# بررسی امکان استفاده از هسته مرکبات حاصل از ضایعات کارخانه‌های فرآوری به عنوان منبع روغن خوراکی

**منوچهر حامدی و فرزاد گودرزی**

**دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم صنایع غذایی**

**دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران**

**تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۹/۱۷**

## خلاصه

**روغن هسته‌های پرتقال شهسوار، لیمو ترش شیراز، گریپ فروت جیرفت و روغن هسته‌های پرتقال، لیموترش، گریپ فروت ضایعات کارخانه‌های افشره، یک و یک و سنوس بررسی شدند. ترکیب تقریبی هسته‌ها پس از خشک کردن در گرمخانهٔ خلاء و پوست‌گیری تعیین شد. هستهٔ پرتقال شهسوار بالاترین میزان روغن (۴۴/۸٪) را داشت. قابلیت استخراج روغن به وسیلهٔ سه حلال هگزان، اتر نفت، و آمیزهٔ ۱:۱ آنها مقایسه گردید. آمیزهٔ ۱:۱ هگزان و اتر نفت به طور معنی‌داری بالاترین بازده را داشت. مشخصات فیزیکی و شیمیایی روغنهای خام و پالایش شدهٔ هسته مرکبات تعیین و اثر پالایش بر هر صفت به‌کمک آزمون جفتی t-student مطالعه شد، که وجود اختلاف معنی‌دار در همهٔ صفات بین آنها را نشان داد. روغنهای پالایش شدهٔ هستهٔ مرکبات بجز اسیدیته و عدد رنگ در بقیهٔ صفات اختلاف کم ولی معنی‌داری داشتند. روغنهای هستهٔ مرکبات با روغنهای پنبه دانه و لوبیای سویا آمیخته شدند و تحت رنگبری قرار گرفتند. بیشترین اثر در نسبتهای ۳:۲ و ۱:۱ به ترتیب با پنبه‌دانه و سویا به دست آمد. روغن هسته‌های پرتقال و گریپ فروت به ترتیب دارای بالاترین و پائینترین میزان اسیدهای چرب اشباع نشده بودند. اسید چرب غالب در روغنهای گریپ فروت و لیمو ترش پالمیتیک و در پرتقال لینولییک بود. میزان اسید لینولنیک از ۲/۱ تا ۵/۱ نوسان داشت که بالاترین و پایینترین میزان آن به ترتیب در هسته‌های لیمو ترش و گریپ فروت بود. محتوای عناصر Fe و Cu روغنهای پالایش شده به روش طیف سنجی جذب اتمی اندازه‌گیری شد و روغن هسته لیمو ترش بیشترین میزان Fe و Cu را داشت. روغنهای پالایش شدهٔ هستهٔ گریپ فروت و لیمو ترش در آزمون گرمخانهٔ $60 \pm 1\ ^{\circ}C$ به ترتیب بیشترین و کمترین پایداری را داشتند.**

**واژه های کلیدی:** روغن خوراکی ، هسته مرکبات ، پرتقال ، لیموترش، گریپ فروت ، ترکیب ، رنگبری ، پایداری

## مقدمه

بنا به گزارش فائو (۱۹۹۶)، ایران با تولید ۳/۱ میلیون تن مرکبات در بین تولیدکنندگان آسیایی پس از هند در مرتبهٔ دوم و در جهان در جایگاه هفتم قرار دارد. ۲۵/۳٪ از تولید مرکبات ایران در صنایع تبدیلی به مصرف می‌رسد (آمار نامه کشاورزی ایران، ۱۳۷۶). حدود ۹۰٪ روغن خوراکی مصرفی از خارج وارد می‌شود و این میزان در سال ۱۳۷۵، ۷۶۰ هزار تن بود (آمارنامه کشاورزی ایران، ۱۳۷۶). با توجه به وضعیت اقلیمی خشک و موقعیت اقتصادی ایران لزوم استفاده از ضایعات کاملاً محسوس است، بویژه آنکه هسته مرکبات از لحاظ داشتن تلخی جزء ضایعات صرف هستند، در حالی که غنی از روغن می‌باشند (تلس و همکاران، ۱۹۷۲). روشهایی برای جداسازی و خشک کردن هسته‌ها ابداع

شده و تولید تجارتی روغن هسته‌های مرکبات امکان‌پذیر شده است (اکی، ۱۹۵۴، نوتل و فون لوسک، ۱۹۴۰). در حالی که ترکیب روغن هستهٔ مرکبات در کشورهای دیگر مطالعه شده است (تلس و همکاران، ۱۹۷۲؛ تسویوکی، ۱۹۸۴؛ حبیب و همکاران، ۱۹۸۶؛ ساتلار، ۱۹۸۸)، و روشهای مناسبی برای خشک کردن هسته‌های مرکبات به منظور روغن کشی (ریموند و ادوارد، ۱۹۹۴) و برای پالایش و رنگبری این روغنها ارائه شده است (هلمی، ۱۹۹۰)، در ایران مطالعه چندانی صورت نگرفته است، و فیلسوف و مهران (۱۹۷۶) تنها ترکیب اسیدهای چرب پرتقال و لیمو را تعیین کردند.

در این کار، میزان روغن، تأثیر نوع حلال، و مشخصات فیزیکی و شیمیایی روغن هسته‌های مرکبات و ضایعات سه کارخانه که شرح آنها در قسمت مواد و روشها آمده است، ترکیب اسیدهای چرب، محتوای Cu, Fe، اثر آمیختن با روغنهای متداول پنبه‌دانه و سویا بر رنگبری، و نیز پایداری آنها مطالعه گردید.

## مواد و روشها

نمونه‌ها - در این مطالعه از ۶ نوع نمونه استفاده شد:

۱ - هسته لیمو ترش حاصل از ضایعات کارخانه ۱&۱ شیراز (L.s-un)

۲ - هسته لیمو ترش رقم شیراز (L.s-sh)

۳ - هسته پرتقال حاصل از ضایعات کارخانهٔ افشره تنکابن (O.s-un)

۴ - هسته پرتقال رقم شهسوار (O.s-sh)

۵ - هسته گریپ فروت حاصل از ضایعات کارخانه سنوس جیرفت (G.s-un)

۶ - هسته گریپ فروت رقم سفید جیرفت (G.s-wh)

### آماده‌سازی نمونه‌ها

الف - ضایعات کارخانه‌ها:

ضایعات به دست آمده از کارخانه‌های ۱&۱ شیراز، افشرهٔ تنکابن و سنوس جیرفت شامل پوست، گوشت میوه و هسته درون ظرف آب ریخته و هم زده شدند، هسته‌ها به علت جرم حجمی زیادتر در کف ظرف ته نشین شدند. هسته‌ها را پس از جداسازی آبکش کرده و در آمیزهٔ یخ و نمک به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در فریزر تا انجام آزمایش نگهداری شدند. مقداری از هسته‌ها را بدون استفاده از غوطه‌وری در آب جدا کرده و برای اندازه‌گیری رطوبت مورد استفاده قرار گرفتند.

