# ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از ۷ رقم جدید کانولا

**نگار گلشنی[a]، مهرداد قوامی[b*]، بابک دلخوش[c]**

*[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*
*[b] استاد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*
*[c] استادیار گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۴/۱۸



## چکیده

**مقدمه:** امروزه یکی از عمده‌ترین معضلات بخش کشاورزی و صنایع غذایی ایران، واردات ۹۰٪ روغن خوراکی مصرفی است. اهمیت تأمین داخلی روغن مورد نیاز بوسیله شناسایی واریته های با کیفیت و حاوی ترکیب مناسب اسیدهای چرب، از جهت کاهش واردات و خروج ارز از کشور، غیر قابل انکار می باشد. هدف از این پژوهش، ارزیابی شیمیایی روغن ۷ رقم جدید کانولا بوده تا بهترین واریته شناسایی گردد.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق ۷ واریته کانولا از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انتخاب و روغن هر یک پس از استخراج توسط حلال مورد سنجش آزمون‌های شیمیایی شامل ترکیب اسیدهای چرب، درصد ترکیبات غیر قابل صابونی، استرول، توکوفرول، زمان پایداری، فلزات مس و آهن قرار گرفت.

**یافته ها:** درصد روغن ارقام در محدوده ۴۶/۲۳–۳۳ ٪ ، بالاترین میزان ترکیبات توکوفرولی برای رقم NK-OCTANS و بالاترین میزان ترکیبات استرولی برای رقم GKH-Olivia بود. ارقام NRX-3621 بالاترین میزان آهن و GKH-Olivia بالاترین میزان مس و رقم GKH-3705 بالاترین زمان پایداری را داشتند. ترکیبات غیر صابونی شونده در محدوده ۳/۱ ٪ الی ۱/۸۸ ٪ بود. اسیدهای چرب PUFA در محدوده ۳۱/۲۱–۲۵/۵۹ درصد و MUFA بین ۵۹/۴۳ و ۶۶/۰۲ درصد بود.

**نتیجه گیری:** تمامی ارقام در صفات مورد آزمون اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. اسید اولئیک اسید چرب غالب و اسید اروسیک به میزان ناچیزی در روغن آنها یافت گردید. زمان پایداری این ارقام بالا بود و همگی به صورت میانگین، حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات غیرقابل صابونی بودند و در نتیجه از ارزش بالایی جهت کشت گسترده و بهره برداری روغن برخوردار می باشند.

***واژه‌های کلیدی:*** *ترکیب اسید چرب، روغن، کانولا، مواد غیر صابونی شونده*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: mehrdad_ghavami@yahoo.com

## مقدمه

از دیدگاه تغذیه و ارزش غذایی، مقادیر اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ در رژیم‌های غذایی توصیه می‌شود. بنابراین در سال‌های اخیر، منابع چربی در رژیم های غذایی اهمیت قابل ملاحظه‌ای یافته‌اند و همچنین خواص تغذیه‌ای روغن کانولا بعلت ترکیب مناسب اسیدهای چرب آن که حاوی سطوح پایین از اسیدهای چرب اشباع، سطوح نسبتا بالا از اسیدهای چرب چند غیر اشباع و مقادیر قابل قبول از اسید چرب امگا-۳ آلفا-لینولنیک اسید می‌باشد بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Wiley, 2005). خصوصیات کیفی هر نوع روغن بستگی به ترکیب اسیدهای چرب آن دارد و یکی از اهداف اصلاحی مهم در کلزا علاوه بر کمیت روغن، بهبود کیفیت روغن می‌باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

کلزا یا Colza نام فرانسوی این دانه روغنی است که به انگلیسی آن را Rapeseed یا Winter rape می نامند و گیاهی است از جنس Brassica و از تیره Cruciferae با نام علمی Brassica napus (رستگار، ۱۳۸۴). گیاهان این جنس به دو دسته کلی HEAR که روغن آنها دارای بیش از ۵ درصد اسید اروسیک است و مصرف خوراکی نداشته و دسته LEAR که کمتر از ۵ درصد اسید اروسیک در روغن داشته و مصرف خوراکی دارند، تقسیم می‌شوند (کدیور و همکاران، ۱۳۸۹ ).

گلوکوزینولات‌ها گروهی از مواد شیمیایی هستند که در برخی از گیاهان وجود داشته و باعث طعم تند و بوی گزنده اندام‌های آنها می‌شود و در ارقام جدید کانولا مشکل گلوکوزینولات‌ها نیز حل شده و مقدار این ماده مضر بسیار کاهش یافته است (شریعتی و شهنی زاده، ۱۳۷۹).

