستون در دستگاه $3/9 \times 150$ میلی‌متر، حلال بکار رفته متانول - آب (۷-۹۳)، نوع شستشو ایزوکراتیک، سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه و حجم نمونه تزریق شده ۱۰ میکرولیتر بود. اسیدهای چرب متشکله نیز با استفاده از دستگاه GC (کروماتوگراف گازی) موجود در کارخانه روغن نباتی پارس (مدل varian ۳۴۰۰، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شدند. دستگاه GC فوق دارای ستون ۸۸ cp sil با طول ۱۰۰ متر و دتکتور FID بود که گاز حامل، هلیوم با سرعت 50 psi و دمای دتکتور 300°C و دمای انژکتور 250°C بود.

در مرحله غنی‌سازی، ابتدا محلول روغنی ویتامین A با غلظت معادل ۴ گرم پالمیتات ویتامین A در ۲۰۰ گرم روغن تهیه گردید که فعالیت ویتامین در آن معادل ۴ میلیون واحد بین المللی بود. سپس نمونه فوق به مقدار ۲۰ کیلوگرم روغن افزوده شد تا نهایتاً هر گرم روغن حاوی ۲۰۰ واحد بین المللی ویتامین A باشد. درجه حرارت روغن هنگام غنی‌سازی حدود 40°C بود و عمل مخلوط کردن توسط همزن اتوماتیک به مدت نیم ساعت انجام گرفت. نهایتاً نمونه‌های روغن مایع در ظرف شفاف پلاستیک یک لیتری از نوع PET و روغن‌های جامد در ظروف حلبی چهارکیلویی ریخته و درب بندی شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه انستیتو به مدت ۶ ماه نگهداری شدند اما قبل از نگهداری، در ماه صفر عدد پراکسید و میزان ویتامین A مطابق با روش‌های ذکر شده اندازه‌گیری گردید و سپس نمونه به دو بخش تقسیم شد و فرایندهای پختن و سرخ کردن سبب‌زمنی انجام گرفت. درجه حرارت پختن ۱۰۰-۹۵ درجه

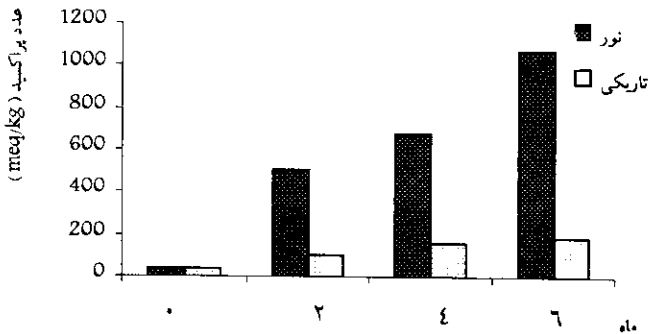
محلول در چربی بوده و به آسانی و بطور یکنواخت در روغن حل می‌شود و اکسیداسیون آن در روغن به تعویق می‌افتد و چون روغن‌ها بطور مستقیم مصرف می‌شوند جذب و مصرف ویتامین A در بدن را آسان می‌کنند (۵). میزان افزودن ویتامین A به روغن‌های خوراکی و یا سایر مواد غذایی بستگی به عوامل مختلفی دارد اما آنچه که حائز اهمیت است توجه به میزان توصیه شده روزانه ویتامین A (RDA) می‌باشد، زیرا میزان جذب ۲۰ تا ۳۰ برابر RDA موجب بروز مسمومیت خواهد شد (۶) لذا باید به میزان RDA که برای مردان و زنان ۵۰۰۰ و برای زنان باردار ۸۰۰۰ واحد بین‌المللی است توجه کافی مبذول داشت (۶). با توجه به مطالب ذکر شده، در این تحقیق روغن‌های نباتی مایع و جامد تهیه شده از کارخانه روغن‌نباتی پارس با مقدار ۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A به ازای هر گرم روغن نباتی غنی شدند که با توجه به مصرف روزانه ۱۵ الی ۳۰ گرم روغن برای هر فرد، مقدار RDA ۳۰۰۰ الی ۶۰۰۰ حاصل گردد. در تحقیقات مختلف میزان پایداری ویتامین A متفاوت بوده و ارقام مختلفی گزارش شده‌است، لذا در این تحقیق پایداری ویتامین A در شرایط مختلف نگهداری و بسته بندی روغن‌ها در ایران و در طی فرآیندهای پختن و سرخ کردن، مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که هدف صنایع روغن نباتی تولید محصولات با ارزش غذایی و کیفیت بالا است و در جهان نیز کمبود ویتامین A به عنوان گرسنگی پنهان مورد توجه قرار گرفته‌است، امید است با توجه به نتایج این تحقیق محصولی به جامعه عرضه شود که متضمن سلامت بیشتر مصرف کنندگان باشد.

