

بررسی اثر فرایند تصفیه بر خصوصیات کیفی روغن سویا

مهرداد قوامی*

مریم قراچورلو**

پیمان مهستی***

چکیده

روغن سویا مهمترین روغن گیاهی جهان از نظر میزان تولید و مصرف می‌باشد. از این رو بررسی پیرامون اثر فرایند تصفیه بر خصوصیات کیفی این روغن انجام شد. بدین منظور دو روش تصفیه مورد استفاده قرار گرفت که در روش اول صمغ‌گیری با آب، خنثی‌سازی، رنگبری با خاک رنگبری طبیعی و بوگیری و در روش دوم صمغ‌گیری با آب و اسید فسفریک، خنثی‌سازی، رنگبری با خاک رنگبری فعال شده با اسید و سپس بوگیری انجام شد. اگرچه کاهش مقدار اسید چرب آزاد، پراکسید، فسفولیپید، زمان مقاومت به اکسید شدن، رنگ، فلزاتی مانند مس و آهن، ترکیبات غیرقابل صابونی شدن و توکوفرول طی فرایند تصفیه و در هر دو روش مورد استفاده صورت گرفته است، بررسی‌ها بیانگر مؤثرتر بودن روش دوم تصفیه خصوصاً در رابطه با کاهش مس، آهن، فسفر، رنگ و فسفولیپید می‌باشد. ضمناً تغییر قابل توجهی در ترکیب اسید چرب روغن سویا و ترکیبات استرولی آن طی فرایند تصفیه ایجاد نگشته است.

واژه‌های کلیدی: روغن سویا، فرایند تصفیه، ترکیب اسید چرب، ترکیبات غیرقابل صابونی شدن

*- استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

** - دانشجوی دکتری رشته مهندسی کشاورزی - علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

*** - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

تاریخ دریافت مقاله ۸۲/۶/۸، تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۲/۸/۱۷

مقدمه

بیشتر روغن‌ها و چربی‌های خام محتوی مقادیر متفاوتی ناخالصی‌اند که به دو گروه ناخالصی‌های محلول در روغن و ناخالصی‌های نامحلول در روغن تقسیم می‌گردند و شامل اجزای دانه، رطوبت، اسید چرب آزاد، فسفولیپید، مواد صمغی، توکوفرول، استرول، هیدروکربن، کتون، آلدئید و ... می‌باشند که حضور برخی از آنها در روغن مطلوب و برخی دیگر نامطلوب ارزیابی گردیده است (۱۱). از این رو فرایند تصفیه با توجه به کیفیت روغن‌ها و چربی‌های خام و مصارف بعدی آنها، با هدف حذف حداکثر مواد نامطلوب ضمن حفظ کیفیت روغن و حداقل ضایعات مورد توجه قرار گرفته است که شامل مراحل صمغ‌گیری، خنثی‌سازی، رنگبری و بوگیری می‌باشد (۲ و ۶).

طی صمغ‌گیری که هدف آن جداسازی فسفولیپیدها می‌باشد از عواملی چون آب یا اسید فسفریک استفاده شده، فسفاتیدهای موجود در روغن با جذب آب به فرم هیدراته در می‌آیند که نامحلول در روغن بوده و به سرعت جدا می‌گردند (۱).

عملیات خنثی‌سازی که با به‌کارگیری ترکیبات قلیایی انجام می‌شود در حذف اسیدهای چرب آزاد، فسفاتیدها، صمغ‌ها، مواد رنگی و ترکیبات غیرقابل صابونی شدن روغن مؤثر می‌باشد (۸). اگرچه فسفاتیدها، اسیدهای چرب آزاد و بخشی از پیگمان‌ها طی فرایندهای صمغ‌گیری و خنثی‌سازی از روغن حذف می‌گردند، حذف کامل این مواد و علاوه بر آنها حذف صابون باقیمانده، پراکسیدها، محصولات ثانویه اکسیداسیون و خصوصاً رنگ طی مرحله رنگبری و با به‌کارگیری خاک‌های رنگبری مختلف صورت می‌گیرد (۱۲).

عوامل ایجاد بو و طعم نامطلوب در روغن عمدتاً ترکیبات حاصل از تجزیه پراکسیدها یعنی آلدئیدها، ستن‌ها و نیز اسیدهای چرب آزاد می‌باشند که طی فرایند بوگیری حذف این ترکیبات از روغن انجام می‌گیرد (۵).

مطالعات گسترده‌ای در رابطه با اثر فرایند بر حذف برخی ناخالصی‌های محلول در روغن که می‌توانند پایداری روغن را تحت تأثیر قرار دهند انجام شده است. Gutfinger و Letan (۷) طی بررسی اثر فرایند بر مقدار ترکیبات غیرقابل صابونی روغن سویا، کاهش مقدار توکوفرول‌ها، استرول‌ها و هیدروکربن‌ها را گزارش نمودند به‌طوری‌که کاهش مقدار توکوفرول‌ها طی خنثی‌سازی، رنگبری و بوگیری بسیار قابل توجه بوده است و بیشترین کاهش در مقدار استرول‌ها طی فرایندهای خنثی‌سازی و بوگیری صورت گرفته است. درحالی‌که Johansson (۹) گزارش نمود که فرایند اصلی برای کاهش مقدار استرول‌های روغن سویا فرایند رنگبری است و فرایندهای خنثی‌سازی و بوگیری دارای اثر کمی در حذف استرول‌ها می‌باشند.

روش پژوهش

جهت بررسی اثر فرایند تصفیه بر خصوصیات کیفی روغن سویا از روغن سویای جزئی صمغ‌گیری شده (S) استفاده شد و مراحل تصفیه شامل صمغ‌گیری (D. G)، خنثی سازی (N)، رنگبری (B) و بوگیری (D.O) طی دو روش انجام شد. در روش اول صمغ‌گیری با آب، خنثی‌سازی، رنگبری با استفاده از خاک رنگبری طبیعی و بوگیری و در روش دوم صمغ‌گیری با آب و اسید فسفریک، خنثی‌سازی، رنگبری با خاک رنگبری فعال شده با اسید و سپس بوگیری به شرح ذیل انجام شد.