**ب - هسته مرکبات با رقم معین**

هسته‌های لیمو ترش رقم شیراز از باغهای اطراف شیراز، پرتقال شهسوار از باغهای اطراف تنکابن و گریپ فروت از باغهای اطراف جیرفت جدا گردید و در شرایط الف به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

هسته‌ها را پس از خشک کردن در گرمخانهٔ خلاء $70\ ^{\circ}C$ با اندکی آسیاب کردن شکسته، با هوادهی پوسته‌ها را جدا کرده، مغزها را کاملاً آسیاب کرده پس از عبور از الک ۲۰ مش تا انجام آزمایش در فریزر نگهداری شدند.

### آزمایشها

الف - میزان پروتئین بذرها به روش کجلدال ($N\times 6/25$) و کربوهیدرات آنهات بر حسب قند معکوس به روش لین رینون تعیین گردید (۱۰).

ب - استخراج روغن. از حلالهای هگزان، اتر نفت و آمیزه ۱:۱ هگزان - اتر نفت به روش سوکسله استفاده شد (۱۰).

پ - پالایش. ۵۰g از هر روغن خام در بشر ۲۰۰ml تا $60\ ^{\circ}C$ گرما داده شد. مقدار محاسبه شده‌ای محلول سود طبق روش AOCS افزوده شد (۹). آمیزه مدت ۳۰ دقیقه همزده و سانتریفوژ شد، سپس لایه روغن جدا گردید و در دمای یخچال نگهداری شد.

ت - رنگبری. ۴۰g از هر یک از روغنهای پالایش شده را در بشر ۲۰۰ ml تا $110\ ^{\circ}C$ گرم کرده و به میزان ۳٪ خاک رنگبر افزوده مدت ۱۰ دقیقه همزده شد، آمیزه سانتریفوژ گردید و مایع رویی را جدا کرده در یخچال نگهداری گردید (۵ و ۸) آمیزه‌هایی از روغنهای خام مرکبات و پنبه دانه و سویا به نسبتهای ۱:۱، ۲:۳، ۳:۱ تهیه و رنگبری شد.

ث - خواص فیزیکی و شیمیایی. خواص فیزیکی و شیمیایی (جدولهای ۳ و ۴) روغنهای خام و پالایش شده تعیین گردید (۲).

ج - پایداری. پایداری به روش آزمون گرمخانه در $60\pm 1\ ^{\circ}C$ طبق روش AOCS (۹) انجام شد.

چ - ترکیب اسیدهای چرب روغنهای پالایش شده. پس از

تهیهٔ متیل استر به روش سدیم متوکسید (جیمز، ۱۹۹۵)، ترکیب اسیدهای چرب به وسیلهٔ GLC (گاز کروماتوگراف واریان ۳۴۰۰) در شرایط عمل زیر تعیین شد:

ستون DEGS با قطر داخلی ۴mm و طول ۲ متر، دمای جایگاه تزریق و ستون $190^{\circ}C$، دمای دتکتور $210^{\circ}C$، گاز حامل N با سرعت ۳۰ml در دقیقه و گاز $H_2$ ۳۳ml در دقیقه و هوا ۲۰۰ml در دقیقه، دتکتور FID. شناسایی اجزا با استفاده از زمان بازداری استرهای متیل اسیدهای چرب شناخته شده (سیگما) و درصد وزنی آنها به روش نور مالیزیشن صورت گرفت.

ح- Cu و Fe به روش طیف نور سنجی جذب اتمی (واریان، مدل ۱۲۰۰، رکورد، مدل ۱۳۵). پس از آماده‌سازی به روش خاکستر مرطوب و استفاده از لامپهای CU (3m A) و Fe(5m A) به ترتیب در طول موجهای ۳۲۴/۷ و ۲۴۸/۳nm و شکاف ۰/۲nm اندازه‌گیری شدند (۱۱).

**روشهای آماری**

الف جمع‌آوری نمونه‌ها

برای جمع‌آوری نمونه‌ها از باغهای مرکبات از ۶ نقطه باغ به طور تصادفی نمونه‌ها انتخاب و جمع‌آوری شدند. برای جمع‌آوری نمونه‌ها از کارخانه‌ها نیز از ۶ نقطهٔ مختلف توده‌های ضایعات نمونه‌برداری صورت گرفت.

ب- طرحهای آماری

برای مقایسه صفات هر یک از تیمارهای روغنهای خام و پالایش شده با هم، از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار استفاده شد. به منظور بررسی اثر پالایش بر صفات

جدول ۱ - ترکیبات شیمیایی نمونه بذرهای مختلف در مادهٔ خشک (%)

| ترکیبات | کربوهیدرات | | پروتئین | | خاکستر | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نمونه | $\bar{X}$ | $\bar{S}$ | $\bar{X}$ | $\bar{S}$ | $\bar{X}$ | $\bar{S}$ |
| O.s.sh | ۳۵/۳۱ | ۰/۹۸ | ۱۷/۸۱ | ۱/۱۴ | ۳/۰۶ | ۰/۱۶ |
| O.s.un | ۳۵/۲۳ | ۱/۲۲ | ۱۸/۱۲ | ۱/۷۲ | ۲/۸۹ | ۰/۳۲ |
| L.s.sh | ۳۲/۱۹ | ۰/۸۴ | ۲۲/۱۲ | ۱/۰۸ | ۲/۴۴ | ۰/۰۹ |
| L.s.un | ۳۲/۱۰ | ۱/۱۱ | ۲۱/۸۲ | ۱/۴۶ | ۲/۸۲ | ۰/۲۷ |
| G.s.wh | ۴۰/۵۳ | ۰/۹ | ۱۴/۶۲ | ۰/۹۳ | ۳/۱۶ | ۰/۱۲ |
| G.s-un | ۴۰/۱۴ | ۱/۰۶ | ۱۵/۱۰ | ۱/۸۲ | ۳/۳۰ | ۰/۲ |

جدول ۲ - نتایج حاصل از استخراج روغن انواع بذرها توسط سه نوع حلال

| نمونه | حلال | | | میانگین |
|---|---|---|---|---|
| | اتر نفت | هگزان | اتر + هگزان (۱:۱) | روغن بذر |
| O.s.sh. | ۴۳/۳۱ | ۴۳/۷۳ | ۴۴/۹۲ | ۴۳/۸۲ |
| O.s.un. | ۴۲/۷۶ | ۴۳/۶۴ | ۴۴/۶۱ | ۴۳/۷۶ |
| L.s.sh. | ۴۲/۶۳ | ۴۳/۲۹ | ۴۳/۸۴ | ۴۳/۲۵ |
| L.s.un. | ۴۲/۲۶ | ۴۲/۳۹ | ۴۳/۲۶ | ۴۲/۶۳ |
| G.s.wh. | ۳۹/۴۳ | ۴۰/۱۴۳ | ۴۱/۶۸۶ | ۴۰/۴۱ |
| G.s-un. | ۳۹/۸۹ | ۴۰/۱۵ | ۴۱/۴۵۷ | ۴۰/۴۹ |
| میانگین استخراج حلال | ۴۱/۶۹ | ۴۲/۲۲ | ۴۳/۲۹ | |

روغنها، میانگین هر یک از صفات در روغنهای خام و پالایش شده، دو به دو با هم به وسیله آزمون جفتی t-student مقایسه گردید.

