خواص فیزیکوشیمیایی بذر و روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی به عنوان منبع غنی از امگا ٦

عفت مروتی[1]، محمدعلی سحری[2]*، محسن برزگر[3]

١- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
٢- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
٣- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
*آدرس مکاتبه: تهران، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
صندوق‌پستی: ١١١ - ١٤١١٥، تلفن: ٤٨٢٩٠ (٠٢١)، نمابر: ٤٨٢٩٢٢٠٠ (٠٢١)
پست الکترونیک: sahari@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ٨٨/٨/٢٧ **تاریخ تصویب:** ٨٩/٣/١٨

چکیده

مقدمه: با توجه به افزایش بیماری‌های قلبی- عروقی، سرطان و چاقی به دلیل مصرف بالای چربی‌های اشباع و حیوانی، ضرورت مصرف اسیدهای چرب امگا ٦ و امگا ٣ در رژیم غذایی که مانع از ابتلا است و نیز محدودیت منابع موجود به نسبت افزایش جمعیت، محققین در پی یافتن منابع دیگری می‌باشند.

هدف: جهت استفاده‌ی بهینه‌ی منابع داخلی، کشت رو به افزایش و وجود ارقام جهش یافته، به بررسی خواص فیزیکو- شیمیایی بذر و روغن شش رقم از ارقام/لاین‌های گلرنگ (کشت شده در ایران)، مقایسه و دسته‌بندی (لینولئیک یا اولئیک اسید بالا) آن می‌پردازد.

روش بررسی: رقم/لاین‌های گلدشت (رقم بهاره)، محلی اصفهان، اصفهان ١٤ و اصفهان ٢٨ (لاین بهاره)، پدیده (رقم پاییزه) و سینا (رقم دیمی) از مؤسسه‌ی نهال و بذر کرج تهیه و خواص بذر (پوست: دانه، روغن، پروتئین، خاکستر و رطوبت) و روغن استخراجی (ترکیب اسیدهای چرب، رنگ، اعداد اسیدی، یدی و صابونی) بررسی شد.

نتایج: نمونه‌ها همگی از نوع معمولی یا لینولئیک بوده و از نوع اولئیک (**Saffola**) نبود و مقادیر پوست: بذر ٥٥/٨ - ٤٢/٥؛ اندیس‌های اسیدی ١/٣٥ - ٠/٣٢، یدی ١٣٠ - ١١١ و صابونی ١٦٦/٦ - ١٥١/١؛ درصدهای رطوبت ٤/٦٢ - ٤/٠٤، خاکستر ٢/٩٨ - ٢/١٣، پروتئین ١٧/٦ - ١٢/٩، روغن ٣٤/٥ - ٢١ و اسیدهای چرب عمده، لینولئیک (٧٥/٧٨ - ٧٢/٦)، اولئیک (١٨/٧ - ١٢/٦)، پالمتیک (٨/٤ - ٧/٣٤) و استئاریک (٢/٦٥ - ١/٨) بود.

نتیجه‌گیری: در مقایسه با سایر منابع گیاهی، گلرنگ ایرانی بالاترین مقدار اسیدهای چرب ضروری و با ارزش امگا ٦ را دارد.

گل‌واژگان: روغن گلرنگ، امگا ٦، خواص فیزیکوشیمیایی، ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی

www.SID.ir

مقدمه

طبق نتایج بررسی محققین، بیماری‌های قلبی - عروقی، سرطان، چاقی و انواع دیابت جمعاً عامل بیش از ۸۰ درصد مرگ و میر انسان‌ها می‌باشند. در صورتی که مصرف بالای چربی‌های اشباع و چربی‌های بافت حیوانی باعث افزایش احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، انواع سرطان و چاقی می‌شوند، اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ٦ و امگا ٣ به عنوان اسیدهای چرب ضروری مانع از ابتلا به بیماری‌های مذکور می‌باشند. پستانداران آنزیم‌های غیراشباع‌کننده‌ی لازم جهت تولید اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ٦ و امگا ٣ را ندارند و به عنوان اسیدهای چرب ضروری باید از طریق رژیم غذایی تأمین شوند. لینولئیک اسید (اولین اسید چرب از دسته امگا ٦) مهم‌ترین اسید چرب ضروری است که در اغلب روغن‌های گیاهی موجود می‌باشد. در صورت تأمین لینولئیک اسید، بدن انسان قادر است طی واکنش‌هایی آن را به دیگر اسیدهای چرب امگا ٦ تبدیل نماید. از بُعد تغذیه‌ای، مهم‌ترین اسید چرب غیراشباع، لینولئیک اسید می‌باشد به طوری که کمبود آن در رژیم غذایی باعث انسداد عروق و نهایتاً منجر به سکته قلبی خواهد شد. به علاوه این اسید چرب نقش مهمی در ترمیم بافت‌های مجروح، سلامتی پوست، مکانیسم رشد و تکامل و تولید پروستاگلاندین دارد [۳،۱۰،۱۹].

اسیدهای چرب غیراشباع یکی از مهم‌ترین عوامل قابل تغییر محیطی هستند که نقش مهمی در بیماری‌های التهابی مختلف از طریق دخالت در غشای سلولی، سنتز ایکوزانوییدها، تأثیر مستقیم در بیان بعضی ژن‌ها و ارسال پیام‌های داخل سلولی دارند. اسیدهای چرب روغن گلرنگ کولیت التهاب ناشی از سیتروباکتر رودنتیوم را کاهش داده و بعد از روغن ماهی و قبل از روغن‌های کانولا و پیه قرار گرفت [۹].

با توجه به ضرورت اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ٦ و امگا ٣ در رژیم غذایی و محدودیت منابع موجود به نسبت افزایش جمعیت، محققین در پی یافتن منابع دیگری در این زمینه می‌باشند.