کدیور و همکاران در سال ۱۳۸۹ درصد روغن ارقام مختلف کلزا (۱۱ رقم) را در تحقیق انجام شده بین ۳۷/۲۰٪ مربوط به رقم Goliath و میزان ۴۷/۷۵ ٪ مربوط به رقم Wild Cat اعلام نمودند. فرهوش و همکاران در سال ۱۳۸۸ ترکیب اسیدهای چرب ارقام کانولا را با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مورد سنجش قرار دادند و بر طبق نتایج اعلام نمودند که بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) به ترتیب به روغن ارقام طلایه خراسان رضوی، زرفام خراسان رضوی، هایولا گلستان، هایولا مازندران، طلایه فارس و زرفام تهران تعلق داشت و میزان اسیدهای چرب اشباع را بین ۸-۷ ٪ اعلام نمودند و بالاترین میزان اسید اولئیک را برای رقم هایولا گلستان با میزان ۶۵/۶۸ ٪ و پایین‌ترین میزان آن را برای رقم طلایه خراسان رضوی با میزان ۵۹/۹۴ ٪ گزارش نمودند و همچنین بیشترین میزان استرول را برای رقم اوکاپی خراسان رضوی با مقدار ۲/۱۰ ٪ و کمترین مقدار آن را برای رقم هایولا مازنداران با مقدار ۱/۳۱ ٪ اعلام نمودند و میزان استرول را برای رقم طلایه فارس و طلایه خراسان رضوی به ترتیب ۱/۱۱ ٪ و ۱/۵۲ ٪ گزارش نمودند بعلاوه اعلام نمودند که روغن ارقام زرفام و اوکاپی خراسان رضوی حائز بیشترین میزان ترکیبات توکوفرولی بودند (به ترتیب ۷۹۳/۳۵ و ۷۶۵/۱۴ ppm) و کمترین میزان آن را در روغن ارقام طلایه فارس و هایولای مازنداران با مقادیر به ترتیب ۵۷۳/۵۷ و ۵۵۵/۹۷ ppm، گزارش نمودند (فرهوش و همکاران، ۱۳۸۸). بیگ محمدی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۸ ، ترکیب اسیدهای چرب ارقام عمده کلزا در استان گلستان به نام های هایولا ۴۰۱ ، هایولا ۴۲۰ و RGS003 را مقایسه نمودند و بیشترین میزان اسید اولئیک را مربوط به رقم RGS003 (۶۴ ٪) اعلام نمودند. کدیور و همکاران نیز در سال ۱۳۸۹ بر طبق نتایج بدست آمده در تحقیق خود اعلام داشتند که بیشترین میزان اسید اولئیک مربوط به رقم Amica با میزان ۶۴/۵۵ ٪ و کمترین میزان آن مربوط به رقم Heros با میزان ۶۳/۱۰ ٪ بود به علاوه میزان دلتا، گاما و آلفا توکوفرول را برای رقم Heros به ترتیب میزان ۱۴/۲۰ ،۱۲۱/۲۰ و ۶۵/۷۲ ppm گزارش کردند، براسیکااسترول شاخص روغن کلزا می‌باشد و برای تشخیص تقلب سایر روغن‌ها با این روغن به کار می رود. کدیور و همکاران در سال ۱۳۸۹ در تحقیق خود بر روی ۱۱ رقم کانولا، بیشترین درصد استرول در کل ترکیبات غیر صابونی شونده را مربوط به رقم Zarfam با میزان ۴۵ ٪ و کمترین آن را مربوط به رقم Goliath و Comet با میزان ۴۰ ٪ گزارش نمودند. مصطفوی راد و همکاران در سال ۱۳۸۹ در تحقیق خود میزان عناصر ریز مغذی دانه ارقام پر محصول کلزا (مودنا ، اوکاپی و لیکورد) را به روش جذب اتمی اندازه‌گیری نمودند و میزان آهن را بر حسب ppm برای ارقام اوکاپی، مودنا و لیکورد به ترتیب ۲۹۰/۸۹، ۳۵۶/۲۰۷ و ۳۶۵/۶۲ و میزان عنصر مس را برای ارقام اوکاپی، مودنا و لیکورد به

ترتیب ۵/۲۵۸، ۵/۷۵۵ و ۵/۹۱۷ بر حسب ppm گزارش نمودند.

هدف از انجام این پژوهش ارزیابی شیمیایی ۷ رقم جدید کانولا بود تا بدین ترتیب بهترین رقم از لحاظ ویژگی‌های روغن شناسایی شده و جهت کارهای تحقیقاتی آتی و یا کشت گسترده معرفی گردد.

## مواد و روش ها

**- تهیه و آماده سازی نمونه‌ها**

نمونه های مورد آزمون در این تحقیق شامل ۷ رقم از ارقام جدید کانولا می‌باشد که این ارقام بهاره می باشند که در مناطق معتدل مانند کرج کشت می‌شوند و از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. نمونه‌های مورد ارزیابی کاملا جدید بوده و تنها در مورد رقم طلاییه اطلاعاتی موجود است. این ارقام عبارتند از: Billy، Talayeh، NK-Aviator، NRX-3621، NK-Octans، GKH-Oliviaو GKH-3705. دانه‌ها جهت انجام آزمون‌های شیمیایی بر روی روغن استخراج شده ، توسط دستگاه آسیاب، آسیاب شدند و در ظروف شیشه‌ای به صورت مجزا تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شدند. به علت محدود بودن میزان نمونه‌ها و نیز ارزشمند بودن روغن حاصله، برای استخراج روغن از دانه‌های مورد آزمون، از روش استخراج سرد توسط حلال پترولیوم اتر به روش خیساندن استفاده شد. در نهایت روغن حلال گیری شده در ظروف شیشه ای ریخته و با فویل پوشانده شد و در یخچال تا زمان انجام سایر آزمون ها نگهداری گردید.

**- آزمون‌های شیمیایی**

جهت تعیین درصد روغن هر واریته، از روش سوکسله و برطبق استاندارد AOAC920.39استفاده شد. تعیین مقدار فلزات مس و آهن، با استفاده از استاندارد AOAC 990.05 انجام گردید (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷). جهت شناسایی و تعیین مقدار کمی اسیدهای چرب موجود در نمونه‌ها، از روش کروماتوگرافی گازی (GC) استفاده شد. جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب، آماده‌سازی نمونه بصورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOCS به شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف Younglin مدل Acme 6100 مجهز به آشکار ساز شعله‌ای[1] (FID) و ستون موئین[2] ۱۰۰ متری cp sill 88 مطابق استاندارد cele–۹۱ استفاده شد به طوریکه درجه حرارت محل تزریق[3]، ستون[4] و دتکتور به ترتیب ۲۴۰ و ۱۹۸ و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود و سرعت جریان گاز حامل[5] (نیتروژن) ۱۴ میلی‌لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ مایکرولیتر بوده است. جهت شناسایی ترکیبات غیر صابونی شونده نمونه‌های روغن مورد آزمون، پس از صابونی کردن نمونه روغن به طریق ذکر شده در بالا، تفکیک این ترکیبات که شامل استرول‌ها، ۴- متیل استرول، تری ترپن الکل، توکوفرول‌ها و هیدروکربن‌ها هستند، توسط کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) انجام گرفت. برای سنجش توکوفرول‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا؛ نمونه روغن را در هگزان حل نموده و سپس مستقیما به ستون دستگاه HPLC (بر طبق استاندارد AOCS با شماره Ce 89-8 ؛ با ستون TR-016338 ، Tracer Exel 120 ODS-A5µm15*0.46 NF-01445) تزریق گشت و برای شناسایی استرول‌ها نیز پس از صابونی کردن نمونه روغن با محلول هیدروکسید پتاسیم الکلی، ترکیبات غیر صابونی آن با حلال استخراج گشت و سپس تفکیک این ترکیبات به‌وسیله کروماتوگرافی لایه نازک و تزریق به دستگاه گار کروماتوگراف youngling مدل Acme 6100 مجهز به آشکارساز شعله‌ای و ستون موئین ۱۰۰ متری cp sill88 مطابق استاندارد cele-91، جهت شناسایی صورت پذیرفت (قوامی و همکاران،۱۳۸۷). زمان مقاومت به اکسید شدن با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل Metrohm 743 در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و ۲/۵ گرم نمونه و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت ارزیابی شد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷). مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک آلمان تهیه و همگی از درجه آنالیز کمی بودند.