مواد و روش‌ها

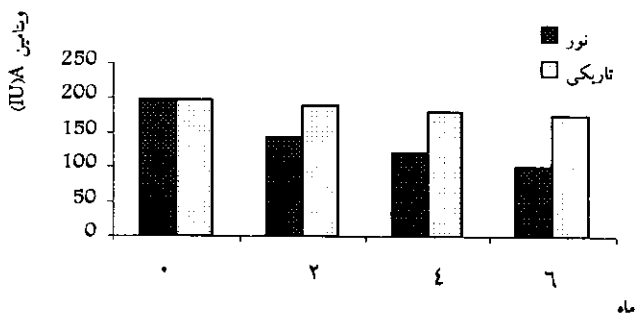
روش انجام این تحقیق، تجربی (experimental) و تکنیک آن مشاهده‌ای (observation) بود. برای غنی کردن روغن‌ها از پالمیتات ویتامین A تولیدی شرکت Roche با بیوپتانسی یک میلیون واحد بین‌المللی در هر گرم استفاده شد. نمونه‌های روغن‌های مایع و جامد به روش نمونه‌گیری ساده تصادفی از خط تولید کارخانه روغن نباتی پارس در چهار نوبت به فاصله یک هفته، به منظور اطمینان از تکرار پذیری نتایج انتخاب شدند. ۷ بسته روغن جامد و ۱۳ بسته روغن مایع انتخاب شدند. در ماه صفر، یک بسته از هر گروه مورد بررسی قرار گرفت. ۳ بسته از روغن جامد در دمای ۲۵ و ۳ بسته در دمای ۴۵ درجه قرار داده شد و در ماه ۲، ۴ و ۶، یک بسته مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، ۳ بسته روغن مایع در نور و ۲ بسته در تاریکی قرار داده شدند و همین



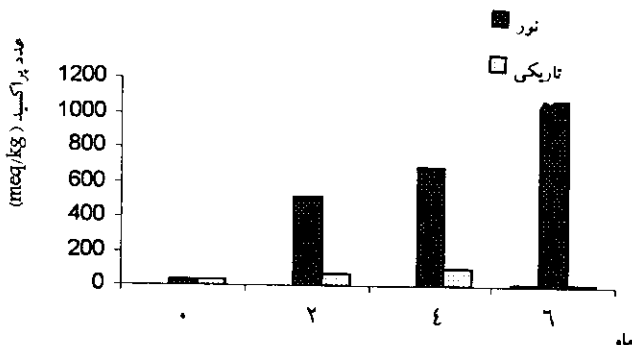
نمودار ۳: مقایسه تغییرات ویتامین A در تاریکی و نور در روغن مایع نگهداری شده در حرارت ۴۵°C در مدت زمان ۶ ماه



نمودار ۴: مقایسه تغییرات عدد پراکسید در تاریکی و نور در روغن مایع نگهداری شده در حرارت ۴۵°C در مدت زمان ۶ ماه



نمودار ۵: مقایسه ویتامین A در تاریکی و نور در روغن مایع نگهداری شده در درجه حرارت محیط در مدت زمان ۶ ماه