اثر روشهای مختلف آمیختن روغنهای هسته مرکبات با روغنهای سویا و پنبه دانه در رنگبری روغنها بوسیلهٔ طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار بررسی شد.

بررسی اثر نوع حلال و هسته بر استخراج روغن با آزمون فاکتوریل ۳×۶ در غالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. حلالهای بکار رفته در سه سطح و هسته‌ها در شش سطح به کار گرفته شدند.

مقایسه اسیدهای چرب غیر اشباع روغنهای پالایش شدهٔ هسته‌های مرکبات توسط طرح کاملاً تصادفی و در ۲ تکرار انجام شد.

میزان عناصر مس و آهن موجود در روغنهای پالایش شده توسط طرح کاملاً تصادفی و با ۲ تکرار بررسی شد. همهٔ میانگینها در همهٔ طرحهای به کار گرفته شده توسط آزمون LSD با یکدیگر مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

جدول ۱ ترکیب تقریبی هسته‌های مرکبات و جدول ۲ نتایج استحصال روغن به وسیله ۳ حلال رانشان می‌دهند.

نمونهٔ O.s.sh دارای بیشترین و G.s.wh کمترین میزان چربی بودند. جدول ۲ نشان دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار بین بازده استخراج روغن به وسیلهٔ حلالهای گوناگون به کار رفته در سطح ۵٪ است. آمیزهٔ ۱:۱ اتر نفت و هگزان بالاترین بازده را برای همه انواع بذرها داشت، پس از آن هگزان و اتر نفت قرار گرفتند.

خواص فیزیکی و شیمیایی روغنهای خام پالایش شده در جدولهای ۳ و ۴ آمده است. فرآیند پالایش موجب افزایش چگالی، نمایه شکست، عدد یدی، کاهش پروکسید و اسیدیته، مواد غیر قابل صابونی، عدد استر، و رنگ (جدول ۸) گردید. جدول ۳ نشان دهندهٔ اختلاف در خواص فیزیکی و شیمیایی از جمله عدد یدی نمونه‌هاست.

روغنهای بذر پرتقال و بذر گریپ فروت به ترتیب دارای بالاترین و کمترین عدد یدی هستند. اختلاف عدد یدی روغن گریپ فروت و لیمو ترش کم ولی معنی‌دار است. این اختلافها ناشی از تفاوتهای موجود در اسیدهای چرب تشکیل دهندهٔ روغنهاست. جدول ۱-۵ تجزیه واریانس اثر نوع بذر مرکبات بر خواص فیزیکی و شیمیایی روغنهای خام را نشان می‌دهد.

در جدول ۶ خواص فیزیکی و شیمیایی این روغنها با موارد مشابه گزارش شده توسط پژوهندگان خارجی نتایج آزمون جفتی t-student بررسی اثر پالایش بر صفات روغنهای بذر مرکبات در جدول ۷ آمده است.

از میان آمیزه‌های مختلفی از روغنهای مرکبات با روغنهای پنبه دانه و سویا، آمیزه ۳:۲ با روغن پنبه دانه بیشترین و آمیزه‌های ۱:۱ کمترین اثر را در حذف رنگدانه‌های روغنها داشتند. آمیزهٔ ۱:۱ روغنهای مرکبات با روغن سویا پس از آمیزهٔ ۳:۲ با پنبه دانه بهترین اثر را داشت (جدول ۸). حذف بهتر رنگدانه‌های روغن در مورد آمیزه‌های پنبه دانه و سویا به ترتیب در نسبتهای ۳:۲ و ۱:۱ را می‌توان به تجمع و اتصال رنگدانه‌های آمیخته شده به یکدیگر بویژه گوسیپول پنبه دانه با کاروتن، کلروفیل، و لیکوپن روغنهای مرکبات و تشکیل ذره‌های درشت‌تر و سنگین‌تر و در نتیجه امکان ته‌نشینی بهتر آنها نسبت داد (۵). در نسبتهای دیگر، احتمالاً وجود رنگدانه‌های فراوان پنبه دانه و بر هم خوردن توازن بین رنگدانه‌های دو نوع روغن آمیخته شده برای اتصال به یکدیگر علت به دست نیامدن نتیجهٔ بهتر بوده است.

جدول ۹ نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان اسیدهای چرب غیر اشباع را در نمونه‌های روغن نشان می‌دهد. بر این اساس بین روغنهای پرتقال، لیمو ترش، و گریپ فروت در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ولی این اختلاف درون تیمارها معنی‌دار نبود. بالاترین میزان لینولنیک در بذر لیمو ترش (L.s.sh) یافت شد. این امر می‌تواند ضمن حساستر کردن این روغن نسبت به اکسایش توجیهی بر بالاتر بودن اسیدهای چرب آزاد آن پیش از پالایش باشد.

نتایج حاصل از تجزیهٔ اسیدهای چرب نمونه‌ها (جدول ۱۰) با نتایج کار دیگر پژوهشگران (جدول ۱۱) مقایسه شد. در گریپ فروت میزان اسیدهای پالمیتیک و اولییک زیادتر و لینولییک و لینولنیک کمتر؛ در پرتقال، میزان پالمیتیک کمتر و در مقابل اسیدهای اولییک و لینولییک بیشتر بود؛ و در لیمو، میزان اسیدهای پالمیتیک و لینولییک بیشتر و اسیدهای اولییک و لینولنیک کمتر بود در حالی که با کار فیلسوف و مهران (۳) اختلاف زیادی ندارد. این