صمغ‌گیری. در این بررسی صمغ‌گیری به دو روش انجام شد. در روش اول تنها از آب مقطر استفاده شد تا صمغ‌های قابل هیدراته شدن جدا گردند و در روش دیگر صمغ‌گیری در دو مرحله یکبار با اسید فسفریک و بار دیگر با آب مقطر صورت گرفت. به این ترتیب که ابتدا یک کیلوگرم روغن سویا به یک ظرف شیشه‌ای مجهز به ترمومتر و همزن استیل با سرعت ۶۰۰-۵۰۰ دور در دقیقه منتقل گردید. درجه حرارت حین همزدن روغن به سرعت تا 60°C افزایش داده شد و پس از رسیدن به این دما ۱٪ وزن روغن اسید فسفریک ۱۰٪ روی روغن اسپری گردید. پس از افزودن اسید همزدن نمونه به مدت ۳۰ دقیقه ادامه یافت. پس از این مدت با قطع عملیات اختلاط و حرارت دهی روغن ساکن ماند تا سرد شود و صمغ آن رسوب نماید. سپس جداسازی صمغ حاصل از طریق سانتریفوژ انجام گرفت. پس از صمغ‌گیری با اسید فسفریک صمغ‌گیری با آب نیز به منظور خارج کردن اسید باقیمانده و فسفر موجود انجام شد. بدین منظور درجه حرارت روغن صمغ‌گیری شده با اسید فسفریک حین همزدن تا 60°C افزایش داده شد و ۴-۲ درصد وزنی آب مقطر در حال جوش روی روغن اسپری گردید. پس از افزودن آب اختلاط برای مدت ۱۵ دقیقه ادامه یافت. سپس با توقف حرارت دهی و اختلاط روغن سرد شد و مواد صمغی رسوب نمودند و با سانتریفوژ جدا شدند. در انتها برای خارج کردن بقایای اسید فسفریک عملیات شستشوی روغن ۵ بار با افزودن ۱۰ درصد وزنی آب مقطر صورت گرفت. روغن صمغ‌گیری شده تحت خلا در دمای 100°C خشک و سپس سرد گردید.

خنثی سازی. روغن سویای صمغ‌گیری شده به یک ظرف شیشه‌ای مجهز به ترمومتر و همزن منتقل گردید. دمای روغن حین همزدن آن به $30-20^{\circ}\text{C}$ رسانده شد. با توجه به درصد اسید چرب آزاد روغن مقدار مناسب سود با غلظت مشخص به آن افزوده شد. پس از اختلاط کامل سود و روغن، سرعت همزن به حداقل رسانده شد. تا حدی که حرکت آرامی در مخلوط ایجاد نماید و سپس درجه حرارت به 60°C رسانده شد. در این شرایط ذرات صابون تشکیل گشته، در اثر همزدن ملایم به هم چسبیده، بزرگ شده و ته نشین می‌گردند. پس از گذشت حدود ۲۰-۱۵ دقیقه اختلاط و حرارت دهی متوقف شد و مخلوط به صورت ساکن باقی ماند تا تدریجا سرد گردد. سپس جداسازی روغن از صابون

با سانتریفوژ صورت گرفت و شستشوی روغن حدود ۱۰ بار با ۲۰٪ وزنی آب مقطر گرم جهت حذف ذرات صابون باقیمانده در روغن انجام شد. روغن خنثی شده تحت خلا در دمای C ۱۰۰° خشک و سپس سرد گردید.

رنگبری. برای رنگبری روغن در روش اول تصفیه از خاک رنگبری طبیعی (fullers earth) و در روش دوم از خاک رنگبری فعال شده با اسید (fulmont AA) استفاده شد. به این ترتیب که روغن خنثی شده بدون صابون و رطوبت به بالن رنگبری تحت خلا و مجهز به همزن و ترمومتر منتقل گردید و ۱٪ خاک رنگبری به روغن افزوده شد. اختلاط روغن و خاک رنگبری بطور کامل صورت گرفت و حرارت دهی در C ۱۱۰° به مدت نیم ساعت تحت خلا mmHg ۹ انجام شد. پس از طی مدت مذکور حرارت دهی متوقف گشته ولی همزدن سیستم به مدت ۳۰ دقیقه دیگر تحت خلا ادامه یافت. سپس فیلتراسیون روغن در درجه حرارت C ۵۰° و تحت خلا با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۱ حداقل دو مرتبه تا شفاف شدن کامل روغن انجام شد.

بوگیری. روغن رنگبری شده به بالن بوگیری تحت خلا و مجهز به ترمومتر، همزن و لوله انتقال آب مقطر به بالن منتقل گردید. تحت خلا mmHg ۹ درجه حرارت روغن به C ۲۴۰° رسانده شد و برای مدت ۹۰ دقیقه دما در این حد نگهداشته شد. در طول ۹۰ دقیقه حرارت دهی ۵٪ وزنی آب مقطر، قطره قطره به روغن اضافه شد. سرعت افزودن قطرات آب مقطر به گونه‌ای تنظیم گردید که ۱۰ دقیقه قبل از اتمام زمان بوگیری تمام آن مصرف گردد. پس از اتمام زمان بوگیری حرارت دهی متوقف گشته ولی همزدن تحت خلا تا رسیدن به درجه حرارت C ۵۰° ادامه یافت و سپس سرد کردن روغن تحت گاز نیتروژن صورت گرفت.

آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی چون تعیین درصد اسید چرب آزاد، عدد پراکسید، زمان مقاومت به اکسید شدن، ترکیب اسید چرب، رنگ، مقادیر فسفر، مس و آهن همچنین تعیین درصد ترکیبات غیر قابل صابونی شدن، درصد استرول‌ها و توکوفرول‌های روغن سویا در مراحل مختلف تصفیه با سه تکرار انجام شد. بدین منظور از استانداردهای انجمن شیمیدانان روغن امریکا (AOCS) (۳)، انجمن شیمی تجزیه (AOAC) (۴) و اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (IUPAC) (۱۰) استفاده شد. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده جهت تعیین شاخص‌های کیفی روغن از نوع مخصوص آنالیز کمی بودند که به وسیله شرکت مرک آلمان تولید شده بودند.