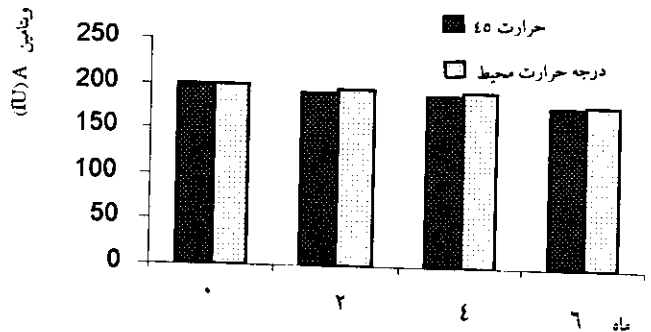


نمودار ۶: مقایسه تغییرات عدد پراکسید در تاریکی و نور در روغن مایع نگهداری شده در درجه حرارت محیط در مدت زمان ۶ ماه

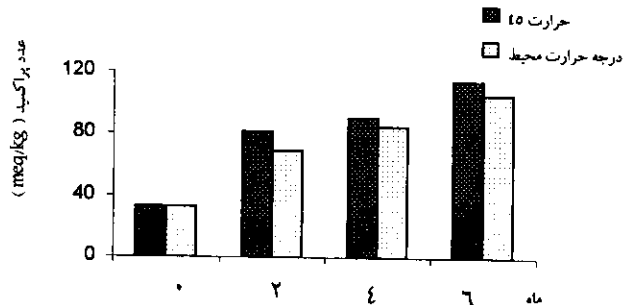
سانتیگراد به مدت ۴۰-۳۵ دقیقه و درجه حرارت سرخ کردن ۱۷۵ °C به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه بود. پس از فرآیندهای مذکور روغن موجود در ماده غذایی فرآیند شده توسط حلال کلروفرم استخراج شد و عدد پراکسید و ویتامین A آن مجدداً اندازه‌گیری شد. نمونه‌های روغن جامد در حرارت محیط و ۴۵ °C به مدت ۶ ماه نگهداری شدند و در ماه‌های ۲، ۴ و ۶ نیز کلیه آزمایشات ذکر شده مربوط به ماه صفر بر روی نمونه‌های نگهداری شده انجام شد. قابل ذکر است که به منظور تامین حرارت و نور برای نمونه‌های روغن مایع و جامد نگهداری شده در حرارت ۴۵ °C، از آون و لامپ ۱۰۰ وات استفاده شد و برای نمونه‌های نگهداری شده در تاریکی، از فویل آلومینیوم به منظور جلوگیری از ورود نور استفاده گردید. برای بررسی آماری نتایج، میانگین و انحراف معیار محاسبه شد و جهت تفسیر نتایج از آزمون paired t-test و آنالیز واریانس استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها در نمودارهای ۱ الی ۶ نشان داده شده است. در این نمودارها اثر درجه حرارت و نور بر میزان پایداری ویتامین A در نمونه‌ها و همچنین عدد پراکسید و رابطه آن با تغییرات ویتامین A مشاهده می‌شود.



نمودار ۱: تغییرات ویتامین A در روغن جامد نگهداری شده در درجه حرارت محیط و ۴۵°C در مدت زمان ۶ ماه



نمودار ۲: تغییرات عدد پراکسید در روغن جامد نگهداری شده در حرارت محیط و ۴۵°C در مدت زمان ۶ ماه

حرارت C ۴۵° به مدت ۶ ماه، پس از فرآیند پختن میزان ویتامین A باقیمانده ۸۷/۱۲ درصد و پس از سرخ کردن ۸۵/۷۸ درصد بود (جدول ۱).

نتایج نشان داد که در روغن جامد نگهداری شده در درجه حرارت محیط، میزان ویتامین A باقیمانده پس از فرآیند پختن در زمانهای ۰، ۲، ۴ و ۶ ماه نگهداری به ترتیب ۹۴/۸۳، ۹۳/۴۵، ۹۲/۴۳ و ۹۰/۵۱ درصد و پس از فرآیند سرخ کردن به ترتیب ۹۱/۲۵، ۸۹/۲۵، ۸۸/۱۱ و ۸۶/۳۹ درصد بود. همچنین در روغن جامد نگهداری شده در

جدول ۱: میزان ویتامین A و عدد پراکسید قبل و بعد از فرآیندهای پختن و سرخ کردن در نمونه‌های روغن جامد نگهداری شده در درجه حرارت محیط به مدت ۶ ماه