جدول ۳ - خواص شیمیایی و فیزیکی روغنهای خام

| تیمار | L.s.sh | | L.s.un | | O.s.sh | | O.s.un | | G.s.wh | | G.s-un | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صفات | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd |
| عدد پراکسید | ۶/۲۰ | ۰/۱۷۲ | ۷/۱۱ | ۱/۰۴۱ | ۴/۹۸ | ۰/۲۰۴ | ۵/۳۶ | ۱/۱۲ | ۵/۵ | ۰/۱۹۲ | ۵/۷۲ | ۱/۰۰ |
| عدد اسیدی | ۰/۸۶۳ | ۰/۰۸۰۲ | ۱/۵۳ | ۰/۰۹۱۴ | ۰/۵۹۸ | ۰/۰۱۱ | ۰/۶۴۴ | ۰/۰۲۲ | ۰/۷۵۳ | ۰/۰۲۸ | ۰/۷۸۲ | ۰/۰۳۴ |
| عدد یدی | ۸۹/۶۴ | ۱/۲۲ | ۸۹/۵۲ | ۱/۹۴ | ۹۸/۷۲ | ۰/۸۴ | ۹۹/۴۱ | ۱/۶۲ | ۸۸/۸۲ | ۰/۹۱ | ۸۸/۲۰ | ۱/۲۴ |
| عدد صابونی | ۱۹۲/۳۵ | ۱/۰۲۱ | ۱۹۲/۵۵ | ۱/۲۱ | ۱۹۵/۷۶ | ۰/۹۴۱ | ۱۹۵/۱۰ | ۱/۰۲۱ | ۱۸۹/۶۷ | ۰/۸۴۱ | ۱۸۹/۲۱ | ۰/۹۷۲ |
| درصد مواد غیر صابونی | ۰/۷۹۱ | ۰/۰۱۴ | ۰/۷۹۶ | ۰/۰۱۷ | ۱/۲۴ | ۰/۰۲۱ | ۱/۳۸ | ۰/۰۲۵ | ۰/۶۷۸ | ۰/۰۲۱ | ۰/۶۸۲ | ۰/۰۱۹ |
| عدد استری | ۱۹۱/۴۸ | ۰/۹۷ | ۱۹۱/۰۲ | ۱/۲۴ | ۱۹۵/۱۶ | ۰/۷۲ | ۱۹۴/۴۴ | ۱/۳۱ | ۱۸۸/۹۱ | ۰/۷۱ | ۱۸۸/۴۲ | ۰/۹۸ |
| وزن مخصوص | ۰/۹۲۴ | ۰/۰۰۴ | ۰/۹۲۳ | ۰/۰۰۰۷ | ۰/۹۳۰ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۹۲۹ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۹۱۲ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۹۱۴ | ۰/۰۰۰۴ |
| نمایه شکست | ۱/۴۶۷۵ | ۰/۰۰۰۰۴ | ۱/۴۶۷۵ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۱/۴۶۸۲ | ۰/۰۰۰۰۴ | ۱/۴۶۸۱ | ۰/۰۰۰۰۵ | ۱/۴۶۷۱ | ۰/۰۰۰۰۴ | ۱/۴۶۷۰ | ۰/۰۰۰۰۴ |

جدول ۴ - خواص شیمیایی و فیزیکی روغنهای پالایش شده

| تیمار | L.s.sh | | L.s.un | | O.s.sh | | O.s.un | | G.s.wh | | G.s-un | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صفات | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd |
| عدد پراکسید | ۳/۱۲ | ۰/۰۸۲ | ۳/۴۱ | ۰/۰۹۱ | ۲/۵۸ | ۰/۰۷۶ | ۲/۶۴ | ۱/۰۲ | ۲/۸۶ | ۰/۰۹۲۱ | ۲/۹۲ | ۰/۰۹۸ |
| عدد اسیدی | ۰/۲۰ | ۰/۰۰۴ | ۰/۱۹۹ | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۹۹ | ۰/۰۰۴ | ۰/۲ | ۰/۰۰۴ | ۰/۱۹۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۱۹۸ | ۰/۰۰۱ |
| عدد یدی | ۹۱/۶۴۵ | ۰/۷۴۱ | ۹۰/۷۰۷ | ۱/۴۱ | ۹۹/۸۹ | ۰/۵۱۲ | ۱۰۰/۰۴ | ۱/۱۴ | ۸۹/۶۰ | ۰/۴۲۱ | ۸۹/۵۱ | ۰/۶۷۲ |
| عدد صابونی | ۱۹۰/۸۲ | ۰/۹۷۸ | ۱۹۱/۲۴ | ۱/۴۲ | ۱۹۳/۹۸ | ۰/۸۷۲ | ۱۹۳/۶۵ | ۰/۹۶۱ | ۱۸۸/۱۲ | ۰/۵۸۱ | ۱۸۸/۰۲ | ۰/۶۳۴ |
| درصد مواد غیر صابونی | ۰/۴۱۹ | ۰/۰۰۱۲ | ۰/۴۳۴ | ۰/۰۰۲۴ | ۰/۵۳۸ | ۰/۰۰۱۶ | ۰/۵۵۴ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۳۹۸ | ۰/۰۰۱۷ | ۰/۳۹۱ | ۰/۰۰۳۲ |
| عدد استری | ۱۹۰/۶۲ | ۰/۸۴۲ | ۱۹۱/۰۴ | ۰/۹۴۱ | ۱۹۳/۷۸ | ۰/۴۷۱ | ۱۹۳/۴۵ | ۰/۸۴۲ | ۱۸۷/۹۲ | ۰/۳۲۸ | ۱۸۷/۸۲ | ۰/۴۹۱ |
| وزن مخصوص | ۰/۹۲۸ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۹۲۸ | ۰/۰۰۴ | ۰/۹۳۵ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۹۳۴ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۹۲۰ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۹۲۱ | ۰/۰۰۰۴ |
| نمایه شکست | ۱/۴۶۸۲ | ۰/۰۰۰۰۲ | ۱/۴۶۸۳ | ۰/۰۰۰۰۲ | ۱/۴۶۹۰ | ۰/۰۰۰۰۴ | ۱/۴۶۹۰ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۱/۴۶۷۹ | ۰/۰۰۰۰۱ | ۱/۴۶۷۹ | ۰/۰۰۰۰۱ |

جدول ۵ - جدول تجزیه واریانس اثر نوع بذر مرکبات بر خواص فیزیکوشیمیایی روغنهای خام

| صفات | S.O.V | df | S.S | M.S |
|---|---|---|---|---|
| عدد پراکسید | t | ۵ | ۴۲/۰۱۷ | ۸/۱۴۴ ** |
| | e | ۱۲ | ۰/۳۸ | ۰/۰۳۱۶ |
| عدد اسیدی | t | ۵ | ۶/۴۷ | ۱/۲۹۵ ** |
| | e | ۱۲ | ۰/۰۱۶۴ | ۰/۰۰۱۳ |
| عدد یدی | t | ۵ | ۹۲۷/۰۵ | ۱۸۵/۴۱ ** |
| | e | ۱۲ | ۹/۳۱۶ | ۰/۷۷۶ |
| عدد صابونی | t | ۵ | ۲۳۴/۹۲ | ۴۸/۷۸۴ ** |
| | e | ۱۲ | ۳۴/۴۷ | ۲/۸۷۲ |
| درصد مواد غیر قابل صابونی | t | ۵ | ۲/۲۱۹۴ | ۰/۴۴۳۹ ** |
| | e | ۱۲ | ۰/۰۵۹۸ | ۰/۰۰۴۹۸ |
| عدد استری | t | ۵ | ۲۴۲/۳۸ | ۴۸/۴۷۸ ** |
| | e | ۱۲ | ۴۳/۷۵۷ | ۳/۶۴۶ |
| وزن مخصوص | t | ۵ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۰۰۰۵۶ ** |
| | e | ۱۲ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۰۲۵ |
| نمایه شکست | t | ۵ | ۰/۰۰۰۰۹۸ | ۰/۰۰۰۰۱۹۶ ** |
| | e | ۱۲ | ۰/۰۰۰۰۱۲ | ۰/۰۰۰۰۰۱ |