درصد اسید چرب آزاد به روش تیتراسیون و بر اساس استاندارد AOAC با شماره ۹۴۰/۲۸ اندازه گیری شد.

عدد پراکسید به روش یدومتری و مطابق استاندارد AOCS با شماره ۵۳ - Cd ۸ مورد سنجش قرار گرفت.

زمان مقاومت به اکسید شدن با استفاده از دستگاه رنسیمت در درجه حرارت C ۱۰۰° و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت ارزیابی شد.

جهت تعیین ترکیب اسید چرب آماده سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC با شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین ۳۰ متری پر شده با دی اتیلن گلیکول سوکسینات (DEGS) مطابق استاندارد AOCS با شماره Ce 1e - ۹۱ استفاده شد. به طوری که درجه حرارت محل تزریق نمونه C ۲۳۰°، درجه حرارت ستون C ۲۰۰°، درجه حرارت آشکار کننده C ۲۵۰°، سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱۰ میلی لیتر بر دقیقه، فشار ۱۰ PSI، حساسیت دستگاه ۴ و مقدار تزریق نمونه ۰/۸ میکرولیتر بود.

رنگ با استفاده از دستگاه لاوی باند Tintometer مدل F با سل یک اینچی و مطابق با استاندارد AOCS با شماره Ce 13e - 92 ارزیابی گردید.

اندازه گیری ترکیبات غیرقابل صابونی شدن مطابق استاندارد AOAC با شماره ۹۳۳/۰۸ از طریق صابونی کردن روغن با محلول هیدروکسید پتاسیم الکلی و سپس استخراج ترکیبات غیرقابل صابونی شدن با دی اتیل اتر صورت گرفت.

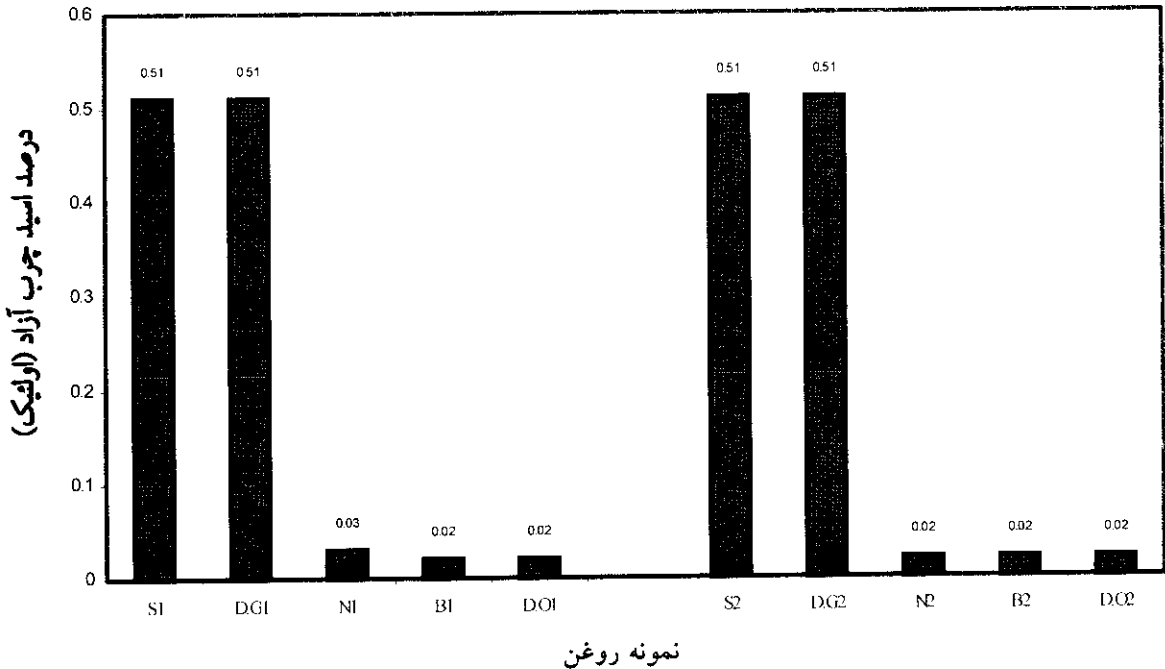
جهت شناسایی و تعیین مقادیر استرول‌ها و توکوفرول‌های روغن سویا ترکیبات غیرقابل صابونی شدن روغن استخراج و با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) اجزای آن از یکدیگر تفکیک شد و به وسیله اسپری کردن محلول ۰/۰۱ درصد رودامین 6G در اتانل باندهای مختلف ظاهر گردید. باندهای مربوط به توکوفرول‌ها و استرول‌ها بطور جداگانه از روی صفحه TLC جدا گردید و استخراج آنها با دی اتیل اتر صورت گرفت. شناسایی و تعیین مقدار توکوفرول‌های استخراج گشته از روغن به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مطابق استاندارد AOCS به شماره Ce 8-89 انجام شد. شناسایی استرول‌های استخراج گشته از روغن نیز بر اساس استاندارد AOAC به شماره ۹۷۰/۵۱ با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکار کننده شعله‌ای و ستون OV 17 (۴ mm × ۱/۵ m) با سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۵۰ میلی لیتر بر دقیقه، فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع و درجه حرارت آون C ۲۵۰° انجام شد.

مقدار فسفر بر اساس استاندارد IUPAC با شماره II. D. 16. 2 از طریق خاکستر کردن روغن، تهیه خاکستر محلول در اسید و تعیین میزان جذب به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۲۰ نانومتر و مقایسه با نمونه‌های استاندارد اندازه گیری شد.

مقادیر مس و آهن مطابق استاندارد AOCS با شماره Ca 15-75 به روش جذب اتمی مشخص گردید.