زمان (ماه)	قبل از فرآیند		پس از فرآیند پختن		پس از فرآیند سرخ کردن	
	ویتامین A (IU)	پایداری ویتامین A (%)	عدد پراکسید (meq/kg)	پایداری ویتامین A (%)	عدد پراکسید (meq/kg)	پایداری ویتامین A (%)
۰	۱۹۸/۶۷±۱/۴۶*	۱۰۰	۰/۳۳±۰/۰۰۶	۱۸۸/۴۱±۱/۶۴	۱/۲۴±۰/۰۹۹	۱۸۱/۲۹±۱/۸۷
۲	۱۹۵/۶۲±۰/۸۹	۹۸/۴۶	۰/۶۹±۰/۰۰۴	۱۸۵/۶۷±۵/۰۶	۱/۵۳±۰/۰۷۶	۱۷۷/۳۲±۰/۸۲
۴	۱۹۲/۱۲±۱/۲۱	۹۶/۷۰	۰/۸۵±۰/۰۰۹	۱۸۳/۶۳±۱/۵۰	۱/۶۴±۰/۰۹۸	۱۷۵/۰۴±۳/۲۳
۶	۱۸۷/۶۴±۰/۸۷	۹۴/۴۴	۱/۰۵±۰/۰۰۹	۱۷۹/۸۱±۱/۰۱	۱/۸۰±۰/۰۸۶	۱۷۱/۶۴±۱/۱۰

* اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار آورده شده است.

جدول ۲: میزان ویتامین A و عدد پراکسید قبل و بعد از فرآیندهای پختن و سرخ کردن در نمونه‌های روغن مایع نگهداری شده در درجه حرارت محیط و تاریکی به مدت ۶ ماه

زمان (ماه)	قبل از فرآیند		پس از فرآیند پختن		پس از فرآیند سرخ کردن	
	ویتامین A (IU)	پایداری ویتامین A (%)	عدد پراکسید (meq/kg)	پایداری ویتامین A (%)	عدد پراکسید (meq/kg)	پایداری ویتامین A (%)
۰	۱۹۸/۶۱±۱/۷۷	۱۰۰	۰/۳۳±۰/۰۰۵	۱۹۲/۳۷±۲/۰۴	۱/۲۲±۰/۱۰	۱۸۶/۱۸±۱/۹۷
۲	۱۸۸/۴۰±۲/۲۹	۹۴/۸۶	۰/۶۷±۰/۰۰۶	۱۸۰/۵۷±۲/۳۳	۱/۴۹±۰/۱۶	۱۷۴/۶۸±۲/۷۹
۴	۱۸۲/۲۵±۳/۳۵	۹۱/۷۶	۰/۹۹±۰/۰۰۸	۱۷۴/۸۹±۲/۶۱	۱/۶۲±۰/۰۶	۱۶۸/۷۳±۲/۳۴
۶	۱۷۴/۵۸±۳/۵۲	۸۷/۹۰	۱/۵۰±۰/۱۵	۱۶۷/۸۳±۳/۱۲	۲/۱۴±۰/۱۱	۱۶۱/۴۳±۲/۸۹

جدول ۳: میزان ویتامین A و عدد پراکسید قبل و بعد از فرآیندهای پختن و سرخ کردن در نمونه‌های روغن مایع نگهداری شده در درجه حرارت محیط و نور به مدت ۶ ماه

زمان (ماه)	قبل از فرآیند		پس از فرآیند پختن		پس از فرآیند سرخ کردن	
	ویتامین A (IU)	پایداری ویتامین A (%)	عدد پراکسید (meq/kg)	پایداری ویتامین A (%)	عدد پراکسید (meq/kg)	پایداری ویتامین A (%)
۰	۱۹۸/۶۱±۱/۷۷	۱۰۰	۰/۳۳±۰/۰۰۵	۱۹۲/۳۷±۲/۰۴	۱/۲۲±۰/۱۰	۱۸۶/۱۸±۱/۹۷
۲	۱۴۳/۹۲±۲/۷۶	۷۲/۴۶	۵/۱۵±۰/۰۰۸	۱۳۶/۸۶±۲/۹۵	۵/۲±۰/۰۰۹	۱۲۹/۴۹±۳/۰۴
۴	۱۲۱/۱۸±۳/۰۴	۶۱/۰۱	۶/۸۲±۰/۴۶	۱۱۴/۱۹±۲/۷۰	۸/۴±۰/۳۴	۱۰۶/۳۹±۲/۷۱
۶	۹۹/۵۲±۴/۱۸	۵۰/۱۱	۱۰/۷۹±۰/۳۴	۹۳/۳۸±۴/۹۷	۱۱/۳۳±۰/۱۵	۸۶/۱۴±۴/۹۶