**- تجزیه و تحلیل آماری**

روش آماری مورد استفاده در این پژوهش ،آزمایش بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار و ۷ تیمار بود که

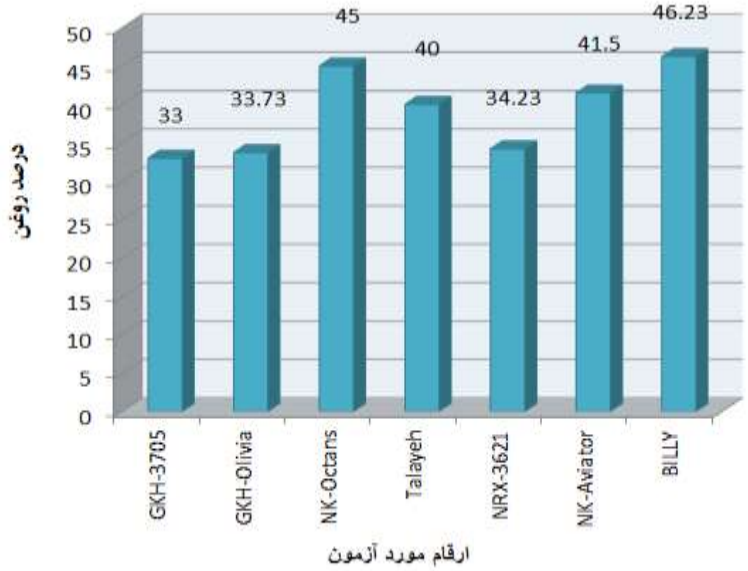
[1] Flame Ionization Detector [2] Capillary Column [3] Injector [4] Oven [5] Career Gas

مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای در سطح احتمال ۵ درصد با نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت.

## یافته‌ها

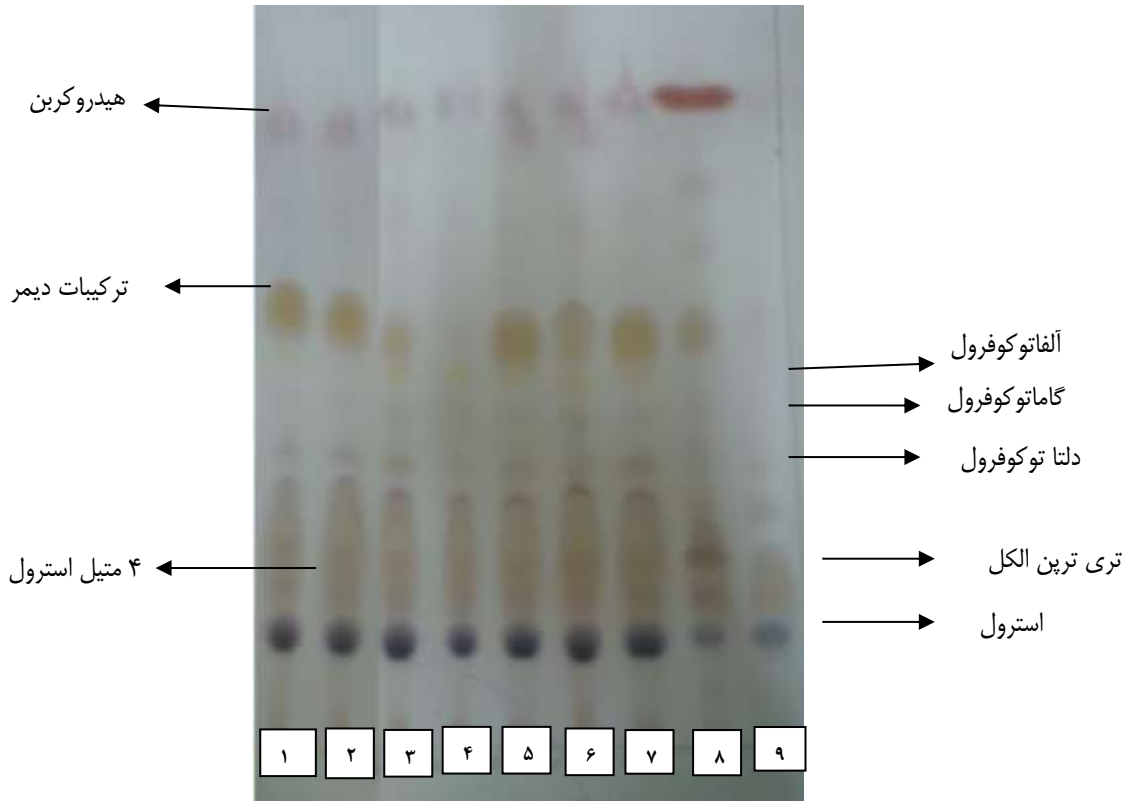
نمودار ۱ درصد روغن ارقام مورد آزمون در این تحقیق را نشان می‌دهد. بالاترین مقدار روغن مربوط به رقم Billy با میانگین ۴۶/۲۳ ٪ و کمترین میزان روغن مربوط به رقم GKH-3705 با میانگین ۳۳ ٪ بود و بر طبق جدول دانکن و تجزیه واریانس، بین ارقام اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید.