گیاه گلرنگ[1] از اعضاء خانواده Compositae، گیاهی یک ساله، با گلبرگ‌های زرد، نارنجی و قرمز و دانه‌های روغنی است. از این گیاه به عنوان داروی مسهل، مسکن، معرق، ضداتهاب، تحلیل برنده تومور و قاعده‌آور استفاده می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که این گیاه به عنوان عامل محرک جنسی و افزایش دهنده‌ی قدرت جنسی نیز استفاده می‌شود و برای درمان توانایی جنسی بسیار مفید است. این گیاه قادر است با ایجاد تغییر در محور هورمونی هیپوفیز- گناد در فعالیت‌های تولید مثلی موثر واقع شود [۱۵]، همچنین ۱۰۰ میکرولیتر/ میلی‌لیتر از عصاره این گیاه توانسته موجب مهار ۵۰ درصدی رشد سلول‌های مخمر و نیز سمیت آن شود [۷]. از گل‌های این گیاه به عنوان ماده رنگی در فرآورده‌های غذایی استفاده می‌شود و سمیت کارتامی به دست آمده از آن مورد بررسی قرار گرفت و سلامت آن تأیید شد [۱۷].

روغن گلرنگ بالاترین مقدار لینولئیک اسید را در میان روغن‌های تجاری موجود دارد و از نظر میزان غیر اشباع بودن بین روغن سویا و روغن بزرک قرار می‌گیرد. روغن گلرنگ به دلیل داشتن میزان بالای لینولئیک اسید، اندیس یدی بالا، رنگ زرد روشن و طعم مطبوع ویژه، به عنوان روغن مرغوب به شمار رفته و به صورت روغن سالاد، روغن پخت و پز و نیز در تهیه‌ی مارگارین و مایونز قابل استفاده است. در سال ۱۹۵۷ پژوهشگران نوعی جهش طبیعی گزارش کردند که خصوصیات گیاه و بذر تولید شده، مشابه گلرنگ معمولی است، به جز توزیع اسیدهای چرب که در این رقم به جای لینولئیک اسید عمدتاً اولئیک اسید است. این رقم به گلرنگ اولئیک یا Saffola معروف شد [۳،۱۱].

گلرنگ را می‌توان به صورت بهاره و پاییزه کشت نمود. در مناطقی که دارای زمستان ملایم و بارندگی‌های زمستانه هستند، به دلیل بیشتر بودن پتانسیل عملکرد دانه و انطباق بیشتر بارندگی‌های سالانه با فصل رشد گیاه و در نتیجه، کاهش

[1] *Carthamus tinctorios* L.

Archive of SID

www.SID.ir

نیاز به آبیاری، گلرنگ به عنوان یک گیاه پاییزه کشت می‌شود و در مناطقی که دارای زمستان‌های سخت و طولانی می‌باشند کشت بهاره‌ی آن مرسوم است. گلرنگ گیاهی کم‌توقع و مقاوم به خشکی است. ریشه‌ی عمیق، برگ‌های مومی و پوست ضخیم، عامل سازگاری گیاه با مناطق بیابانی می‌باشد [۳]. از این رو قابلیت سازگاری با مناطق خشک، سردسیر و با بارندگی کم چون ایران را دارد. عدم توجه و حمایت‌های کافی در زمینه‌ی توسعه‌ی کشت این گیاه در سال‌های گذشته باعث شده است که علی‌رغم ویژگی‌های مطلوب زراعی، بومی بودن، سازگاری و کم‌توقعی منحصر به فرد، این گیاه همچنان به عنوان زراعتی فراموش شده، در حاشیه قرار گیرد. امید است با توجه به اینکه در سال‌های اخیر خودکفایی در تأمین روغن نباتی در سرلوحه‌ی برنامه‌های کشاورزی کشور قرار گرفته است، این گیاه نیز بتواند در کنار سایر دانه‌های روغنی، جایگاه شایسته و فراموش شده‌ی خود را بازیابد. میزان سطح زیر کشت گلرنگ حدود ۱۰ تا ۱۱ هزار در هکتار گزارش شده است که طبق برنامه‌ریزی انجام شده، میزان کشت گلرنگ رو به افزایش بوده و پیش‌بینی می‌شود در سال زراعی ۸۸ – ۸۷ به حدود ۲۹ هزار هکتار در سطح کشور برسد [۱].

با توجه به این‌که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج تأمین می‌شود و با توجه به خواص برجسته‌ی مذکور در مورد گلرنگ، همچنین کشت رو به افزایش آن و نظر به این‌که تاکنون در ایران در خصوص این روغن و خواص فیزیکو- شیمیایی آن کاری انجام نشده و تنها ویژگی‌های زراعی آن بررسی شده است، تحقیق حاضر به منظور بررسی خواص فیزیکو- شیمیایی بذر (نسبت پوست به دانه، مقدار روغن، پروتئین، خاکستر و رطوبت) و روغن (ترکیب اسیدهای چرب، عدد اسیدی، عدد یدی، عدد صابونی، رنگ) شش رقم از ارقام/لاین‌های بذر گلرنگ در ایران و مقایسه‌ی آنها از جهت نوع و مقدار روغن و دسته‌بندی نوع آن به لینولئیک اسید بالا یا اولئیک اسید بالا انجام گرفته است. امید است این تحقیق بتواند مقدمه‌ای برای کارهای بعدی در زمینه‌ی این روغن ارزشمند در ایران باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

بذر یکساله شش رقم/لاین از ارقام/لاین‌های گلرنگ، گلدشت، محلی اصفهان، اصفهان ۱٤ و اصفهان ۲۸ (از لاین‌های بهاره)، پدیده و سینا از مؤسسه‌ی کشت و اصلاح نهال و بذر کرج تهیه شد. پس از انتقال بذرها به آزمایشگاه و نمونه‌گیری به صورت تصادفی، خواص فیزیکو- شیمیایی بذر و روغن آنها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد شیمیایی

تمام مواد شیمیایی مورد استفاده از جمله هگزان، پترولیم بنزن، سولفات کلسیم و مس، اکسید سلنیم، اسید سولفوریک، تیوسولفات سدیم، هیدروکسید پتاسیم، سود، متانول، استانداردها، BF_3، محلول هانوس، با درصد خلوص بالا از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی بذر گلرنگ

میزان رطوبت (Ai 2-75)، خاکستر (Bc 5-49) و درصد پوست (Bc 6-49) بذر گلرنگ اندازه‌گیری شد [۲]. به منظور اندازه‌گیری میزان روغن بذر گلرنگ از دستگاه سوکسله و حلال پترولیوم بنزن استفاده شد (Ag 1-65) [۲]. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین پس از مرحله‌ی هضم نمونه‌های بذر گلرنگ [۲] با استفاده از دستگاه کلدال Kjeltec Auto 1030 Analyzer ساخت کشور آلمان میزان نیتروژن نمونه‌ها به دست آمد (Ai 2-75). برای محاسبه‌ی میزان پروتئین، مقدار نیتروژن در ضریب ۵/۳ ضرب شد [۳].