نتایج و بحث

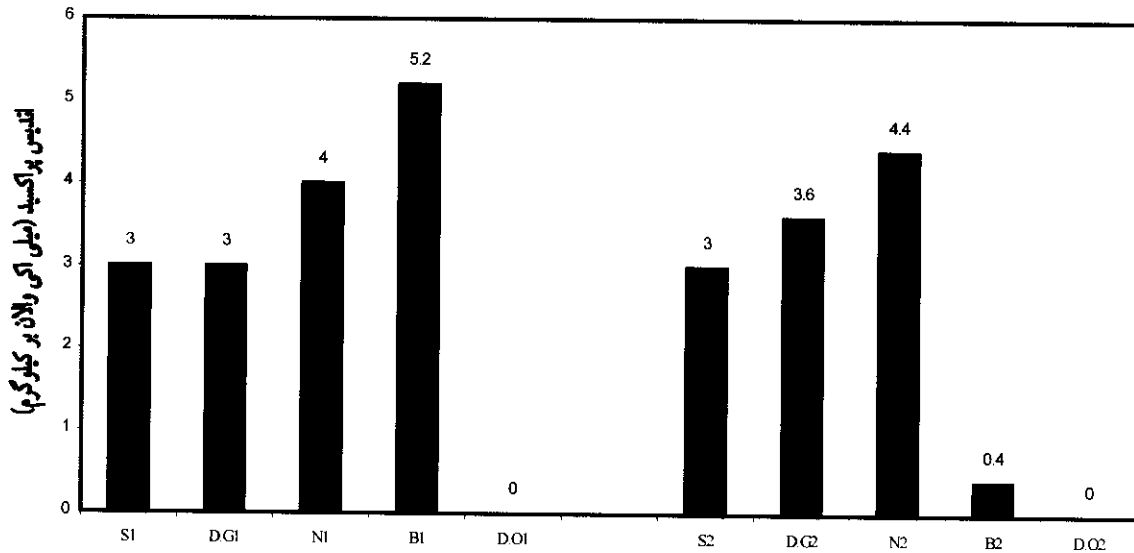
نمودار ۱ تغییرات درصد اسید چرب آزاد نمونه‌های روغن تصفیه شده را نشان می‌دهد. طی مرحله خنثی سازی کاهش قابل توجهی در مقدار اسید چرب آزاد ایجاد گشته که در نتیجه واکنش اسید چرب آزاد با سود و حذف آن به صورت صابون از روغن می‌باشد.



نمودار ۱- تغییرات درصد اسید چرب آزاد نمونه‌های روغن تصفیه شده

با توجه به نمودار ۲ که تغییرات اندیس پراکسید نمونه‌های روغن تصفیه شده را نشان می‌دهد، در روش اول تصفیه که صمغ‌گیری با آب انجام شده است تغییری در اندیس پراکسید ایجاد نگشته ولی در روش دوم طی صمغ‌گیری روغن با آب و اسید فسفریک افزایش ۲۰ درصدی در اندیس پراکسید مشاهده می‌شود. طی مرحله خنثی سازی نیز اندیس پراکسید افزایش یافته که می‌تواند به دلیل تحت خلا نبودن سیستم باشد. نکته قابل توجه در رابطه با اندیس پراکسید نقش مؤثر رنگبری با خاک رنگبری فعال شده با اسید در کاهش این فاکتور در نتیجه جذب پراکسیدها توسط خاک رنگبر و نقش ناکارآمد خاک رنگبری طبیعی در این رابطه می‌باشد که نه تنها کاهش در اندیس پراکسید ایجاد نکرده بلکه سبب افزایش قابل توجه آن گشته است. در عین حال مؤثرترین مرحله تصفیه جهت

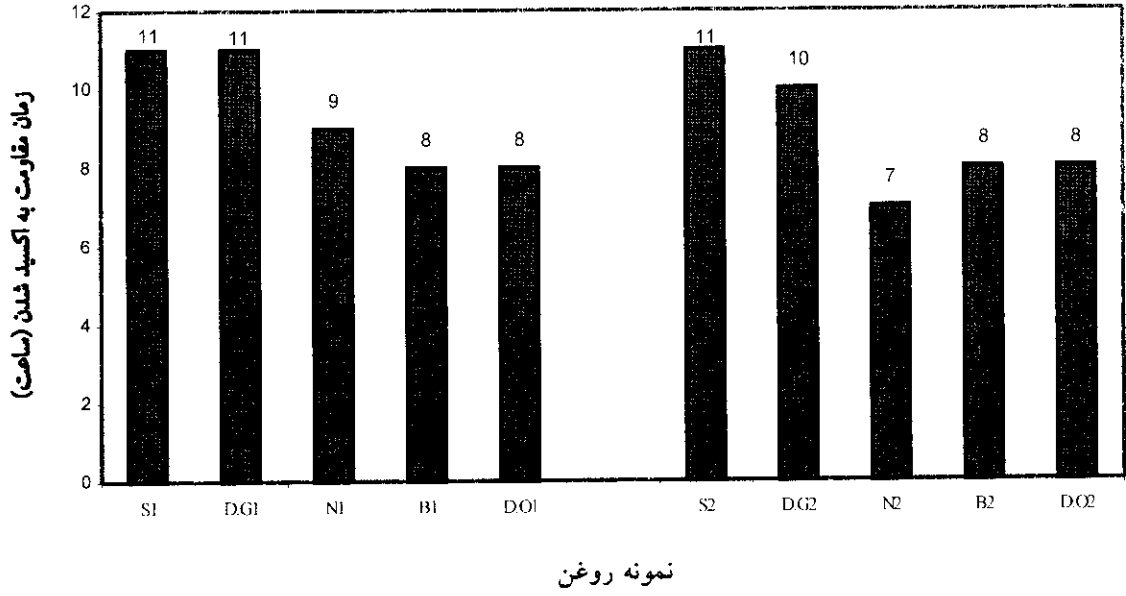
کاهش اندیس پراکسید مرحله بوگیری می‌باشد که در اثر درجه حرارت بالا (240°C) و تحت خلا موجود مقدار پراکسید به صفر رسیده است.