نمودار ۲ درصد ترکیبات غیر قابل صابونی شدن ارقام را نشان می‌دهد بیشترین میزان درصد مواد غیر صابونی شونده مربوط به رقم NRX-3621 با میزان ۱/۱ ٪ و کمترین میزان این ترکیبات مربوط به رقم NK-Aviator با میزان ۰/۸۸ ٪ می‌باشد. بیشترین بخش ترکیبات غیر قابل صابونی شدن را استرول‌ها تشکیل می‌دهند و بعد از آنها به ترتیب هیدروکربن‌ها و توکوفرول‌ها بیشترین بخش را به خود اختصاص داده‌اند که نتایج حاصل از این تحقیق نیز مشابه نتایج حاصل از کدیور (۱۳۸۸) می‌باشد. شکل ۱ نیز صفحه TLC و تفکیک باندها را نشان می‌دهد.




**نمودار۱- درصد روغن ارقام مختلف کانولا**

**نمودار۲- درصد ترکیبات غیر قابل صابونی شدن ارقام مختلف کانولا**




**شکل ۱- صفحه TLC و تفکیک باندها**

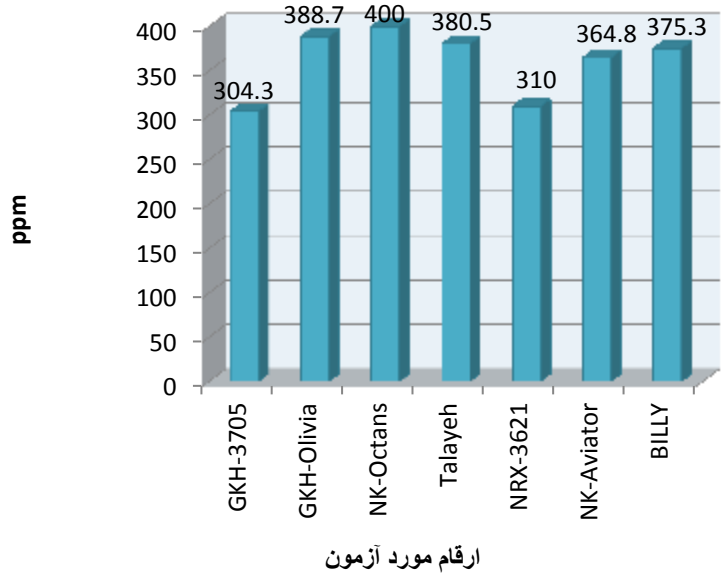
شماره ۱ مربوط به رقم GKH-3705، شماره ۲ مربوط به رقم Billy ،۳ مربوط به رقم GKH-Olivia، ۴ مربوط به رقم NK-Octans ، ۵ مربوط به رقم Talayeh ، ۶ مربوط به رقم NRX-3621 ، ۷ مربوط به رقم NK-Aviator می‌باشد و شماره‌های ۸ و ۹ به ترتیب مربوط به روغن‌های زیتون و سویا می‌باشند که جهت مقایسه قرار داده شده‌اند



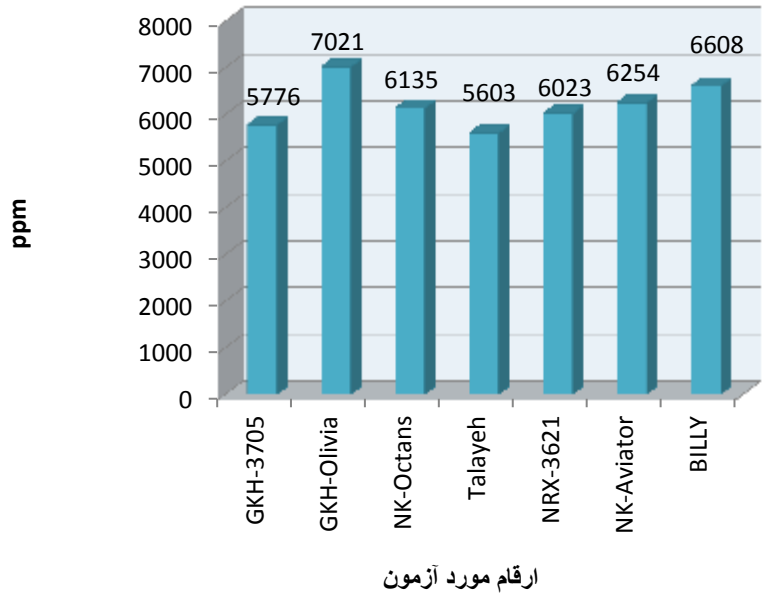
نمودار ۳ ، میزان توکوفرول‌های کل اندازه گیری شده در واریته‌های مورد آزمون را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین سطح توکوفرول کل (مجموع آلفا، گاما و دلتا توکوفرول)، مربوط به واریته NK-OCTANS با مقدار ۴۰۰ ppm و کمترین آن متعلق به واریته GKH-3705 با مقدار ۳۰۴/۳ ppm می باشد و بر طبق جدول دانکن و تجزیه واریانس، بین تمامی ارقام اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. رقم طلایه حاوی ۳۸۰/۵ ppm توکوفرول بود. براسیکااسترول شاخص روغن کلزا می‌باشد و برای تشخیص تقلب سایر روغن ها با این روغن به کار می‌رود. نمودار ۴ ترکیبات استرولی ارقام مورد آزمون را نشان می‌دهد که بر طبق جدول دانکن و تجزیه واریانس، بین تمامی ارقام اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید.