جدول ۶ - خواص فیزیکوشیمیایی روغن بذر مرکبات گزارش شده توسط برخی از محققین[۱]

| تیمارها / صفات | لیمو ترش | پرتقال | دارابی خارجی |
|---|---|---|---|
| عدد اسیدی | ۱/۴ - ۱/۲ | ۰/۴۲ - ۰/۲۱ | ۱/۲ - ۰/۹ |
| عدد یدی | ۹۲ - ۸۹/۳ | ۹۹/۸ - ۹۹/۲ | ۹۱/۴ - ۸۹ |
| عدد صابونی | ۱۹۲/۴ - ۱۹۱/۳ | ۱۹۷/۲ - ۱۹۶/۸ | ۱۸۹/۶ - ۱۸۸/۷ |
| درصد مواد غیر قابل صابونی | ۱/۱۵ - ۰/۸۲ | ۱/۳۱ - ۱/۱۴ | ۱/۰۷ - ۰/۹۰ |
| وزن مخصوص | ۰/۹۲۷ - ۰/۹۲۲ | ۰/۹۳۶ - ۰/۹۳۱ | ۹۲۰ - ۰/۹۱۳ |
| نمایه شکست | ۷۵ - ۱/۴۶۷۱ | ۸۵ - ۱/۴۶۸۱ | ۶۵ - ۱/۴۶۶۲ |

۱ - رجوع شود به مراجع (۱،۳،۵،۶،۷،۱۱،۱۲،۲۰ و ۲۱)

موضوع اثر گونه و دیگر عوامل کشاورزی را نشان می‌دهد. مقایسه ترکیب اسیدهای چرب مرکبات با روغنهای گیاهی دیگر نشان می‌دهد که اسیدهای چرب مرکبات بویژه پرتقال شباهت زیادی به روغن پنبه دانه دارد، با این تفاوت که لینولنیک اسید در روغن هسته مرکبات بویژه در لیمو ترش به مقدار زیر خور توجهی وجود دارد در حالی که در روغن پنبه دانه ناچیز است و مقدار لینولییک اسید در پنبه دانه بیشتر است، نسبت p/s در تیمارهای آزمایش شده بین ۰/۷۵ تا ۱/۳ قرار دارد که پایینترین آن مربوط به گریپ فروت و بالاترین آن به پرتقال تعلق دارد.

Cu و Fe به علت نقش کاتالیزوری در اکسایش روغنها

جدول ۷ - نتایج آزمون جفتی t-student برای بررسی اثر پالایش بر صفات روغنهای بذر مرکبات

| روغن | | پراُکسید | اسیدیته | عدد صابونی | عددید | عدد صابونی | عددغیر قابل صابونی | عدد استری | وزن مخصوص | نمایه شکست |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L.s.sh | متوسط خام | ۶/۲۰ | ۰/۸۶۳ | ۱۹۲/۳۵ | ۸۹/۶۴ | ۱۹۲/۳۵ | ۰/۷۹۱ | ۱۹۱/۴۸ | ۰/۹۲۴ | ۱/۴۶۷۵ |
| | متوسط پالایش شده | ۳/۱۲ | ۰/۲ | ۱۹۰/۸۲ | ۹۱/۶۴۵ | ۱۹۰/۸۲ | ۰/۴۱۹ | ۱۹۰/۶۲ | ۰/۹۲۸ | ۱/۴۶۸۲ |
| | انحراف معیار اختلاف | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۲۰ | ۰/۲۷ | ۰/۲۱ | ۰/۰۱۰۲ | ۰/۲۸ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۰۰۲ |
| | t | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | درجه آزادی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| L.s.un | متوسط خام | ۷/۱۱ | ۱/۵۳ | ۱۹۲/۵۵ | ۸۹/۵۲ | ۱۹۲/۵۵ | ۰/۷۹۶ | ۱۹۱/۰۲ | ۰/۹۲۳ | ۱/۴۶۷۵ |
| | متوسط پالایش شده | ۳/۴۱ | ۰/۱۹۹ | ۱۹۱/۲۴ | ۹۰/۷۰۷ | ۱۹۱/۲۴ | ۰/۴۳۴ | ۱۹۱/۰۴ | ۰/۹۲۸ | ۱/۴۶۸۳ |
| | S.D.O.D | ۰/۰۷ | ۰/۰۲۱ | ۰/۴۰ | ۰/۳۷ | ۰/۰۱۰۹ | ۰/۳۶ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۰۳ |
| | t | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | درجه آزادی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| O.s.sh' | متوسط خام | ۴/۹۸ | ۰/۵۹۸ | ۱۹۵/۷۶ | ۹۸/۷۲ | ۱۹۵/۷۶ | ۱/۲۴ | ۱۹۵/۱۶ | ۰/۹۳۰ | ۱/۴۶۸۲ |
| | متوسط پالایش شده | ۲/۵۸ | ۰/۱۹۹ | ۱۹۳/۹۸ | ۹۹/۸۹ | ۱۹۳/۹۸ | ۰/۵۳۸ | ۱۹۳/۹۸ | ۰/۹۳۵ | ۱/۴۶۹۰ |
| | S.D.O.D | ۰/۰۵۲ | ۰/۰۲۲ | ۰/۲۷ | ۰/۲۵ | ۰/۰۰۵۹ | ۰/۳۱ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۰۲ |
| | t | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | درجه آزادی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| O.s.un | متوسط خام | ۵/۳۶ | ۰/۶۴۴ | ۱۹۵/۱۰ | ۹۹/۴۱ | ۱۹۵/۱۰ | ۱/۳۸ | ۱۹۴/۴۴ | ۰/۹۲۹ | ۱/۴۶۸۱ |
| | متوسط پالایش شده | ۲/۶۴ | ۰/۲ | ۱۹۳/۶۵ | ۱۰۰/۴۹ | ۱۹۳/۶۵ | ۰/۵۵۴ | ۱۹۳/۶۵ | ۰/۹۳۴ | ۱/۴۶۹۰ |
| | S.D.O.D | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۲۸ | ۰/۳۰ | ۰/۳۱ | ۰/۰۱۰۳ | ۰/۳۱ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۰۰۰۲ |
| | t | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | درجه آزادی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| G.s.wh | متوسط خام | ۵/۵ | ۰/۷۵۳ | ۱۸۹/۶۷ | ۸۸/۷۲ | ۱۸۹/۶۷ | ۰/۶۷۸ | ۱۸۸/۹۱ | ۰/۹۱۲ | ۱/۴۶۷۱ |
| | متوسط پالایش شده | ۲/۸۶ | ۰/۱۹۸ | ۱۸۸/۱۲ | ۸۹/۶۰ | ۱۸۸/۱۲ | ۰/۳۹۸ | ۱۸۷/۹۲ | ۰/۹۲۰ | ۱/۴۶۷۹ |
| | S.D.O.D | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۱۸ | ۰/۲۷ | ۰/۳۱ | ۰/۰۱۲۸ | ۰/۲۸ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۰۲ |
| | t | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | درجه آزادی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| G.s-un | متوسط خام | ۵/۷۲ | ۰/۷۸۲ | ۱۸۹/۲۱ | ۸۸/۲۰ | ۱۸۹/۲۱ | ۰/۶۸۲ | ۱۸۸/۴۲ | ۰/۹۱۴ | ۱/۴۶۷۰ |
| | متوسط پالایش شده | ۲/۹۲ | ۰/۱۹۸ | ۱۸۸/۰۲ | ۸۹/۵۱ | ۱۸۸/۰۲ | ۰/۳۹۱ | ۱۸۷/۲۱ | ۰/۹۲۱ | ۱/۴۶۷۹ |
| | S.D.O.D | ۰/۰۴۷ | ۰/۰۱۷ | ۰/۳۱ | ۰/۳۵ | ۰/۱۳۱ | ۰/۳۴ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۰۰۰۴ |
| | t | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | درجه آزادی | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |