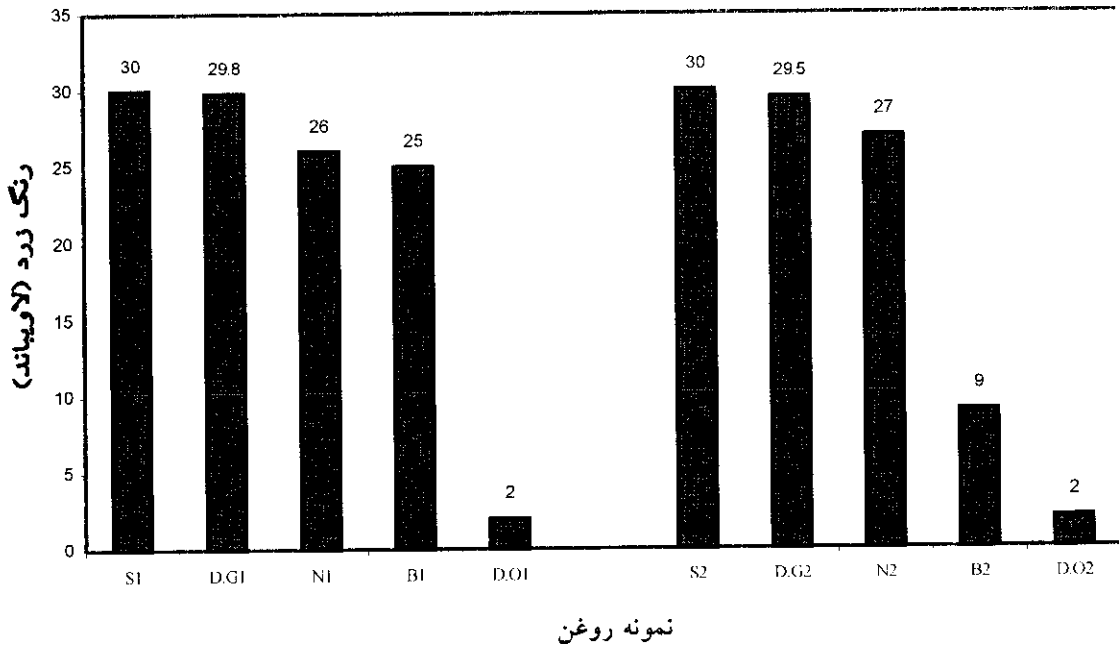
نمونه روغن

نمودار ۲- تغییرات اندیس پراکسید نمونه‌های روغن تصفیه شده

کاهش زمان مقاومت به اکسید شدن نمونه روغن جزئی صمغ‌گیری شده طی مراحل مختلف هر دو روش تصفیه در نمودار ۳ مشاهده می‌شود. که علت آن خروج فسفولیپیدها خصوصاً طی مرحله صمغ‌گیری و آنتی اکسیدان‌های طبیعی چون توکوفرول‌ها می‌باشد. زیرا فسفولیپیدها خاصیت سینرژیستی دارند و باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی توکوفرول‌ها می‌گردند. از این رو خروج آنها از روغن و از طرف دیگر تحت خلا نبودن مراحل صمغ‌گیری و خنثی سازی منجر به کاهش مقاومت روغن نسبت به اکسیداسیون می‌گردد. ضمناً کاهش زمان مقاومت به اکسید شدن نمونه روغن صمغ‌گیری شده با آب و اسید فسفریک در مقایسه با نمونه روغن صمغ‌گیری شده با آب می‌تواند به دلیل نقش مؤثر این نوع صمغ‌گیری در حذف فسفولیپیدها از روغن و از طرف دیگر وقوع اکسیداسیون و افزایش پراکسید طی این فرایند باشد.