در جدول ۱ نیز درصد انواع استرول‌های واریته‌های مورد آزمون قابل مشاهده است بتاسیتواسترول، در تمامی ارقام استرول غالب را تشکیل می دهد. بیشترین میزان این ترکیبات مربوط به رقم GKH-OLIVIA با میزان ۷۰۲۱ ppm و کمترین آن متعلق به رقم طلایه با مقدار ۵۶۰۳ ppm بود.

بر طبق نتایج به دست آمده در این تحقیق، اسید اولئیک، اسید غالب کلیه گونه ها بود و بالاترین میزان اسید چرب اولئیک مربوط به واریته GKH-3705 با میزان ۶۵/۶۳ ٪ و کمترین میزان آن مربوط به واریته NRX-3621 با میزان ۵۹/۰۱ ٪ به دست آمد. جدول ۲ ، ترکیب اسیدهای چرب واریته‌های مورد آزمون را بر حسب درصد نشان می‌دهد. جدول ۳ نیز درصد اشباعیت و غیر اشباعیت نمونه‌های مورد آزمون را نشان می دهد.




**نمودار ۳- مقدار توکوفرول ارقام مختلف کانولا**




**نمودار ٤- درصد استرول‌های ارقام مختلف کانولا**

**جدول ۱- درصد استرول های واریته های مورد آزمون**

| رقم / استرول | Billy | NK-Aviator | NRX-3621 | Talayeh | NK-Octans | GKH-Olivia | GKH-3705 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| براسیکااسترول | ۱۲/۰۴ | ۱۵/۰۱ | ۱۴/۹۰ | ۱۳/۱۵ | ۱۴/۰۹ | ۱۵/۳۶ | ۱۴/۱۱ |
| کمپسترول | ۲۶/۹۳ | ۲۸/۰۱ | ۲۸/۱۲ | ۲۷/۰۲ | ۲۹/۰۲ | ۲۷/۹۳ | ۳۰/۱۱ |
| استیگمااسترول | ۰/۶۹ | ۰/۶۱ | ۰/۶۲ | ۰/۵۴ | ۰/۴۰ | ۰/۷۲ | ۱/۲۲ |
| بتاسیتوسترول | ۴۵/۷۴ | ۵۳/۰۲ | ۵۳/۱۰ | ۴۶/۳۰ | ۵۴/۱۰ | ۵۲/۳۶ | ۴۸/۲۰ |
| Δ ۵-اونااسترول | ۱۲/۰۰۴ | ۱/۲۷ | ۱/۶۳ | ۹/۰۳ | ۱/۱۶ | ۲/۲۳ | ۳/۴۷ |
| Δ ۷- استیگمااسترول | ۰/۱۲ | ۰/۲۴ | ۰/۲۶ | ۰/۴۴ | ۰/۳۲ | ۰/۲۴ | ۰/۲۴ |
| Δ ۷-اونااسترول | ۰/۴۹ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳ | ۰/۲۷ | ۰/۱۵۴ | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۹۹ |
| سایر استرول ها | ۱/۹۵ | ۱/۶۸ | ۱/۲۱ | ۳/۲۲ | ۴/۷۲ | ۱/۰۲۶ | ۲/۵۱ |

**جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب ارقام مختلف کانولا (درصد)**

| اسید چرب/رقم | C12:0 | C14:0 | C15:0 | C16:0 | C16:1 | C17:0 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | C20:0 | C22:1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GKH-3705 | Tr** | Tr | Tr | ۵/۳۰ | ND* | ۰/۴۶ | ۲/۴۷ | ۶۵/۶۳ | ۱۶/۳۳ | ۹/۲۶ | Tr | ۰/۳۹ |
| GKH-Olivia | Tr | Tr | Tr | ۵/۱۸ | ND* | ۰/۳۹ | ۲/۸۰ | ۶۰/۶۴ | ۱۹/۹۲ | ۱۰/۴۱ | Tr | ۰/۴۱ |
| NK-Octans | Tr | Tr | Tr | ۵/۶۵ | ND* | ۰/۴۱ | ۲/۵۱ | ۶۱/۶۰ | ۱۹/۵۳ | ۹/۶۶ | Tr | ۰/۴۴ |
| Talayeh | Tr | Tr | Tr | ۵/۷۲ | ND* | ۰/۵۰ | ۲/۲۳ | ۵۹/۸۴ | ۲۰/۸۲ | ۱۰/۱۷ | Tr | ۰/۴۹ |
| NRX-3621 | ND* | Tr | Tr | ۶/۴۱ | ND* | ۰/۴۳ | ۲/۵۰ | ۵۹/۰۱ | ۲۱/۳۰ | ۹/۷۹ | Tr | ۰/۴۲ |
| NK-Aviator | Tr | Tr | Tr | ۵/۷۷ | ۰/۰۶ | ۰/۴۳ | ۲/۴۸ | ۶۱/۸۵ | ۱۹/۱۱ | ۹/۶۳ | Tr | ۰/۴۰ |
| Billy | Tr | Tr | Tr | ۴/۹۶ | ND* | ۰/۳۸ | ۲/۵۱ | ۶۰/۲۷ | ۲۰/۲۳ | ۱۰/۹۷ | Tr | ۰/۴۵ |

*ND: None Detectable
**Tr: Trace amount( less than 0.1)