Archvie of SID
www.SID.ir

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی روغن گلرنگ

به منظور استخراج روغن مورد نیاز برای بررسی خواص فیزیکوشیمیایی روغن بذر گلرنگ از روش استخراج غرقابی و حلال هگزان استفاده شد (Ai 3-75). برای اندازه‌گیری عدد یدی روغن گلرنگ از روش هانوس استفاده شد (Cd 1d-92) [۲]. عدد صابونی (Cd 3-25) و اسیدی (Cd 3d-63) با روش تیتراسیون انجام شد [۲]. برای سنجش رنگ روغن گلرنگ از دستگاه لاویباند[1] استفاده شد (Cc 13b-45) [۲].

مشتق‌سازی از اسیدهای چرب

برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب به روش کروماتوگرافی، اسیدهای چرب باید به مشتق فرارشان تبدیل شوند برای این منظور از سود متانولی ۲ درصد، BF_3، هگزان و محلول استاندارد داخلی C15، برای هیدرولیز چربی به گلیسرول و اسیدهای چرب و سپس تبدیل آن به متیل استر مربوطه استفاده شد [۱٤].

بررسی دقیق نوع اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه GC/Mass پس از مشتق‌سازی از نمونه‌های روغن گلرنگ [۱٤] برای تعیین دقیق نوع اسیدهای چرب، از دستگاه GC/Mass[2]، با شرایط زیر استفاده شد:

GC: Agilent 6890 Network GC Sysjem U.S.A - Mass: Agilent 5973 Network Mass Selective Detector

طول ستون ۳۰ متر، قطر داخل ستون ۰/۲۵ میلی‌متر، قطر فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون، نوع فاز ساکن Agilent HP5MS، فاز متحرک گاز هلیم با درصد خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد و با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه و فشار ۵/۲۹ psi، دمای ستون به صورت برنامه‌ریزی دمایی و در ابتدا ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه تنظیم شد. سپس با سرعت ۳ درجه‌ی سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲٤۰ درجه رسیده و آنگاه با سرعت ۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۳۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد رسانده شد و تا پایان در این دما باقی ماند. دمای محل تزریق ۲۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. دقت در تشخیص نوع اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه GC/MS بسیار بیشتر از روش استفاده از دستگاه GC/FID است، به همین دلیل ابتدا جهت تشخیص دقیق نوع اسیدهای چرب از دستگاه GC/MS و برای سنجش میزان هر اسیدچرب از دستگاه GC/FID استفاده گردید [۱٤].

تعیین دقیق میزان اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه GC

برای تعیین دقیق میزان اسیدهای چرب، ۰/۲ میکرولیتر نمونه روغن گلرنگ مشتق‌سازی شده به دستگاه GC (Unicam 4600) ساخت کشور انگلستان با شرایط زیر تزریق شد:

ستون سیلیکای مذاب از نوع فاز پیوندی، طول ستون ۳۰ متر، قطر داخل ستون ۰/۲۲ میلی‌متر، قطر فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون، نوع فاز ساکن BPX70، آشکارساز FID، فاز متحرک، گاز هلیم با درصد خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد و با سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه، دمای ستون به صورت برنامه‌ریزی دمایی و در ابتدا در ۱٦۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ٦ دقیقه تنظیم شد. سپس با سرعت ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد رسیده و در این دما ۱۱ دقیقه مانده سپس با همین سرعت به دمای ۱۹۰ درجه‌ی سانتی‌گراد رسیده و تا پایان در این دما باقی ماند. دمای محل تزریق ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و کروماتوگرام نمونه تزریقی توسط دستگاه رسم شد. از C15 به عنوان استاندارد داخلی استفاده شد. برای شناسایی اسیدهای چرب، زمان بازداری هر یک از پیک‌ها با زمان بازداری استاندارد متیل استر تهیه شده از شرکت آلدریچ تحت شرایط آزمایشی یکسان مقایسه شده و نوع هر پیک معین شد و درصد هر یک از اسیدهای چرب محاسبه شد [۱٤].

[1] Lovibond Tintometer F, England
[2] Gas chromatography-massspectrometry

Archvie of SID
www.SID.ir

تحلیل آماری

برای تعیین معنی‌داری اختلاف بین مقادیر خواص فیزیکوشیمیایی بذر و روغن گلرنگ، از تجزیه‌ی واریانس ANOVA با نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. همچنین طرح آماری کاملاً تصادفی مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار[1] صورت گرفت. تمامی نتایج به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده است.

نتایج

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی بذر گلرنگ

خواص فیزیکوشیمیایی بذر شش رقم/لاین گلرنگ ایرانی (گلدشت، محلی اصفهان، اصفهان ١٤، اصفهان ٢٨، پدیده و سینا) در جدول شماره ١ نشان داده شده است.

نسبت پوست به بذر: بذر گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی به طور متوسط دارای ٤٦/٩ درصد پوست بود. نسبت پوست به بذر رقم گلدشت در میان ارقام/لاین‌های دیگر بیشتر بود. پس از آن به ترتیب ارقام/لاین‌های پدیده و سینا دارای پوست بیشتر بودند ($p<0/01$). این ویژگی در میان لاین‌های محلی اصفهان، اصفهان ٢٨ و اصفهان ١٤ مشابه و از ارقام/لاین‌های دیگر کمتر بود ($p<0/01$).