ویتامین A باقیمانده ۸۱/۷۷ درصد و پس از سرخ کردن ۷۷/۷۴ درصد بود. در نمونه‌های روغن مایع نگهداری شده در نور و درجه حرارت محیط به مدت ۶ ماه، پس از فرآیند پختن ۴۷/۰۲ و پس از سرخ کردن ۴۳/۶ درصد ویتامین A پایدار بود. در نمونه‌های روغن مایع نگهداری شده در نور و حرارت C ۴۵° این مقادیر به

در روغن مایع نگهداری شده در درجه حرارت محیط این مقادیر پس از فرآیند پختن به ترتیب ۹۶/۸۶، ۹۰/۰۱، ۸۸/۰۵ و ۸۴/۵ درصد و پس از فرآیند سرخ کردن به ترتیب ۹۳/۷۴، ۸۷/۹۵ و ۸۴/۹۶ درصد مشاهده شد. در روغن مایع نگهداری شده در حرارت C ۴۵° و در تاریکی پس از ۶ ماه نگهداری و فرآیند پختن میزان

مایع نگهداری شده در درجه حرارت محیط و تاریکی این اعداد به ترتیب ۸۴/۵ و ۸۲ درصد ملاحظه شد.

نتایج این تحقیق نشان داد که بالاترین میزان پایداری ویتامین A در روغن جامد نگهداری شده در حرارت محیط و کمترین میزان پایداری ویتامین A در روغن‌های مایع نگهداری شده در نور بالاخص نور خورشید بود بطوریکه پس از ۶ ماه نگهداری ۵۰ درصد ویتامین A تخریب گردید. فرایندهای پختن و سرخ کردن نیز در روغن جامد نگهداری شده در حرارت محیط کمترین اثر را روی پایداری ویتامین A داشتند که به ترتیب میزان پایداری ویتامین A پس از ۶ ماه ۹۱ و ۸۷ درصد گزارش شد. کلیه نمونه‌های نگهداری شده در حرارت ۴۵°C پایداری کمتری در مقایسه با حرارت محیط از خود نشان دادند اما در شرایط تاریکی این کاهش قابل اغماض بود. حرارت اثر قابل ملاحظه روی ویتامین A نداشته به طوریکه پس از ۶ ماه نگهداری فرآیند پختن حدود ۱۰ درصد و فرآیند سرخ کردن ۱۴ درصد میزان ویتامین A اولیه را از بین برد، در حالیکه اثر نور قابل ملاحظه بود. لذا پیشنهاد می‌شود که از نگهداری نمونه‌های روغن غنی شده در مجاورت نور خورشید اجتناب گردد.

غنی‌سازی با ویتامین A هر دو نوع روغن مایع و جامد در کارخانجات روغن نباتی کشور به آسانی امکان‌پذیر است و با استفاده از بسته‌بندی‌های غیر قابل نفوذ به نور و تیره‌رنگ می‌توان یک روغن مطلوب و با ارزش غذایی بالا به بازار عرضه نمود. نکاتی که برای اعمال غنی‌سازی باید مورد توجه قرار گیرد توجه به میزان RDA ویتامین A است و با توجه به اینکه کمبود ویتامین A در بعضی مناطق کشور مشاهده شده است می‌توان برای سایر مناطق که کمبود ویتامین A بارز نمی‌باشد مقادیر کمتری ویتامین A به روغن اضافه نمود.

در پایان می‌توان گفت باید آموزش همگانی جهت ارتقاء مصرف جامعه از مواد غذایی غنی شده با ویتامین A ترتیب داده شود و نحوه مصرف روغن‌های غنی شده نیز مورد توجه قرار گیرد تا حداکثر پایداری ویتامین A حاصل شود.