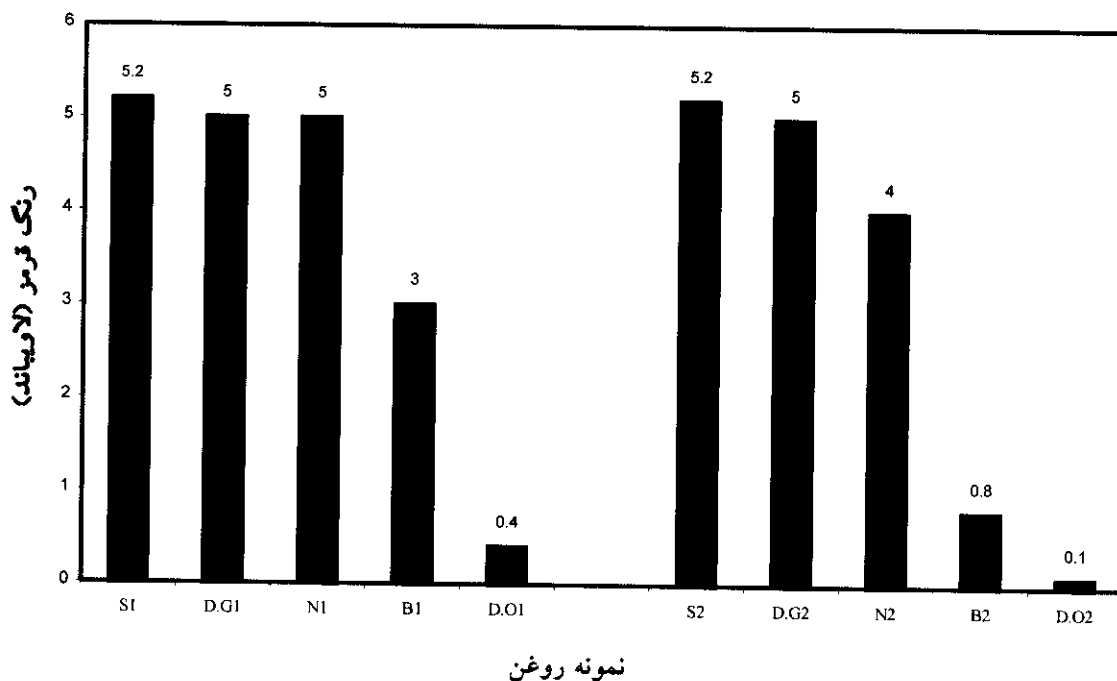


نمودار ۳- تغییرات زمان مقاومت به اکسید شدن نمونه‌های روغن تصفیه شده



نمودار ۴- تغییرات رنگ زرد نمونه‌های روغن تصفیه شده

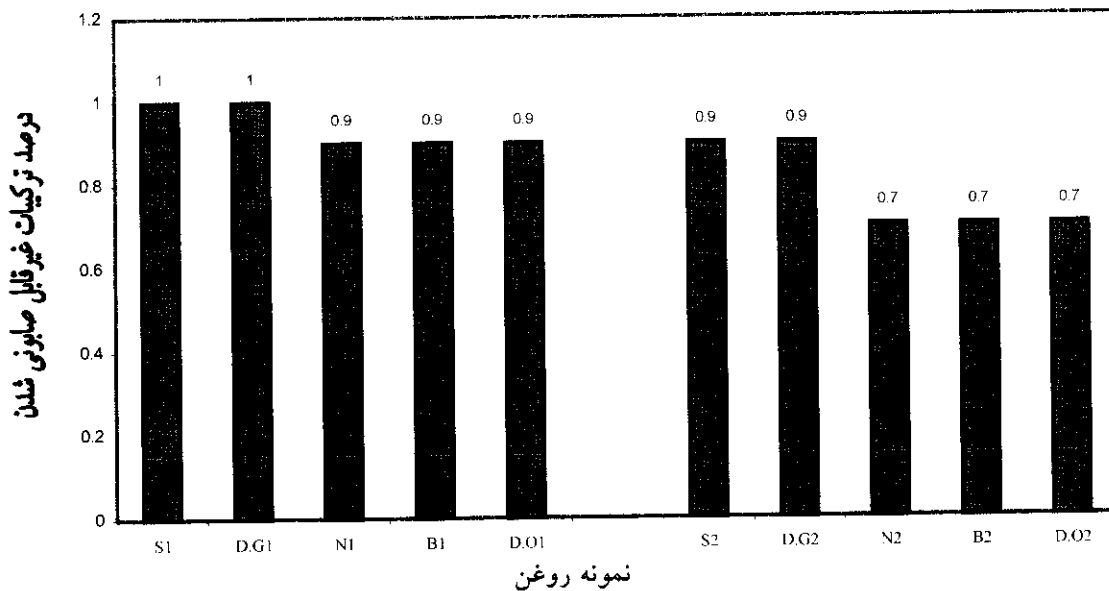
تغییرات رنگ زرد و قرمز نمونه‌های روغن تصفیه شده در نمودارهای ۴ و ۵ نشان داده شده است. رنگ زرد و قرمز روغن طی مراحل مختلف تصفیه خصوصاً مراحل رنگبری و بوگیری کاهش یافته است. میزان کاهش رنگ روغن طی رنگبری به نوع خاک رنگبری مورد استفاده بستگی دارد. به طوری که در روش اول تصفیه که از خاک رنگبری طبیعی استفاده شده است رنگ زرد و قرمز به ترتیب ۳/۸۵ و ۴۰ درصد و در روش دوم تصفیه که از خاک رنگبری فعال شده با اسید استفاده شده است رنگ زرد و قرمز به ترتیب ۲۸/۵۷ و ۸۰ درصد کاهش یافته است که بیانگر نقش مؤثرتر خاک رنگبری فعال شده با اسید در جذب ترکیبات رنگی و کاهش رنگ می‌باشد. علت افت رنگ در مرحله بوگیری را نیز می‌توان به تجزیه جزئی رنگدانه‌ها در دمای بالا و نیز احتمال اکسیداسیون روغن نسبت داد.



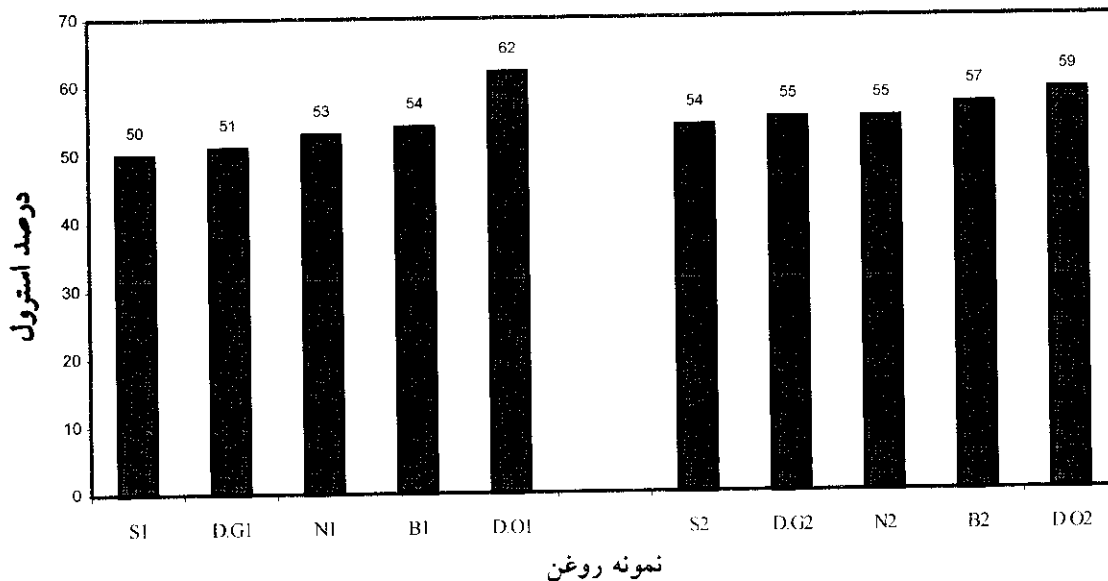
نمودار ۵- تغییرات رنگ قرمز نمونه‌های روغن تصفیه شده

نمودار ۶ تغییرات مقدار ترکیبات غیرقابل صابونی شدن روغن سویا شامل استرول‌ها، ۴ - متیل استرول‌ها، تری تریپن الکل‌ها، توکوفرول‌ها و هیدروکربن‌ها را که نقش مهمی در حفظ کیفیت روغن مقابل اکسیداسیون دارند نشان می‌دهد. بخشی از این ترکیبات طی مرحله خنثی سازی همراه صابون از روغن خارج گشته اند که با توجه به نمودار ۷ که افزایش درصد استرول‌های روغن سویا را طی فرایند