میزان رطوبت بذر کامل: به طور متوسط بذر ارقام/لاین‌های ایرانی حاوی ٤/٣٤ درصد رطوبت بود که در میان ارقام/لاین‌های گلدشت، اصفهان ١٤، اصفهان ٢٨ و پدیده مشابه و بالاترین میزان بود. مقدار رطوبت در مورد ارقام/لاین‌های محلی اصفهان و سینا مشابه و کمتر از ارقام/لاین‌های دیگر بود ($p<0/01$).

میزان خاکستر بذر کامل: ارقام/لاین‌های بذر گلرنگ ایرانی به طور متوسط حاوی ٢/٥٨ درصد خاکستر بود. لاین محلی اصفهان دارای بیشترین میزان خاکستر بود. از این نظر ارقام/لاین‌های اصفهان ١٤، اصفهان ٢٨ و پدیده مشابه و کمتر از لاین محلی اصفهان بودند ($p<0/01$). کمترین میزان خاکستر در ارقام سینا و گلدشت مشاهده شد.

میزان پروتئین بذر کامل: ارقام/لاین‌های بذر گلرنگ ایرانی به طور متوسط حاوی ١٥/٠٥ درصد پروتئین بود. رقم سینا دارای بیشترین میزان و پس از آن لاین‌های محلی اصفهان و اصفهان ٢٨ بیشترین مقدار را داشتند ($p<0/01$). درصد پروتئین در ارقام/لاین‌های گلدشت، اصفهان ١٤، و پدیده کمترین میزان بود ($p<0/01$).

مقدار روغن بذر کامل: درصد روغن بذر ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی حاصل از روش سوکسله در جدول شماره ١ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، میزان آن به طور متوسط ٣٠ درصد است. در میان ارقام/لاین‌های ذکر شده، لاین‌های اصفهان ١٤ و اصفهان ٢٨ دارای بیشترین درصد روغن بودند و پس از آنها به ترتیب ارقام/لاین‌های محلی اصفهان، سینا و پدیده قرار داشتند. رقم گلدشت در میان ارقام/لاین‌های دیگر کمترین درصد روغن را دارا بود.

بررسی ترکیب اسیدهای چرب روغن گلرنگ

ترکیب اسیدهای چرب روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی در جدول شماره ٢ ارایه شده است. مهمترین اسید چرب تشکیل‌دهنده‌ی روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی، لینولئیک اسید بود. بنابراین ارقام/لاین‌های گلدشت، محلی اصفهان، اصفهان ١٤، اصفهان ٢٨، پدیده و سینا از نوع گلرنگ معمولی (لینولئیک) بوده و ارقام جهش یافته‌ی گلرنگ اولئیک در میان ارقام/لاین‌های بررسی شده‌ی ایرانی مشاهده نشد. بنابراین روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی به دلیل داشتن مقدار زیاد لینولئیک اسید که مهم‌ترین اسید چرب ضروری

[1] LSD

Archvie of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۱- خواص فیزیکوشیمیایی بذر شش رقم/ لاین گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی بر حسب درصد (میانگین ±SD)

	گلدشت	محلی اصفهان	اصفهان ١٤	اصفهان ٢٨	پدیده	سینا
**نسبت پوست به بذر	٥٥/٧٥±٠/٨٥^{a}	٤٢/٤٦±٠/٧١^{d}	٤٢/٩٧±٢/٤٦^{d}	٤٣/٤٨±٠/٠٥^{d}	٥٠/١١±٠/١٨^{b}	٤٦/٦٧±٠/٠١^{c}
**رطوبت	٤/٦٢ ±٠/٢^{a}	٤/٠٤±٠/٠٥^{b}	٤/٤٤±٠/٠٩^{a}	٤/٣٢ ± ٠/١٥^{a}	٤/٥٤ ±٠/٢١^{a}	٤/٠٨ ±٠/٠٧^{b}
**خاکستر	٢/١٣±٠/٠٢^{c}	٢/٩٨ ±٠/٠٦^{a}	٢/٧٧±٠/٠٨^{b}	٢/٧٥ ± ٠/٠٢^{b}	٢/٦٩±٠/٠٧^{b}	٢/١٣±٠/٠٧^{c}
**پروتئین	١٢/٩±١/٤^{b}	١٥/٤٩±١/٠٣^{ab}	١٤/٦ ±٠/٤^{b}	١٥/٠٤±٠/٨٨^{ab}	١٤/٧١±١/٦٨^{b}	١٧/٦±٠/٢^{a}
**روغن	٢٠/٩٧±٠/٦^{e}	٣٢/٦٣±٠/٠٩^{b}	٣٤/٥±٠/١٩^{a}	٣٣/٨٤ ±٠/٣٣^{a}	٢٦/٣٢±٠/٣٤^{d}	٣١/٠٨±٠/١٦^{c}

*معنی‌دار در سطح ٠/٠٥ ؛** معنی‌دار در سطح ٠/٠١

حروف a، b، c، d و e نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در یک ردیف می‌باشد.