ترتیب ۳۳/۴۹ و ۶۷/۲۷ درصد بدست آمد (جدول ۲،۳). مقدار ویتامین A موجود در روغن‌های نگهداری شده در دو شرایط تاریکی و نور اختلاف آماری معنی‌دار داشتند ($p < 0/001$).

بحث

بررسی‌های آماری نشان داد که میزان ویتامین A باقیمانده در درجه حرارت‌های محیط و ۴۵°C در روغن جامد در مدت ۶ ماه نگهداری اختلاف داشته ($p < 0/002$) و با توجه به نمودار ۱ میزان پایداری ویتامین A در درجه حرارت محیط بیش‌تر بود که این نتیجه با نظرات Hariyadi و Machlin که معتقد به اثر سوء حرارت بر پایداری ویتامین A بودند، مطابقت داشت (۸). همچنین ملاحظه گردید که با گذشت زمان از میزان پایداری ویتامین A کاسته شد ولی این کاهش قابل ملاحظه نبود و پس از ۶ ماه نگهداری در روغن جامد حدود ۹۵٪ پایداری مشاهده شد. این تغییرات برای روغن مایع نگهداری شده در تاریکی نیز مشاهده شده با این تفاوت که پس از ۶ ماه نگهداری در حرارت محیط و تاریکی درصد پایداری ویتامین A تقریباً ۸۸٪ بود. نتایج قابل ملاحظه‌ای در روغن مایع نگهداری شده در نور مشاهده گردید. به طوریکه مقدار ویتامین A همواره در نور کمتر از تاریکی بود. این تغییرات در نمودار ۵ نشان داده شده است که با نظرات Favaro و Barclay همسو بود بطوریکه آنها پایداری ویتامین A در شرایط تاریکی را پس از ۶ ماه بسیار بالا و در شرایط نور پس از ۱۸ ماه ناچیز دانسته‌اند (۹،۵). همچنین در تمام شرایط نگهداری تغییرات عدد پراکسید و ویتامین A در جهت عکس هم بود یعنی روغن با عدد پراکسید بالا، میزان پایداری ویتامین A کمتری داشته که این به خویی اهمیت کیفیت اولیه روغن را در غنی‌سازی نشان می‌دهد.

فرآیندهای پختن و سرخ کردن نیز منجر به کاهش میزان ویتامین A شد بطوریکه فرآیند پختن باعث کاهش ۵ درصدی ویتامین A و سرخ کردن باعث افت ۱۰ درصدی شد. در روغن جامد نگهداری شده در درجه حرارت محیط که بالاترین میزان پایداری در آن مشاهده گردید پس از ۶ ماه و انجام فرآیندهای پختن و سرخ کردن پایداری ویتامین A به ترتیب معادل ۹۱ و ۸۷ درصد بود و در روغن

REFERENCES

- ۱- کیمیاگر م، ریاضی ر. وضعیت ویتامین A از علم تا عمل. پژوهش در پزشکی، ۱۳۷۵؛ سال ۲۰، شماره دوم، صفحات ۹۵-۸۷.
- 2- Murphy PA. Technology of vitamin A-fortified monosodium glutamate and vitamin A status: a controlled field trial. *Am J Clin Nutr* 1996;48:1265-70.
- 3- Kimiagar M, Djazayeri A, Omidvar N, et al. Vitamin A status in Iran, Newsletter 1996;2:9-11.

- 4- Sommer A (ed). *Vitamin A Deficiency and its Consequence*. 3rd ed, Geneva; World Health Organization; 1995:46-8.
- 5- Barclay D. Multiple fortification of beverages. *Food Nutr Bull* 1998; 19(2): 168-71.
- 6- Harris RS, Karmas E. *Nutritional Evaluation of Food Processing*. 2nd ed, Conn: Avi; 1975: 637-8.
- 7- Cunniff P (ed). *AOAC*. 16th ed, Vol 2 , Chapter 41; 1997: 3-11.
- 8- Machlin LJ (ed). *Hand book of Vitamins*. M Dekker; 1984; 11-2.
- 9- Favaro RMD, Ferreira JF, Desai IO, et al. Studies on fortification of refined soybean oil with all – trans-retinyl Palmitate in Brazil : stability during cooking and storage. *J Food Composition Analysis* 1997;4(3): 237-4.