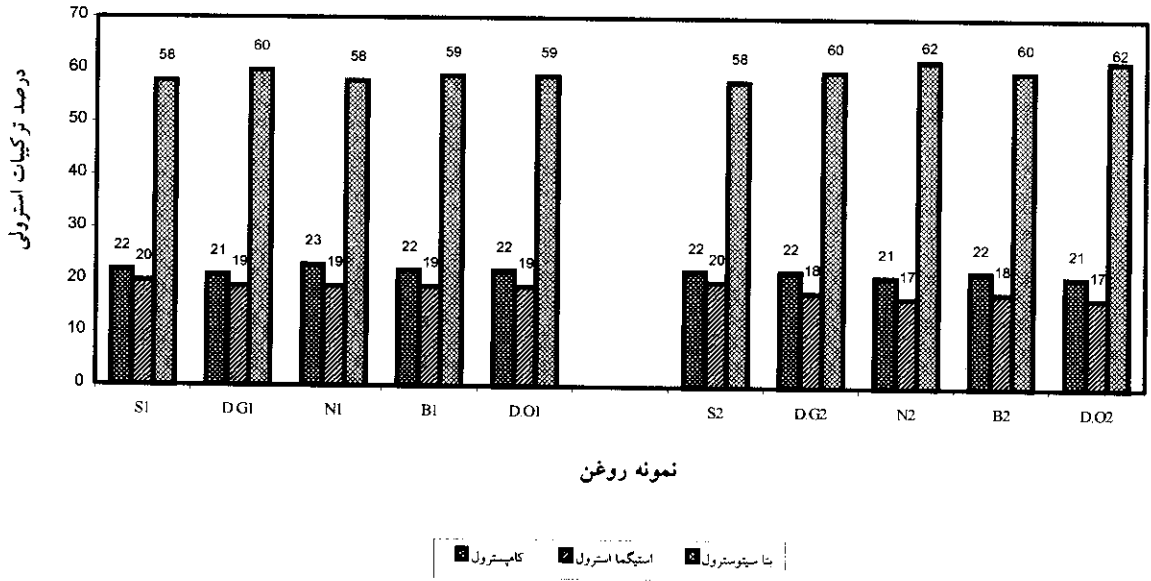
تصفیه نشان می‌دهد، ترکیبات غیرصابونی حذف شده از روغن طی مرحله خنثی سازی ترکیبات غیراسترولی خصوصا توکوفرول‌ها (نمودار ۱۰) می‌باشند. ترکیبات استرولی اصلی روغن سویا کامپسترول، استیگما استرول و بتا سیتوسترول می‌باشند که طی فرایند تصفیه تحت تأثیر واقع نشدند (نمودار ۸).



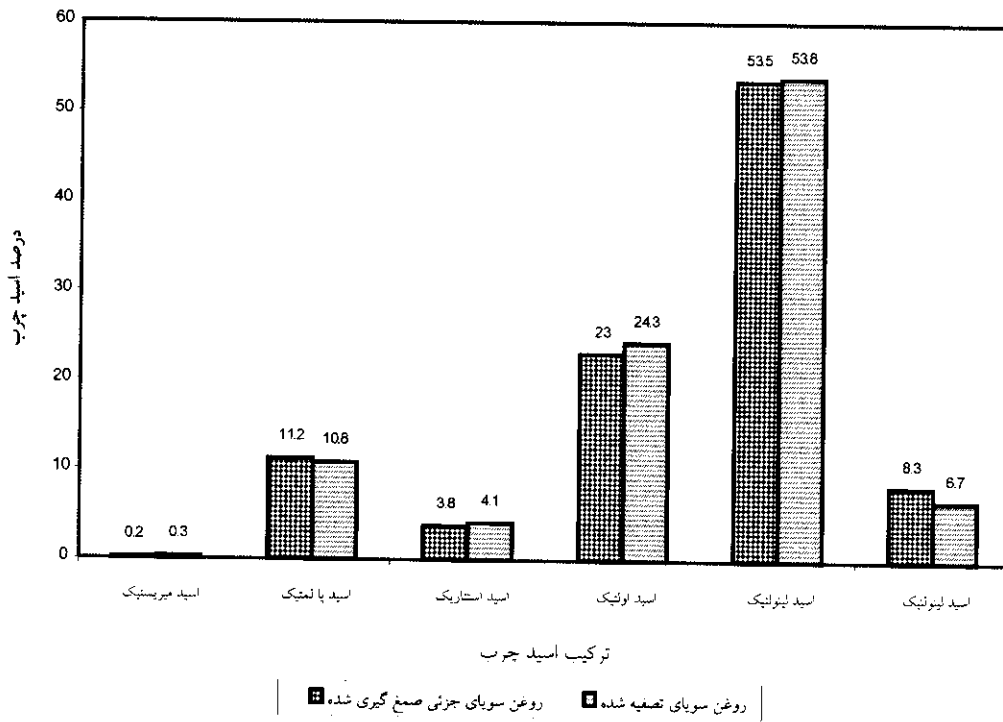
نمودار ۶- تغییرات درصد ترکیبات غیرقابل صابونی شدن نمونه‌های روغن تصفیه شده



نمودار ۷- تغییرات درصد استرول ترکیبات غیرقابل صابونی شدن نمونه‌های روغن تصفیه شده