جدول شماره ۲- ترکیب اسیدهای چرب روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی مورد آزمایش بر حسب درصد (میانگین ±SD)

	گلدشت	محلی اصفهان	اصفهان ١٤	اصفهان ٢٨	پدیده	سینا
مریستیک اسید C14:0 ^{ns}	٠/٠٥٧±٠/٠٦	٠/٠٩±٠/٠٧٩	٠/٣٦±٠/٥٨١	٠/١١٣±٠/٠٢١	٠/٠٢٣±٠/٠٤	٠/٠٧±٠/٠٦١
پالمتیک اسید C16:0 *	٨/٠٢٣±٠/٣٨٥^{ab}	٧/٧٧٧±٠/١٦^{bc}	٧/٦٧٧±٠/١٩٦^{bc}	٧/٧٥±٠/١٠٥ ^{bc}	٧/٣٤±٠/٤٦٨^{c}	٨/٣٦٣±٠/١٣٦^{a}
استئاریک اسید C18:0 ^{ns}	٢/ ٥٢±٠/٠٦٣	٢/٦٤٧±٠/٢٧٢	٢/٢٦٣±٠/٠٠٦	٢/٣٣±٠/٠٧	١/٨٢±٠/٧٣	٢/٤٥٧±٠/١٢
اولئیک اسید C18:1 **	١٤/٩٧±٠/٠٧٦^{c}	١٢/٥٩٧±٠/١٣٣^{e}	١٣/٤٨٣±٠/١١٥^{d}	١٣/٤٦٣±٠/١٠٢^{d}	١٨/٦٩±٠/٣٧٤^{a}	١٥/٤٤٣±٠/٠٩١^{b}
لینولئیک اسید C18:2 **	٧٣/١١±٠/٣٢١^{b}	٧٥/٠٥٧±٠/٦٤٥^{a}	٧٥/٧٧٣±٠/٦١^{a}	٧٥/٧٨±٠/٢٨٢^{a}	٧١/٩٩±٠/٨٦٣^{b}	٧٢/٨٥٣±٠/٦٢٥^{b}
لینولنیک اسید C18:3 ^{ns}	٠/٢٤٣±٠/٠٥١	٠/٣٠٣±٠/١٧١	٠/١٦٧±٠/٠٢٥	٠/١٨٧±٠/٠٢٣	٠/١٢٧±٠/١٣	٠/٢١٧±٠/٠٣٨
آراشیدیک اسید C20:0 *	٠/٢٤±٠/١٣٩^{a}	٠/٢١±٠/١٨٢ ^{ab}	٠/٠٢±٠/٠٣٥^{c}	٠/٠١٧±٠/٠٢٩^{c}	٠/٠٠٠±٠/٠٠٠^{c}	٠/٠٣٧±٠/٠٦٤ ^{bc}
بهنیک اسید C22:0 *	٠/١٤٣±٠/٠٩^{a}	٠/١٤٧±٠/١٣٧^{a}	٠/٠١٧±٠/٠٢٩^{b}	٠/٠٠٠±٠/٠٠٠^{b}	٠/٠٠٠±٠/٠٠٠^{b}	٠/٠٢±٠/٠٣٥^{b}
لیگنوسریک اسید C24:0 **	٠/٠٣±٠,٠٣٦^{b}	٠/٥٧٧±٠/١٠٢^{a}	٠/١٠٣±٠/٠٩٦^{dc}	٠/١٦٣±٠/٠٣٢^{dbc}	٠/٠٢±٠/٠٣٥^{d}	٠/٢٠٣±٠/٠٤٧ ^{bc}
نرونیک اسید C24:1 **	٠/٣٩٣±٠/١٤٧^{ab}	٠/٦١٣±٠/١٤٢^{a}	٠/١٤±٠/١٥٧ ^{bc}	٠/٢±٠/٠٧^{bc}	٠/٠٠٠±٠/٠٠٠^{c}	٠/٣٤٣±٠/٢٦٦ ^{abc}

*معنی‌دار در سطح ٠/٠٥ ؛** معنی‌دار در سطح ٠/٠١؛ ns غیر معنی‌دار

حروف a، b، c، d و e نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در یک ردیف می‌باشد.

می‌باشد، منبع غنی از اسیدهای چرب امگا ٦ است. از نظر مقدار لینولئیک اسید بین ارقام/لاین‌های ایرانی تفاوت معنی‌دار وجود داشت (p<٠/٠١). به طوری که لاین‌های محلی اصفهان، اصفهان ١٤ و اصفهان ٢٨، بیشترین مقدار لینولئیک اسید را دارا بودند. میزان این اسید چرب در میان ارقام گلدشت، پدیده و سینا مشابه و کمتر از سه لاین قبل بود.

میزان لینولنیک اسید در روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی بسیار ناچیز بود (٠-٠/٣ درصد) و تفاوت معنی‌داری بین ارقام/لاین‌های مختلف دیده نشد.

روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی به طور متوسط حاوی ١٤/٧٧ درصد اولئیک اسید بود. بین ارقام/لاین‌های مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (p<٠/٠١). رقم پدیده، بیشترین میزان اولئیک اسید را داشت.

مهم‌ترین اسید چرب اشباع روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی، پالمتیک اسید و استئاریک اسید بود. از دیگر اسیدهای چرب اشباع، مریستیک اسید، آراشیدیک اسید، بهنیک اسید و لیگنوسریک اسید نیز هر یک به مقدار ناچیز وجود داشتند. پالمتیک اسید بیشترین مقدار اسید چرب اشباع بوده و از این نظر ارقام/لاین‌های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (p<٠/٠٥). رقم سینا و پس از آن رقم گلدشت دارای بیشترین میزان پالمتیک اسید بوده و مقدار این اسید چرب در بین لاین‌های محلی اصفهان، اصفهان ١٤ و اصفهان ٢٨ مشابه و از

Archvie of SID
www.SID.ir

دو رقم قبلی (سینا و گلدشت) کمتر بود. رقم پدیده کمترین مقدار پالمتیک اسید را داشت. روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی به طور متوسط حاوی ۲/۳٤ درصد استئاریک اسید بوده و از نظر مقدار این اسید چرب تفاوت معنی‌داری بین ارقام/لاین‌های مختلف وجود نداشت.

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی روغن گلرنگ

پس از استخراج روغن به روش غرقابی، آزمایش‌های تعیین خواص فیزکوشیمیایی روغن انجام شد. در جدول شماره ۳ خواص فیزیکوشیمیایی روغن بذر گلرنگ شش رقم/لاین مورد بررسی از ارقام/لاین‌های ایرانی آورده شده است.