جدول ۸ - نتایج حاصل از اعمال روشهای مختلف اختلاط روغنها (X) با پنبه دانه (C) و سویا (S) بر رنگبری آنها

| روغن (X) | | خام | | | | | | | پالایش شده | | | | | | | رنگبری شده | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | C:X | | | S:X | | | X | C:X | | | S:X | | | X | C:X | | | S:X | | |
| | | | ۱:۳ | ۲:۳ | ۳:۳ | ۱:۳ | ۲:۳ | ۳:۳ | | ۱:۳ | ۲:۳ | ۳:۳ | ۱:۳ | ۲:۳ | ۳:۳ | | ۱:۳ | ۲:۳ | ۳:۳ | ۱:۳ | ۲:۳ | ۳:۳ |
| L.s.sh | Y | ۲۵ | ۲۸/۴ | ۳۳/۷۱ | ۳۷/۴۵ | ۳۱/۳۰ | ۳۸/۰۲ | ۵۰/۲۸ | ۲۰/۳ | ۱۷/۴۱ | ۱۴/۳۶ | ۲۲/۴ | ۱۹/۳۱ | ۱۸/۳۱ | ۱۶/۱۷ | ۱/۲۶ | ۱ | ۰/۹۸ | ۱/۲۹ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | R | ۰/۸۰ | ۷/۲۱ | ۹/۱ | ۱۸ | ۱/۶۲ | ۲ | ۲/۴ | ۰/۷۱ | ۰/۶۱ | ۰/۵۲ | ۱/۱۲ | ۰/۴۱ | ۰/۳۱ | ۰/۱۲ | | | | | | | |
| | B | ۲/۴ | ۶/۸ | ۷/۰۵ | ۱۰ | ۲ | ۲/۴۱ | ۲/۸ | ۰/۸۷ | ۰/۴۲ | ۰/۴۰ | ۰/۸۹ | ۰/۷۲ | ۰/۵۸ | ۰/۴۶ | | | | | | | |
| L.s.un | Y | ۲۵/۲ | ۲۸/۵۳ | ۳۲ | ۳۷/۴۲ | ۳۱/۴۲ | ۳۸/۱ | ۵۰/۲۲ | ۲۰/۴۲ | ۱۷/۶۲ | ۱۴/۶۲ | ۲۲/۷ | ۱۹/۲ | ۱۸/۲۵ | ۱۶/۵۲ | ۱/۲۷ | ۱ | ۰/۹۸ | ۱/۳۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | R | ۰/۸۶ | ۷/۳ | ۲۹/۳ | ۱۸/۲ | ۱/۶۱ | ۲ | ۲/۴۲ | ۰/۸۱ | ۰/۶۷ | ۰/۵۲ | ۱/۲۸ | ۰/۲۱ | ۰/۳۲ | ۰/۱۲ | | | | | | | |
| | B | ۲/۳ | ۶/۸ | ۷/۳ | ۱۰/۴ | ۲/۱ | ۲/۲ | ۲/۸ | ۰/۸۸ | ۰/۴۱ | ۰/۴۰ | ۱ | ۰/۷۱ | ۰/۵۸ | ۰/۴۶ | | | | | | | |
| O.s.sh | Y | ۱۶/۱ | ۲۱/۴۲ | ۲۶/۱۲ | ۳۴/۱۵ | ۲۶/۴۱ | ۳۵/۱۸ | ۴۵/۲۱ | ۰۰/۲۱ | ۱۲/۶۲ | ۱۱/۴۱ | ۱۵/۸۲ | ۱۳/۸۵ | ۱۲/۹۱ | ۱۰/۷۸ | ۱/۰۲ | ۱ | ۰/۹۹ | ۱/۱۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | R | ۲ | ۶/۵۲ | ۹/۲۱ | ۱۸ | ۳/۰۹ | ۳/۸۴ | ۴/۲۷ | ۱/۰۲ | ۰/۷۸ | ۰/۵۲ | ۱/۱۸ | ۰/۲۸ | ۰/۲۸ | ۰/۲۸ | | | | | | | |
| | B | ۰ | ۵/۷۱ | ۶/۹۲ | ۱۱/۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | | | | | | | |
| O.s.un | Y | | ۱۶/۷ | ۲۱/۱۲ | ۲۶/۲۱ | ۳۴/۲ | ۲۶/۵۲ | ۳۵/۱۰ | ۴۲/۳۲ | ۱۴/۵۲ | ۱۲/۸۱ | ۱۱/۶۲ | ۱۶/۲۵ | ۱۴/۱۷ | ۱۲/۹۴ | ۱۰/۶۲ | ۱/۰۲ | ۰/۹۸ | ۱/۱۷ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | R | ۲/۲ | ۶/۴۲ | ۹/۶۲ | ۱۸ | ۳/۰۲ | ۳/۸۲ | ۴/۲۱ | ۱/۱ | ۰/۸۲ | ۰/۶۱ | ۱/۲۹ | ۰/۳ | ۰/۳ | ۰/۲۷ | | | | | | | |
| | B | ۰ | ۵/۴۲ | ۶/۸۳ | ۱۱/۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | | | | | | | |
| G.s.sh | Y | | ۲۰ | ۲۶/۴۶ | ۳۰/۵۲ | ۳۵/۴۲ | ۲۹/۷۶ | ۳۵ | ۴۷/۲۱ | ۱۸/۵ | ۱۷ | ۱۵/۹۱ | ۱۸/۳۱ | ۱۷/۶۷ | ۱۶/۶۷ | ۱۶/۵۲ | ۱/۱ | ۰/۹۸ | ۱/۲۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | R | ۰/۶۱ | ۶/۵۲ | ۹/۱۲ | ۱۶/۶۴ | ۱/۶۸ | ۱/۹۸ | ۲/۷۴ | ۰/۲۵ | ۰/۲۱ | ۰/۲ | ۱/۲۲ | ۰/۱۲ | ۰/۱ | ۰/۰۸۲ | | | | | | | |
| | B | ۰ | ۵/۹ | ۷/۲۲ | ۱۰/۲۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | | | | | | | |
| G.s-un | Y | | ۲۱ | ۲۶/۵۳ | ۳۰/۱۸ | ۳۵/۱۷ | ۳۰/۱۲ | ۳۵/۱ | ۲۶/۸۲ | ۱۸/۸ | ۱۷/۱ | ۱۶/۲ | ۱۸/۶۲ | ۱۷/۹۲ | ۱۶/۷۱ | ۱۶/۵۷ | ۱/۱ | ۰/۹۸ | ۱/۲۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| | R | ۰/۵۸ | ۶/۶۰ | ۹/۱۲ | ۱۶/۱۷ | ۱/۷۲ | ۲/۰۲ | ۲/۸۱ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۱۲ | ۱/۲۸ | ۰/۱۳ | ۰/۱۷ | ۰/۰۸۲ | | | | | | | |
| | B | | ۶/۱ | ۷/۱۱ | ۱۰/۵۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۱ | ۰ | ۰ | ۰ | | | | | | | |