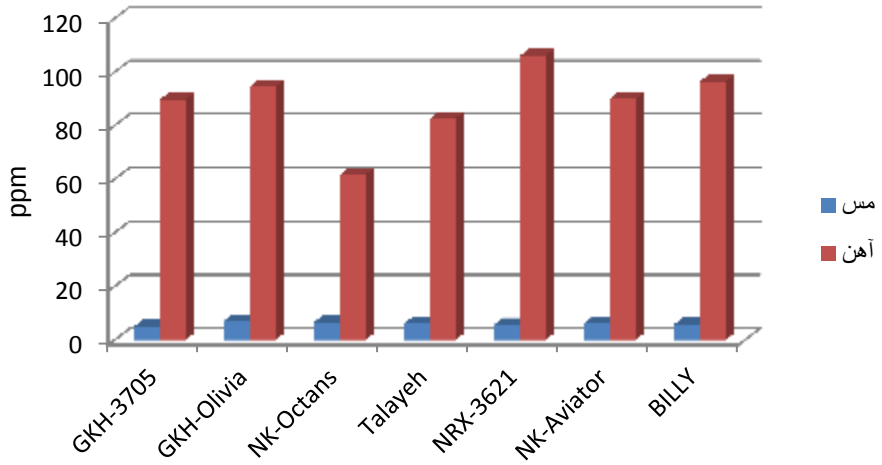
**جدول ۳- درصد اشباعیت و غیر اشباعیت روغن ارقام مختلف کانولا**

| اسید چرب/رقم | Billy | NK-Aviator | NRX-3621 | Talayeh | NK-Octans | GKH-Olivia | GKH-3705 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اسیدهای چرب چند غیر اشباع | ۳۱/۲۱ | ۲۸/۷۵ | ۳۱/۰۹ | ۳۰/۹۹ | ۲۹/۲۰ | ۳۰/۳۴ | ۲۵/۵۹ |
| اسیدهای چرب تک غیر اشباع | ۶۰/۷۲ | ۶۲/۳۲ | ۵۹/۴۳ | ۶۰/۳۴ | ۶۲/۰۴ | ۶۱/۰۵ | ۶۶/۰۲ |
| اسیدهای چرب اشباع | ۸/۰۶ | ۸/۹۲ | ۹/۴۷ | ۸/۶۶ | ۸/۷۵ | ۸/۵۹ | ۸/۳۷ |

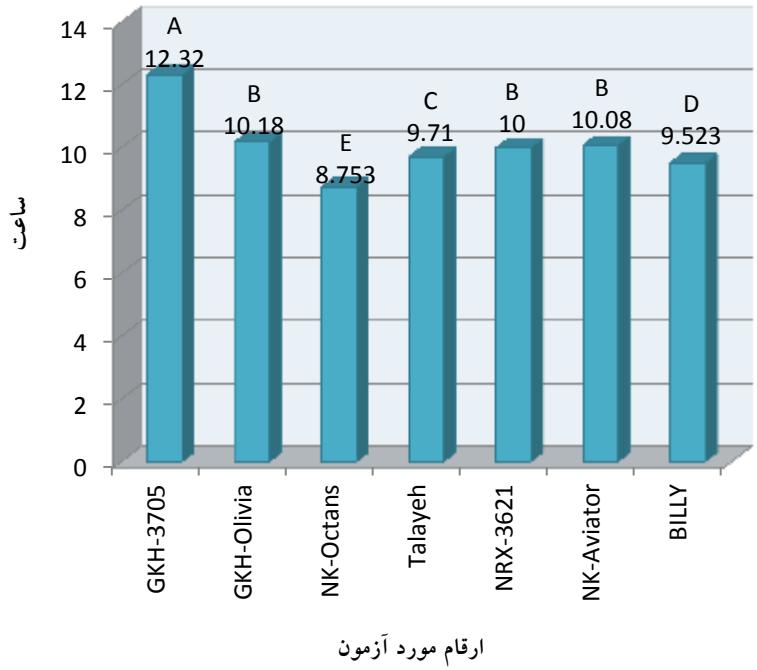
اندازه‌گیری فلزات مس و آهن نشان داد که رقم GKH-Olivia و GKH-3705 با مقادیر ۷/۱۸۷ و ۵/۰۶۳ ppm، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میزان فلز مس را داشتند؛ همچنین رقم NRX-3621 با میزان ۱۰۶/۱ ppm و رقم NK-Octans نیز با میزان ۶۱/۷۳ ppm به ترتیب بیشترین و کمترین میزان عنصر آهن را به خود اختصاص دادند که این نتایج در نمودار ۵ قابل مشاهده می شود و بر طبق جدول دانکن و تجزیه واریانس، بین ارقام اختلاف معنی دار مشاهده گردید. زمان پایداری روغن در واقع همان زمان مقاومت به اکسید شدن روغن می‌باشد که مدت زمان بین لحظه رسیدن نمونه به دمای مورد نظر و لحظه‌ای است که تولید محصولات ثانویه حاصل از اکسید شدن نمونه چربی به سرعت افزایش می یابد و بر حسب ساعت گزارش می‌گردد. در نمودار ۶ زمان پایداری واریته‌ها قابل ملاحظه می‌باشد و بر طبق این نتایج ۵ رقم از نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند.

## بحث

روغن با ارزش ترین جزء دانه کانولا است و اگرچه میزان و ترکیب آن عمدتا به صورت ژنتیکی تعیین می شود ولی به مقدار قابل توجهی نیز تحت تاثیر شرایط محیطی مانند دما و رطوبت قرار می‌گیرد (فرجی و همکاران،۱۳۸۷). همانطور که در نتایج مشاهده گردید، این ارقام از متوسط درصد روغن بالایی برخوردار بودند. میزان مواد غیر قابل صابونی به عنوان شاخصی برای کیفیت روغن‌های تصفیه شده یا کنترل فرآیند تصفیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان بالاتر مواد غیر قابل صابونی، در واقع شدت بیشتری از عملیات تصفیه را طلب می‌کند و از سوی دیگر، تحقیقات نشان داده است که این ترکیبات نقش موثری در کاهش فساد روغن‌ها و چربی‌های خوراکی دارند (فرهوش و همکاران، ۱۳۸۸). بر طبق نتایج به دست آمده در این تحقیق، بیشترین میزان درصد مواد غیر صابونی شونده مربوط به رقم NRX-3621 با میزان ۱/۱ ٪ و کمترین میزان این ترکیبات مربوط به رقم NK-Aviator با میزان ۰/۸۸ ٪ بود. بیشترین بخش ترکیبات غیر قابل صابونی شدن را استرول ها تشکیل می‌دهند و بعد از آنها به ترتیب هیدروکربن‌ها و توکوفرول‌ها بیشترین بخش را به خود اختصاص داده اند (کدیور،۱۳۸۸). توکوفرول ها از اجزای بسیار مهم ترکیبات تشکیل دهنده مواد غیر قابل صابونی روغن های گیاهی به شمار می آیند. این ترکیبات دارای خواص آنتی اکسیدانی و نیز فعالیت ویتامین E می‌باشند