اندیس اسیدی: این اندیس نشان‌دهنده‌ی میزان اسیدهای چرب آزاد بر حسب اولئیک اسید است که بر اثر هیدرولیز روغن توسط عوامل مختلف نظیر اثر حرارت و رطوبت و آنزیم‌های هیدرولیزکننده، ایجاد می‌شوند. چون این آزمایش سریعاً پس از استخراج روغن انجام شد، بنابراین مهم‌ترین عامل اثر آنزیم‌های هیدرولیزکننده می‌باشد. هرچه میزان این اندیس کمتر باشد نشان‌دهنده‌ی اینست که فعالیت آنزیمی کمتر و روغن پایدارتر بوده و روغن در مدت زمان طولانی‌تری دچار تندی ناشی از هیدرولیز اسیدهای چرب می‌شود. از نظر اندیس اسیدی ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<۰/۰۱$). لاین محلی اصفهان اندیس اسیدی بالاتری داشته و اختلاف آن با دیگر ارقام/لاین‌های گلرنگ قابل ملاحظه بود. پس از آن ارقام گلدشت و پدیده به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار داشتند. ارقام/لاین‌های اصفهان ١٤، اصفهان ۲۸ و سینا کمترین مقدار این شاخص را دارا بوده که نشان دهنده‌ی پایدارتر بودن آنها است.

اندیس یدی: میزان اندیس یدی روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی، در محدوده‌ی ۱۳۰ - ۱۱۰ قرار دارد و در میان ارقام/لاین‌های بررسی شده‌ی ایرانی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اندیس یدی ارقام/لاین‌های ایرانی در مقایسه با ارقام کشورهای آمریکا (١٤٧ - ١٤١)، کره (١٤١) و پرتغال (۱۳۹/۹) کمتر بود [۳،٦،۱۲]. از آنجایی که اندیس یدی نشان دهنده‌ی میزان غیراشباعیت اسیدهای چرب روغن است، می‌توان نتیجه گرفت که روغن ارقام/لاین‌های ایرانی نسبت به ارقام خارجی ذکر شده، غیراشباعیت کمتری داشتند.

اندیس صابونی: این شاخص نشان دهنده‌ی متوسط وزن مولکولی اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده‌ی روغن است که در ارقام/لاین‌های ایرانی در حدود ١٦٦/٥ mg KOH/g - ۱۵۱ به دست آمد. ارقام/لاین‌های ایرانی با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشته ($p<۰/۰۱$)، به طوری که مقدار این اندیس در ارقام/لاین‌های گلدشت، محلی اصفهان، اصفهان ١٤، اصفهان ۲۸ و پدیده مشابه بوده و رقم سینا کمترین مقدار اندیس صابونی را داشت.

سنجش رنگ روغن: نتایج سنجش رنگ با دستگاه لاویباند در جدول شماره ۳ آورده شده است. میزان رنگ قرمز در میان ارقام/لاین‌های ایرانی، تفاوت معنی‌داری نداشته اما در مورد میزان رنگ زرد، تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۱$). ارقام/لاین‌های اصفهان ۲۸ و پدیده بیشترین میزان رنگ زرد را داشته و پس از آنها ارقام/لاین‌های گلدشت و اصفهان ١٤ در جایگاه دوم قرار داشتند. مقدار آن در لاین محلی اصفهان کمتر از ارقام/لاین‌های مذکور بوده و کمترین مقدار در رقم سینا مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به جدول شماره ۱ نسبت پوست به بذر گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی ٤۲/۹۷-٥٥/۷٥ می‌باشد. نسبت مغز به پوست در مطالعه کاراپتیان و علیزاده ۰/۷٤-۱/٤٤ گزارش شده است [٥].

بر اساس جدول شماره ۱ درصد روغن بذر گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی در محدوده ۲۰/۹۷-۳٤/٥۰ می‌باشد. درصد روغن در مطالعه کاراپتیان و علیزاده ۲۱/٤ - ۳۱/۷ گزارش شده است [٥]. در مقایسه میزان روغن بذر گلرنگ

Archvie of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۳- خواص فیزیکوشیمیایی روغن بذر شش رقم/لاین گلرنگ ایرانی (میانگین ±SD)

	گلدشت	محلی اصفهان	اصفهان ۱٤	اصفهان ۲۸	پدیده	سینا
اندیس یدی (هانوس)، g I_2/100g	۱۲۷/۷۱±۰/۲۷	۱۲۹/۸۱±۳/۳۸	۱۲٦/۵۷±۲/۵۷	۱۱۰/۹۷±۷/۱۷	۱۱۷/۹٦±۱۱/۵۵	۱۲۹/۳۵±۱۳/٦٤
**اندیس صابونی، mg KOH/g	۱٦۵/۹۱±۱/۲^{a}	۱٦٦/۵٦±۲/٦۳^{a}	۱٦۳/۷۲±٤/۸٦^{a}	۱٦۵/۹۱±۰/۰۰^{a}	۱٦٦/۵٦±۲/٦۳^{a}	۱۵۱/۰۸±۰/٦۸^{b}
**اندیس اسیدی، mg KOH/g	۰/۸۱± ۰/۰۷^{b}	۱/۳۵ ±۰/۰۲^{a}	۰/۳٤ ±۰/۰۲^{d}	۰/۳۲±۰/۰۰^{d}	۰/٦۰±۰/۰۵^{c}	۰/۳۷±۰/۰۰^{d}
**رنگ زرد	۱۰/۹۳±۰/۰٦^{ab}	۹/۸ ± ۰/۰۰^{bc}	۱۰/۹۷±۰/۱۵ ^{ab}	۱۱/۹±۱/۰٤^{a}	۱۲/۳۷±۰/٦۱^{a}	۸/۳۳±۱/۱٦^{c}
**رنگ قرمز	۰/۷۳±۰/۰٦	۰/٦۷±۰/۰٦	۰/۷۳±۰/۱۲	۰/۸۳ ±۰/۱۲	۰/۸±۰/۰۰	۰/٦۳±۰/۱۲

*معنی‌دار در سطح ۰/۰۵؛ **معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ؛ns غیر معنی‌دار

حروف a، b، c، d و e نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در یک ردیف می‌باشد.