جدول ۹ - جدول تجزیه واریانس مقایسه درصد اسیدهای چرب غیر اشباع در روغنهای بذر مرکبات

| S.O.V | df | S.S | M.S | F | Pr |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار | ۵ | ۱۴۰/۳۲۹ | ۲۸/۰۶۶ | ۱۶۷/۶۱۶ | ** |
| اشتباه | ۶ | ۱/۰۰۵ | ۰/۱۶۷ | | |
| کل | ۱۱ | ۱۴۱/۳۳۴ | | | |

جدول ۱۰ - ترکیب اسیدهای چرب روغنهای بذر مرکبات

| اسیدهای | C.O.L.s.sh | | C.O.L.s.un | | C.O.O.s.sh | | C.O.O.s.un | | C.O.G.s.wh | | C.O.G.S-un | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| چرب | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd |
| $C_{۱۶:۰}$ | ۳۲/۲۵ | ۱/۱۷ | ۳۱/۶۹ | ۰/۱۴۴ | ۲۶/۶۱ | ۰/۱۷۳ | ۲۷ | ۰/۱۹ | ۳۵/۲۸ | ۰/۱۷ | ۳۵/۷ | ۰/۱۹ |
| $C_{۱۸:۰}$ | ۴/۸۹ | ۰/۱۰۰ | ۴/۷۱ | ۰/۱۰۶۱ | ۴/۸۲ | ۰/۰۹۲ | ۴/۷۱ | ۰/۱۴ | ۵/۴ | ۰/۰۹۱ | ۴/۷۲ | ۰/۱۵۹ |
| $C_{۱۸:۱}$ | ۲۶ | ۰/۱۲ | ۲۴/۷۵ | ۰/۱۸ | ۲۷/۳ | ۰/۱۶۱ | ۲۷/۵۳ | ۰/۱۵ | ۲۷/۳ | ۰/۱۵ | ۲۸/۳۱ | ۰/۱۸ |
| $C_{۱۸:۲}$ | ۳۱/۴۹ | ۰/۱۸ | ۳۳/۶۸ | ۰/۲۱ | ۳۸/۵۲ | ۰/۱۶۲ | ۳۷/۱۲ | ۰/۱۸۱ | ۲۹/۲ | ۰/۱۴ | ۲۸/۶۸ | ۰/۱۵ |
| $C_{۱۸:۳}$ | ۵/۱ | ۰/۰۸۴ | ۴/۸۳ | ۰/۱۰۲ | ۳/۴۱ | ۰/۰۷۲۱ | ۳/۲۴ | ۰/۱ | ۲/۵ | ۰/۰۰۸۲ | ۲/۱ | ۰/۰۹۶۱ |
| $C_{۲۰:۰}$ | ۰/۲۷ | ۰/۰۳۲ | ۰/۳۴ | ۰/۰۸۱ | – | – | – | – | ۰/۳۲ | ۰/۰۴ | ۰/۵۱ | ۰/۰۷ |
| T.u.F.A | ۶۲/۸۶ | | ۶۳/۶۰ | | ۶۸/۸۱ | | ۶۷/۸۰ | | ۵۹/۳۲ | | ۵۹/۶ | |
| T.S.F.A | ۳۷/۱۴ | | ۳۶/۴۰ | | ۳۱/۱۳ | | ۳۲/۳۱ | | ۴۰/۶۸ | | ۴۰/۴ | |

جدول ۱۱ - ترکیب اسیدهای چرب روغن بذر برخی از مرکبات (فیلسوف و مهران، ۱۹۷۶؛ هندریکسون و کسترسون، ۱۹۶۳؛ تلس و همکاران، ۱۹۷۲)

| نوع روغن | فیلسوف-مهران | | پژوهشگران دیگر | | | نمونه‌های آزمون | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اسیدچرب | لیموترش | پرتقال | پرتقال | لیموترش | گریپ‌فروت | لیموترش | پرتقال | گریپ‌فروت |
| ۱۴:۰ | – | – | – | – | ۰/۶۲ | – | – | – |
| ۱۶:۰ | ۲۹/۴ | ۲۶/۶ | ۳۱/۱ | ۲۴/۳۵ | ۳۰/۱۱ | ۳۱/۹۷ | ۲۶/۸۰ | ۳۵/۴۹ |
| ۱۸:۰ | ۴/۴ | ۵/۵ | ۴/۰ | ۳/۳۵ | ۳/۵۱ | ۴/۸ | ۴/۷۶ | ۵/۰۶ |
| ۱۸:۱ | ۲۵/۴ | ۲۷/۶ | ۲۵/۱۷ | ۳۹/۹۵ | ۲۱/۹۱ | ۲۵/۳۷ | ۲۷/۴۱ | ۲۷/۸۰ |
| ۱۸:۲ | ۳۳/۵ | ۳۶/۵ | ۳۶/۴۷ | ۲۴/۵ | ۳۷/۸۲ | ۳۲/۵۸ | ۳۷/۸۲ | ۲۸/۹۴ |
| ۱۸:۳ | ۶/۶ | ۳/۴ | ۳/۲ | ۷/۸۵ | ۶/۰۲ | ۴/۹۶ | ۳/۳۲ | ۲/۳ |
| ۲۰:۰ | – | – | – | – | – | ۰/۳۰ | – | ۰/۴۱ |

جدول ۱۲ - میزان عناصر آهن و مس در روغنهای پالایش شده (PPm)

| عنصر | Fe | | Cu | |
|---|---|---|---|---|
| روغن | $\bar{X}$ | sd | $\bar{X}$ | sd |
| L.s.sh | ۱/۰۵۸ | ۰/۰۸ | ۰/۱۸۷ | ۰/۰۱۹ |
| L.s.un | ۱/۰۲۰ | ۰/۰۷ | ۰/۲۰۶ | ۰/۰۲ |
| O.s.sh | ۰/۸۱۴ | ۰/۰۵۳ | ۰/۱۸۳ | ۰/۰۴ |
| O.s.un | ۰/۸۳۶ | ۰/۰۶ | ۰/۱۸۵ | ۰/۰۸ |
| G.s.wh | ۰/۸۲۶ | ۰/۲۰ | ۰/۱۳۷ | ۰/۰۷ |
| G.s-un | ۰/۹۱۰ | ۰/۰۳۱ | ۰/۱۴۴ | ۰/۰۸ |