**نمودار ۵ – مقادیر فلزات مس و آهن ارقام مختلف کانولا**




**نمودار ٦- زمان مقاومت به اکسید شدن ارقام مختلف کانولا**





و از این رو اهمیت فوق العاده ای برای سلامت انسان دارند (فرهوش و همکاران، ۱۳۸۸). آلفا توکوفرول بیشترین خاصیت ویتامینی و دلتا توکوفرول بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی را دارا هستند. روغن های گیاهی از ۱۰ تا ۶۰ میلی گرم در صد گرم توکوفرول می‌باشند (کدیور، ۱۳۸۸). در روغن کلزا هر سه نوع توکوفرول وجود دارد و مهمترین توکوفرول در این روغن، گاما توکوفرول بوده و بعد از آن آلفا توکوفرول و سپس دلتا توکوفرول است.در این تحقیق بیشترین سطح توکوفرول کل (مجموع آلفا، گاما و دلتا توکوفرول)، مربوط به واریته NK-OCTANS بود، میزان توکوفرول‌ها در روغن بستگی به شرایط انبارداری پس از برداشت و نگهداری دانه‌ها و نیز فاصله زمانی بین استخراج روغن تا زمان اندازه گیری دارد ؛ به این ترتیب که هرچه این فاصله زمانی بیشتر باشد، مقدار این ترکیبات ممکن است کاهش یابد. به علاوه تغییرات ژنتیکی نیز روی میزان توکوفرول‌ها موثر است (کدیور، ۱۳۸۸). بنابراین اختلافات ملاحظه شده در سطوح توکوفرول‌های اندازه‌گیری شده در تحقیقات مختلف، توجیه‌پذیر می‌باشد. استرول‌های گیاهی

یا همان فیتواسترول‌ها که تقریبا در تمام روغن‌های گیاهی به چشم می خورند، ساختمان و عملی مشابه کلسترول را در سیستم‌های حیوانی دارا هستند (Lagarda *et al*, 2006) . این ترکیبات به طور متوسط ۰/۳ تا ۲ درصد از روغن‌های گیاهی را به خود اختصاص می‌دهند و در برخی موارد ممکن است میزان آنها به بیش از ۱۰ درصد برسد (Stuchlik and Zak, 2002). بررسی‌ها نشان داده است که فیتواسترول‌ها قادرند سطح کلسترول خون را پایین بیاورند و درنتیجه باعث کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی می‌شوند (فرهوش و همکاران، ۱۳۸۸). استرول ها در طی فرآیند کردن روغن نیز تحت تاثیر قرار می گیرند، به طوریکه حدود ۴۰ درصد از این ترکیبات در حین بی بو کردن از روغن خارج می شود و به علاوه عملیات تصفیه کردن نیز باعث تغییراتی در محتوای استرول ها می شود که از جمله این تغییرات می توان به ایزومریزاسیون اشاره داشت (Weily, 2005). براسیکااسترول شاخص روغن کلزا می باشد و برای تشخیص تقلب سایر روغن ها با این روغن به کار می‌رود. میزان استرول‌های ارقام در این تحقیق در محدوده مناسبی قرار داشتند، البته استرول‌ها در طی فرآیند کردن روغن نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرند، به طوری‌که حدود ۴۰ درصد از این ترکیبات در حین بی بو کردن از روغن خارج می‌شود و به علاوه عملیات تصفیه کردن نیز باعث تغییراتی در محتوای استرول ها می شود که از جمله این تغییرات می‌توان به ایزومریزاسیون اشاره داشت (Weily, 2005). بیشترین میزان این ترکیبات در این تحقیق مربوط به رقم GKH-OLIVIA و کمترین آن متعلق به رقم طلایه بود. ترکیب اسید چرب روغن می تواند تحت تاثیر محیط و نیز تلاقی واریته های مختلف از نظر اصول به‌نژادی نیز قرار گیرد. شرایط محیطی اثرات مهمی بر ترکیبهای شیمیایی بذر کلزا به ویژه در ارقام جدید دارد. درجه حرارت و بارندگی در طول فصل رویش به عنوان دو عامل مهم در تولید دانه و کیفیت روغن کلزا مطرح می باشد. به طوری که در درجه حرارت پایین و رطوبت بالا مقدار روغن بیشتر است که این عامل سبب افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع خواهد شد. آبیاری سبب می‌شود تا میزان روغن دانه افزایش و پروتئین آن کاهش یابد به عبارتی باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. بررسی‌های جدید نشان می دهد که در بین تمامی عوامل آب و هوایی درجه حرارت بیشترین تاثیر را بر روی کیفیت دانه کلزا داشته است. با افزایش درجه حرارت روزانه هوا از ۱۰ به ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد تولید روغن کاهش اما تولید دانه افزایش یافته است. درجه حرارت بالاتر میزان اسیدهای اروسیک، لینولنیک، لینولئیک را کاهش داده اما سبب افزایش میزان اسیدهای اولئیک و ایکوزئیک شده است.در این تحقیق نیز بالاترین میزان اسید چرب اولئیک مربوط به واریته GKH-3705 و کمترین میزان آن مربوط به واریته NRX-3621 به دست آمد. ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا شبیه به روغن زیتون بوده و حاوی ۷۰-۶۵ ٪ اسید چرب تک غیر اشباعی (به ویژه اسید اولئیک)، بیش از ۲۰ ٪ اسیدهای چرب چند غیر اشباع (ω-6 , ω-3) و کمتر از ۱۰ ٪ اسیدهای چرب اشباع است. میزان فراوان اسید اولئیک در روغن کلزا نه تنها از نظر ارزش تغذیه‌ای آن را بسیار سودمند کرده است، بلکه سبب ایجاد پایداری قابل توجهی در روغن کلزا نسبت به سایر روغن‌های گیاهی دارای اسیدهای چرب غیر اشباع زیاد همچون روغن سویا می‌گردد و علاوه بر این میزان بالای اسیدهای چرب تک غیر اشباعی و چند غیر اشباعی و میزان اندک اسیدهای چرب اشباع، این روغن را به روغنی مفید، از دیدگاه تاثیر بر بیماری‌های قلبی- عروقی و کاهش میزان آنها تبدیل نموده است (بیگ محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به مطالب ذکر شده و دقت به جدول ۳ ، مشاهده می‌شود که میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباع و تک غیر اشباع و نیز میزان اشباعیت روغن واریته‌های مورد آزمون مطابق با آنچه در سایر منابع آورده شده است می باشد.