ارقام/لاین‌های ایرانی با ارقام خارجی می‌توان نتیجه گرفت که ارقام/لاین‌های ایرانی با میزان متوسط ۳۰ درصد روغن مشابه ارقام چین و هند بوده و در مقایسه با میزان روغن ارقام کشورهای آمریکا، کانادا، مکزیک، آرژانتین و استرالیا کمتر است [۳]. از طرف دیگر میزان پوست در ارقام/لاین‌های ایرانی نسبت به ارقام گزارش شده‌ی کشور آمریکا [۳] و کره [۱۲،۱۳] بیشتر است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که کاهش میزان پوست باعث افزایش درصد روغن و پروتئین می‌گردد. از این رو به نظر می‌رسد، با انجام مطالعات ژنتیکی بتوان میزان پوست را در ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی کاهش داده و نیز مقدار روغن و پروتئین را افزایش داد که موجب افزایش تولید محصول؛ بهبود کیفیت کنجاله؛ بیشتر شدن صرفه اقتصادی و کمتر شدن ضایعات خواهد شد.

با توجه به جدول شماره ۲، روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی، لینولئیک اسید کمتری نسبت به ارقام کشور پرتغال (۷۸ درصد)، کره (۸۱/٤ درصد) و هند (۷۸-۷٤ درصد) داشت [٤،٦،۱۳،۱٦]. این روغن به علت دارا بودن مقدار زیاد لینولئیک اسید و مقدار بسیار ناچیز لینولنیک اسید، به عنوان یک روغن خشک شونده‌ی سریع که پوشش ایجاد شده به مرور زمان زرد نشده و در تهیه‌ی محصولاتی مانند روغن‌های صنعتی، روغن جلا و رنگ روغن به کار برده می‌شود، مطرح است. لینولنیک اسید روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی، تا حدودی مشابه ارقام کشور استرالیا (۰/۱۳ درصد) و کمتر از ارقام کشورهای کره (۰/٤ درصد)، پرتغال (۱ درصد) و امریکا (۱ درصد) بود [٤،٦،۸،۱۳،۱۸]. بین ارقام گلرنگ لینولئیک، میزان این اسید چرب در روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی مشابه ارقام کشور هند (۱۷/۷-۱۵/۱ درصد) بوده و از ارقام کشورهای پرتغال (۱۱/۲ درصد) و کره (۱۱/۱ درصد) بیشتر بود [٤،٦،۱۳،۱٦]. اولئیک اسید مهمترین اسید چرب روغن گلرنگ ارقام کشور استرالیا (۸۲/۳۱ درصد) می‌باشد [۸]. از اسیدهای چرب غیر اشباع، علاوه بر اسیدهای چرب نام برده (اولئیک، لینولئیک و لینولنیک اسید)، نرونیک اسید (C24:1) نیز به مقدار ناچیز (۰/۲۸ درصد) در روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی و ارقام کشور استرالیا [۸] وجود داشت. در حالیکه ارقام کشورهای پرتغال [٤،٦]، آمریکا [۱۸] و استرالیا [۸] دارای مقدار ناچیزی ایکوزنوئیک اسید (C20:1) می‌باشند در صورتیکه این اسید چرب در ارقام/لاین‌های ایرانی وجود نداشت. مقدار استئاریک اسید در بین ارقام/لاین‌های ایرانی نسبت به ارقام کشورهای پرتغال (٦/۵ درصد)، کره (۵/۵ درصد)، هند (۷/۵-۵/۵ درصد) و استرالیا (۳/۷۱ درصد) بیشتر بود [٤،٦،۸،۱۳،۱٦].

با مقایسه‌ی اندیس اسیدی به دست آمده از ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی (جدول شماره ۳) با ارقام کشورهای خارجی نظیر آمریکا (۰/٦ mgKOH/g - ۰/۱۵)، کره (<۰/٦ mgKOH/g)

Archive of SID
www.SID.ir

و پرتغال (mgKOH/g ۱/۲)، می‌توان نتیجه گرفت که اکثر ارقام/لاین‌های ایرانی به جز محلی اصفهان مشابه ارقام ذکر شده خارجی بودند [۳،٦،۱۲].

اندیس صابونی در روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی (جدول شماره ۳) در مقایسه با ارقام کشورهای آمریکا (۱۹٤ – ۱۸٦) و کره (۲۰۱) کمتر بود [۳،۱۲]. به نظر می‌رسد اختلاف در خواص فیزکوشیمیایی بذر و روغن گلرنگ ارقام/ لاین‌های ایرانی در مقایسه با نمونه‌های خارجی ناشی از اختلاف در ارقام، شرایط آب و هوایی و روش‌های آزمایش باشد.

به نظر می‌رسد که اختلاف در برخی خواص فیزیکوشیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی با دیگر کشورها به اختلاف در نوع رقم، شرایط آب و هوایی، خاک، نسبت پوست به مغز و روش‌های آزمایش بر می‌گردد. به طور کلی نتایج این تحقیق می‌تواند به صورت زیر خلاصه شود:

با توجه به تقسیم‌بندی روغن گلرنگ به دو دسته‌ی گلرنگ اولئیک و لینولئیک، روغن گلرنگ ارقام/لاین‌های ایرانی، گلدشت، محلی اصفهان، اصفهان ۱٤، اصفهان ۲۸، پدیده و سینا از نوع گلرنگ لینولئیک بوده و گلرنگ اولئیک در میان ارقام/لاین‌های بررسی شده‌ی ایرانی ملاحظه نشد.

با مقایسه‌ی روغن گلرنگ با منابع دیگر گیاهی، معلوم شد که ارقام/لاین‌های گلرنگ ایرانی مورد بررسی، بالاترین مقدار اسیدهای چرب ضروری و با ارزش امگا ٦ را در میان منابع روغنی دیگر (آفتابگردان، سویا، کلزا، زیتون، تخم‌پنبه، پالم، ذرت، بادام زمینی، کنجد، ...) دارا بود.