جدول ۱۳ - میزان پایداری روغنهای پالایش شده بذر مرکبات (روز)

| روغن | L.s.un | L.s.sh | O.s.un | O.s.sh | G.s.sh | G.s.wh |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پایداری (روز) | ۳۱ | ۳۱/۵ | ۳۱/۷۵ | ۳۲/۲۵ | ۳۷/۵ | ۳۸/۲۵ |
| سطح معنی‌داری | B | B | B | B | A | A |

جدول ۱۴ - جدول تجزیه واریانس پایداری روغنها

| S.O.V | df | S.S | M.S | F | |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار | ۵ | ۱۱۲/۶۰۴ | ۲۲/۵۲۱ | ۲۱۶/۲ | ** |
| اشتباه | ۶ | ۰/۶۲۵ | ۰/۱۰۴ | | |
| کل | ۱۱ | ۱۱۳/۲۲۹ | ۲۲/۶۲۵ | | |

بسیار مورد توجه‌اند. بیشینهٔ مجاز آنها بستگی به ترکیب اسید چرب روغن دارد. مقدار این عناصر در روغن لیمو ترش در بالاترین میزان است و با دیگر نمونه‌ها اختلاف کم ولی معنی‌داری دارد. پس از لیمو ترش، به ترتیب گریپ فروت و پرتقال قرار می‌گیرند (جدول ۱۲).

آزمون پایداری در گرمخانه $60 \pm 1\ ^{\circ}C$ نشان می‌دهد که روغن گریپ فروت بیشترین و روغن لیمو ترش کمترین پایداری را دارند. هرچند، بین روغن لیمو ترش و پرتقال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بالاتر بودن میزان اسید لینولنیک و عناصر فلزی در هستهٔ لیمو ترش علت ناپایداری زیادتر آن است (جدولهای ۱۳و ۱۴).

## مراجع مورد استفاده

۱ - آمارنامهٔ کشاورزی ایران. ۱۳۷۶. وزارت کشاورزی.

۲ - هاشمی تنکابنی، ا. ۱۳۶۴. آزمایش روغنها و چربیها. مرکز نشر دانشگاهی تهران.

## REFERENCES

1. Braddock, R.J. (1995). By-products of citrus fruit. Food Tech: 9:74-77.
2. Eckey, E.W. (1954). Vegetable Fat and oils. Reinhold, New York. pp. 548-553.
3. Eisner, J., and D. Firestone, (1963). Citrus essential oils. JAOAC. 46:542.
4. FAO. (1996). Products Yearbook.
5. Filsoof, M., and M. Mehran, (1976). Fatty acid composition of Iranian citrus seed oils. JAOCS, 53:654-655.
6. French, R.B., and J. Amir, (1962). Citrus seed oil, JAOCS. 39:176-179.
7. Habib, M.A., and M.A. Hammam, (1986). Chemical evaluation of egyptian citrus seed as potential sources of vegetable oils. JAOCS, 63:1192.
8. Helmy, H.E. (1990). Studies on the pigment of some citrus prune, and cucurbit oil, when processed with or without cotton seed oil, JAOCS 67:376-380.
9. Hendrickson, R., and J.W. Kesterson, (1963). Seed oils from citrus siensis. JAOCS, 746-747.
10. James, C.S. (1995). Analytical Chemistry of Foods. Blackie Academic & professional, London.
11. Kefford, J.F., and B.V. Chandler, (1970). The Chemical Constituents of Citrus Fruits. Academic Press New York. p:81.
12. Nordby, H.E., and S. Nagy,(1969). Citrus seed oil. Phytochemistry. 8:2027.
13. Noble, A.J., and H.W. Von Loeseck,(1940). Grapefruit seed oil, manufacture and physical properties, Ind. & Eng. Chem. 32:144.
14. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists Society. (1973). American Oil Chemists Society, Champaign, IU. 612826.

15. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. (1990). Association of Analytical Chemists, Inc. Surte 400, USA.

16. OOMS, R., and W. Vanpee, (1983). Determination of trace metal content in corn oil by atomic absorption spectroscopy. JAOCS, Vol. 60, No. 5, 957-960.

17. Rimond, B.M., and D.J. Edward, (1994). Conditioning of citrus seeds in drying stage for oil extraction, J. Essential oil Research. 3(5):123-129.

18. Satlar, A. (1987). The fatty acid of indigenous resources for possible industrial application: Fatty acid composition of seed oil of citrus lemon var. Eureka. Pakistan. J. of Sci. and Ind. Research, 30(9):170-173.

19. Teles, F.F.F., F.M.,Whiting, W.H. Brown, and J.W. Stull, (1972). Triglyceride fatty acids of Arizona Grapefruit seed oil. J. Food Sci. 37:331-332.

20. Tsuyuki, H. (1984). Studies on lipids in citrus seeds, Lipids and fatty acid composition. Bulletin of the College of Agric., and Veterinary medicine. Nihouni. 41:166-174.

21. Van-Ate, G.R. (1994). Valencia orange seed oil. Oil Soap. 21:19-22.

# Investigation of Possibility to Use Citrus Seed Oils From Wastes of Processing Factories as Edible Oil Source

**M. HAMEDI and F. GOODARZI**

**Associate Professor and Former Graduate Student, Faculty of Agriculture**

**University of Tehran, Karaj, Iran.**

**Accepted Dec. 8, 1999**

## SUMMARY

Citrus seed oils of Shahsavar orange, Shiraz lemon, Jayroft grapefruit and the seed oils of orange, lemon, and grapefruit wastes of Afshoreh,1&1, and Senus factories investigated. The proximate composition of seeds determined after drying in vucuum oven and dehulling. seeds of Shahsavar orange had the highest oil level (44.8%). Oil extractability of 3 solvents: hexane, petroleum ether, and 1:1 mixture of them compared. 1:1 mixture of hexane and petroleum ether had significantly highest yield. Physical and chemical characteristics of raw and refined citrus seed oils determined and the effect of refining on each attribute with t-student test studied, which showed the significant difference between them in all aspects. Refined citrus seed oils had low but significant differences in all characteristics except in acidity and colour value. Citrus seed oils mixed with cotton seed and soybean oils and bleached, the 3:2 and 1:1 ratios with cotton seed and soybean oils were the most effective ones, respectively. Orange and grapefruit seed oils had highest and lowest unsaturated fatty acids, respectively. The dominant fatty acid was palmitic in grapefruit and lemon, and linoleic in orange oil. Linolenic acid content variation was between 2.1 to 5.1, which the highest and lowest level of it belonged to lemon and grapefruit seed oils, respectively. Cu and Fe content of refined oils measured by atomic absorption spectrometry and the highest level of them found in lemon seed oil. Grapefruit and lemon seed oils were the most and least stable oils in 60±1 °C oven test, respectively.

**Key words:** Edible oil, Citrus seed, Orange, Lemon, Grapefruit, composition, bleaching, stability