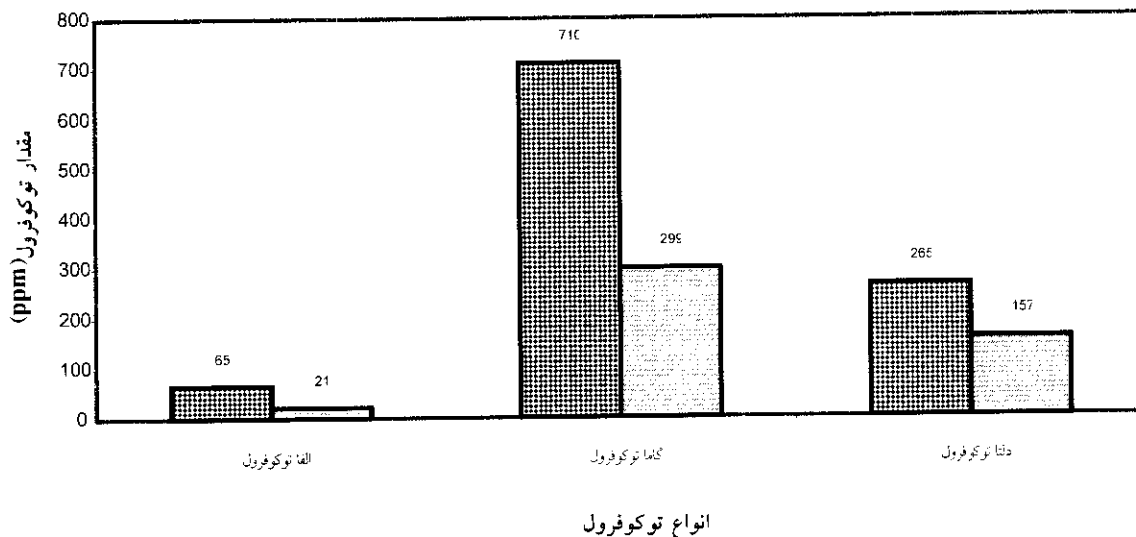


نمودار ۸- تغییرات درصد استرول‌های اصلی ترکیبات غیرقابل صابونی شدن نمونه‌های روغن تصفیه شده



نمودار ۹- تغییرات ترکیب اسید چرب در نمونه‌های تصفیه شده و صمغ‌گیری شده روغن سویا

با توجه به نمودار ۹ که ترکیب اسید چرب روغن سویا را قبل و بعد از تصفیه نشان می‌دهد، اسیدهای چرب غالب در روغن سویا اسید لینولئیک و اسید اولئیک می‌باشند و طی تصفیه تغییر قابل ملاحظه‌ای در ترکیب اسید چرب روغن ایجاد نمی‌گردد و کاهش جزئی در مقدار اسید لینولئیک پس از تصفیه می‌تواند در نتیجه اکسیداسیون این اسید تحت شرایط فرایند باشد.



روغن سویای جزئی صمغ گیری شده ■

روغن سویای تصفیه شده ■

نمودار ۱۰- تغییرات ترکیب توکوفرول در نمونه‌های تصفیه شده و صمغ‌گیری شده روغن سویا

نمودار ۱۰ تغییرات مقدار توکوفرول روغن سویا را قبل و بعد از تصفیه نشان می‌دهد. اگرچه میزان توکوفرول‌ها طی فرایند تصفیه بطور قابل توجهی کاهش یافته است ولی مطابق تحقیقات انجام شده مقدار باقیمانده در روغن جهت حفاظت از آن در مقابل اکسیداسیون کافی می‌باشد.

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقادیر فسفر، مس و آهن طی فرایند تصفیه بطور قابل توجهی کاهش یافته است.

جدول ۱- تغییرات مقدار فسفر، مس و آهن (ppm)

نمونه روغن	P	Cu	Fe
S1	۱۴۰	۰/۰۹	۲/۵
D.O1	۴۳	۰/۰۶	۰/۵
S2	۱۴۰	۰/۰۸	۲/۵
D.O2	۲۴	۰/۰۳	۰/۱

با توجه به اینکه مقدار فسفر شاخص مقدار فسفولیپید در روغن بوده و قسمت اعظم فسفولیپید طی مرحله صمغ‌گیری از روغن خارج می‌گردد، مقایسه دو روش تصفیه مورد استفاده و کاهش بیشتر مقدار فسفر در روش دوم تصفیه نشان‌دهنده نقش مؤثرتر صمغ‌گیری با آب و اسید فسفریک در مقایسه با صمغ‌گیری با آب در حذف فسفولیپیدها از روغن می‌باشد. مقدار مس و آهن موجود در روغن نیز طی مراحل مختلف تصفیه کاهش یافته است. کاهش بیشتر مقادیر مس و آهن در روش دوم تصفیه مورد استفاده بیانگر نقش مؤثرتر صمغ‌گیری با آب و اسید فسفریک و نیز رنگبری با خاک رنگبری فعال شده با اسید در رابطه با حذف این فلزات از روغن می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی روغن سویا در مراحل مختلف تصفیه (صمغ‌گیری، خنثی‌سازی، رنگبری و بوگیری) بیانگر کاهش مقدار اسیدهای چرب آزاد، پراکسیدها، فسفولیپیدها، ترکیبات رنگی و فلزاتی چون مس، آهن و فسفر طی فرایند تصفیه می‌باشد. کاهش ترکیبات غیرقابل صابونی شدن روغن نیز که طی فرایند تصفیه ایجاد گشته است به سبب حذف توکوفرول‌ها می‌باشد که کاهش مقاومت روغن به اکسیداسیون را در پی داشته است. ضمناً تغییر قابل توجهی در ترکیب اسید چرب روغن سویا و ترکیبات استرولی آن طی فرایند تصفیه ایجاد نگشته است.

منابع و مآخذ

- 1- Carr, R. A. 1978. Refining and degumming system for edible fats and oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 55 (11), 765-771.

- 2- Charpentier, R. 1991. Practical consideration in refining soybean oil. *Inform*, 2 (3), 208 – 209, 212 – 213.
- 3- Firestone, D. 1994. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 4 th edn., AOCS Press, Champaign, IL.
- 4- Firestone, D. 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 15 th edn., Arlington, USA.
- 5- Gavin, A. M. 1977. Edible oil deodorizing systems. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 54 (11), 528-532.
- 6- Gupta, M. K. 1993. Processing to improve soybean quality. *Inform*, 4 (11) 1267 – 1272.
- 7- Gutfinger, T. and Letan, A. 1974. Quantitative changes in some unsaponifiable components of soybean oil due to refining. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25 (9), 1143-1147.
- 8- Hodgson, A. S. 1995. Alkali refining of soybean oil using KOH. *INFORM*, 6 (4) 425-426.
- 9- Johansson, A. and Hoffman, I. 1979. Effect of processing on the content and composition of free sterols and sterol esters in soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56 (10), 886-889.
- 10- Paquot, C. 1979. *International Union of Pure and Applied Chemistry, Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*, 6 th edn., Pergamon Press, U. K.
- 11- Russell, J. 1996. The refining of soybean oil to optimum quality. *Grasas Y Aceites*, 47 (4) 275 - 283.
- 12- Wiedermann, L. H. 1981. Degumming, refining and bleaching soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58 (3), 159-166.