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از این بود که از نظر میزان درصد روغن ارقام مورد آزمون در محدوده ۴۶/۲۳-۳۳ ٪ قرار داشتند. بیشترین میزان چربی مربوط به رقم Billy بود و بعلاوه این رقم حاوی بالاترین اسیدهای چرب ضروری امگا-۳ و امگا-۶ نیز بود که از این لحاظ می تواند جهت مصارف تغذیه‌ای مورد توجه بیشتری قرار گیرد؛ بالاترین میزان ترکیبات توکوفرولی برای رقم NK-OCTANS و بالاترین میزان ترکیبات استرولی مربوط به رقم GKH-Olivia به دست آمد. اسید اولئیک، اسید چرب عمده بود و اسید اروسیک به میزان بسیار ناچیز

در ارقام مورد آزمون وجود داشت. ارقام NRX-3621 بالاترین میزان آهن و GKH-Olivia بالاترین میزان مس را به خود اختصاص دادند. رقم GKH-3705 نیز بالاترین زمان مقاومت به اکسید شدن را داشت که از این لحاظ می تواند در شرایط فرآیند پایداری بهتری نسبت به سایر ارقام از خود نشان دهد. با توجه آزمون های انجام گرفته بر روی این ارقام و نیز نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود از روغن رقم GKH-Olivia در صنایعی مانند سرخ کردن چیپس سیب زمینی به تنهایی و یا در ترکیب با سایر روغن های گیاهی جهت بالا بردن خواص تغذیه ای و مقاومت روغن استفاده گردد که این پیشنهاد به علت بالا بودن زمان پایداری روغن این رقم نسبت به سایر ارقام می باشد؛ این رقم همچنین دارای بالاترین سطح استرول نیز بود که از این جهت باعث بالا بردن زمان ماندگاری روغن می شود، و به علاوه از خواص مفید رقم Billy نیز می‌توان در صنعت سس و شکلات استفاده نمود و بالا بردن ویژگی‌های تغذیه ای را مورد مطالعه قرار داد زیرا بیشترین میزان چربی مربوط به این رقم بود و بعلاوه این رقم حاوی بالاترین اسیدهای چرب ضروری امگا-۳ و امگا-۶ نیز بود که از این لحاظ می‌تواند در مورد مصارف تغذیه ای مورد توجه بیشتری قرار گیرد. این ارقام در شرایط آب و هوایی ایران قابل کشت و بهره برداری می باشند.

## منابع


بیگ محمدی، ز.، مقصودلو، ی.، صادقی ماهونک، ع. و صفافر، ح. (۱۳۸۸). مقایسه ترکیب اسیدهای چرب، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عناصر معدنی موجود در روغن ارقام عمده کلزا(Brassica napus L.) در استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد شانزدهم. شماره دوم.

رستگار، م. ع. (۱۳۸۴). زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات برهمند.۱۸۰-۱۶۴.

شریعتی، ش. و قاضی شهنی زاده، پ. (۱۳۷۹). کلزا. اداره کل آمار و اطلاعات در امور کشاورزی.

عزیزی، م.، سلطانی، الف. و خاوری خراسانی، س. (۱۳۷۸). کلزا / فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

فرجی، ا.، لطیفی، ن.، سلطانی، ا.، شیرانی راد، ا. ح. و شریعتی، ف. (۱۳۸۷). تاثیر رژیم‌های مختلف حرارتی و رطوبتی بر میزان روغن دو رقم کانولا، مجله نهال و بذر، جلد ۲۴، شماره ۴.

فرهوش، ر.، پژوهان مهر، س. و پورآذرنگ، ه. (۱۳۸۸). پایداری حرارتی روغن ارقام رایج کانولا در ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

قوامی، م.، قراچورلو، م. و غیاثی طرزی، ب. (۱۳۸۷). تکنیک های آزمایشگاهی روغن ها و چربی ها. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

کدیور، ش.، قوامی، م.، قراچورلو، م. و دلخوش، ب. (۱۳۸۹). ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از ارقام مختلف دانه کلزا. مجله علمی-پژوهشی علوم غذایی و تغذیه، سال هفتم، شماره ۲ (پیاپی ۲۶)، ۱۹-۲۸ .

کدیور، ش. (۱۳۸۸). ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از ارقام مختلف دانه کلزا.پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی.

مصطفوی راد، م.، طهماسبی سروستانی، ز.، مدرس ثانوی، ع. م. و قلاوند، ا. (۱۳۸۹). اثر منابع نیتروژن بر عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی دانه ارقام پر محصول کلزا. مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ۲۶، شماره۴، ۴۰۱-۳۸۷ .

Lagarda, M. J., Garcia, G. & Farre, R. (2006). Analysis of phitosterols in foods. J. Pharm.Biomed. Anal., 41,1486-1496.

Stuchlik, M. & Zak, S. (2002). Vegetable lipids as components of functional foods. Biomed. Papers., 146 (2), 3-10.

Wiley, J. (2005). Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Canola Oil. Sixth Edition.