خواص فیزیکوشیمیایی بذر ارقام/لاین‌های گلرنگ مطالعه شده، نشان داد که نسبت پوست به بذر در محدوده‌ی ۵۵/۸ – ٤۲/۵ درصد، میزان رطوبت در محدوده‌ی ٤/٦۲–٤/۰٤ درصد، میزان خاکستر در محدوده‌ی ۲/۹۸ – ۲/۱۳ درصد، میزان پروتئین در محدوده‌ی ۱۷/٦ – ۱۲/۹ درصد و مقدار روغن در محدوده‌ی ۳٤/۵ – ۲۱ درصد بود.

خواص فیزیکوشیمیایی روغن ارقام/لاین‌های گلرنگ مطالعه شده، نشان داد که اندیس اسیدی در محدوده‌ی ۱/۳۵ – ۰/۳۲، اندیس یدی در محدوده‌ی ۱۳۰ – ۱۱۱، اندیس صابونی در محدوده‌ی ۱٦٦/٦ – ۱۵۱/۱، رنگ زرد در محدوده‌ی ۱۲/٤ – ۸/۳۳ و رنگ قرمز در محدوده‌ی ۰/۸۳ – ۰/٦۳ بود.

ترکیب اسیدهای چرب عمده‌ی روغن ارقام/لاین‌های گلرنگ مطالعه شده، لینولئیک اسید (۷۵/۷۸ – ۷۲ درصد)، اولئیک اسید (۱۸/۷ – ۱۲/٦ درصد)، پالمتیک اسید (۸/٤ – ۷/۳٤ درصد) و استئاریک اسید (۲/٦۵ – ۱/۸ درصد) بود. از دیگر اسیدهای چرب مانند مریستیک اسید، لینولنیک اسید، آراشیدیک اسید، بهنیک اسید، لیگنوسریک اسید و نرونیک اسید به مقدار ناچیز در این روغن وجود داشت.

تشکر و قدردانی

از مسؤولین موسسه‌ی نهال و بذر کرج که با در اختیار گذاشتن ارقام/لاین‌های گلرنگ ما را یاری کردند، همچنین از قطب علمی مهندسی بازیافت و کاهش ضایعات محصولات استراتژیک کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس صمیمانه سپاسگزاریم.

منابع

1. Anonymous. 2008. Available at: http://www.agrijahad.ir/portal/Home/Default.aspx

2. AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. (Ai 2-75, Bc 5-49 and Bc 6-49 methods) Champaign, IL: AOCS Press. 2006, Available at: http://www.aocs.org/Methods

Archvie of SID
www.SID.ir

3. Smith J. Safflower oil. In: Shahidi F. Editor. Baileys Industrial Oil and Fat Products. (6th ed). John Wiley. New York. 2005, pp: 491 - 536.

4. Bergman J and Flynn CR. Triacylglycerol analyses of safflower oil and its potential for oil seed breeding advances. 6th International Safflower Conference, Istanbul 2005, pp: 56 - 66.

5. Carapetian J and Alizadeh KH. Genetic variation in a safflower germplasm grown in rainfed cold drylands. *J. of Agr.* 2006; 5 (1): 50 - 2.

6. Carvalho IS, Miranda I and Pereira H. Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. *Industrial Crops and Products* 2006; 24: 75 - 8.

7. Darabi N, Falahati M and Mahmudian M. Evaluation of toxicity chemical substances (extract dihyndropyridine derivatives, safflower and *Peganum harmala*) by *Saccharomyces cervisiae*. *J. of Army University of Medical Sciences of the I. R. Iran* 2007; 5 (1): 1111 - 4.

8. Flynn C and Bergman J. Analytical chemistry methods used in the research and development of safflower varieties for the United States Northern great plains region. 5th International Safflower Conference, USA. 2001, Available at: http://safflower.wsu.edu/2001Abstracts.htm.

9. Hekmatdoost A, Mirshafi A, Djazayery A, Eshraghian MR, Feizabadi M, Sedaghat R and Jakobsen K. The effect of dietary oils on microflora in experimental in mice. *Iranian J. of Nutr. Sci. & Food Technol.* 2008; 3 (3): 53 - 63.

10. Isabelle M, Berquin IJ, Edwards Y and Chen Q. Multi-targeted therapy of cancer by omega-3 fatty acids. *Cancer Letters* 2008; 269: 363 - 77.

11. Kucuk M and Arslan B. The nutrition value of safflower oil and its effect on human health. 6th International Safflower Conference, Istanbul. 2005, 363 - 9.

12. Lee JH, Shin JA, Lee JH and Lee KT. Production of lipase-catalyzed structured lipids from safflower oil with conjugated linoleic acid and oxidation studies with rosemary extracts. *Food Res. Inter.* 2004; 37: 967 - 74.

13. Lee Y, Oh S, Chang J and Kim I. Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food Chem.* 2004; 84: 1 - 6.

14. Metcolf LC, Schmitz AA and Pelka JR. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analysis. *Analytical Chem.* 1966; 38: 514 - 5.

15. Modaresi M. The effect of alcohol extract of safflower (*Carthamus tinctorius*) on pituitary-testis axis in mice. *J. of Zanjan University of Medical Sci. and Health Services* 2005; 53: 1 - 7.

16. Nagaraj G. Nutritional characteristics of three Indian safflower cultivars. 5th International Safflower Conference, USA 2001, pp: 303 - 6.

17. Nobakht M, Fattahi M, Hoormand M, Milanian I, Rahbar N and Mahmoudian M. A study on the teratogenic and cytotoxic effects of safflower extract. *J. of Ethnopharmacol*. 2000; 73 (3): 453 - 9.

18. Salunkhe DK, Chavan JK, Adsule RN and Kadam SS. World Oilseeds Chemistry, Technology and Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York. 1992, p: 554.

19. Sebastian N, Stehr A and Heller R. Omega-3 fatty acid effects on biochemical indices following cancer surgery. *Clinica Chimica Acta.* 2006; 373: 1 - 8.

Archive of SID

www.SID.ir