ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ترکیب اسیدهای چرب و پایداری اکسایشی روغن *کاملینا ساتیوا* (DH 1025)

روح اله محمدی نژاد[۱]، سمیرا بهرامیان[۱*]، دانیال کهریزی[۲]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۰۷)

چکیده

کاملینا (*کاملینا ساتیوا*) دانه روغنی از خانواده براسیکاسه بوده که منبع غنی از روغن (۴۰-۲۸٪) و اسیدهای چرب امگا-۳ می باشد. این گیاه قادر است در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک رشد نماید و در مقایسه با سایر دانه های روغنی نیاز کمتری به آب، کود و آفت کش‌ها دارد. در این بررسی دانه‌های کاملینا (دی اچ ۱۰۲۵) در شهرهای کرمانشاه، کنگاور و سرپل ذهاب، کشت و ویژگی های روغن آن مورد مطالعه قرار گرفت. ۱۳ اسید چرب مختلف با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی در روغن حاصل از این دانه شناسایی شد. چهار اسید چرب عمده در تمام نمونه های روغن به ترتیب لینولنیک اسید (۳۰/۳۱-۲۸/۰۳٪)، لینولئیک اسید (۱۹/۳۳- ۱۸/۶۴٪)، اولئیک اسید (۱۸/۳۶- ۱۵/۴۴٪) و ایکوزانوئیک اسید (۱۷/۴۸- ۱۵/۹۴٪) بودند. مقادیر متوسط عدد یدی، عدد صابونی، چگالی نسبی، ضریب شکست و اسیدیته روغن این گیاه به ترتیب ۱۴۳/۵، ۱۸۴/۲، ۰/۹۱۵، ۱/۴۶۸ و ۰/۴۱ و وزن هزار دانه آن معادل ۱/۰۱۷ تعیین شد. پایداری اکسیداتیو روغن کاملینا معادل ۱۰/۵۰ ساعت بود.

کلید واژگان: کاملینا، اسید های چرب امگا ۳، دانه روغنی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی

* مسئول مکاتبات: s.bah@iausdj.ac.ir

۱- مقدمه

دانه های روغنی در بین محصولات زراعی اهمیت خاصی دارند و پس از غلات دومین ذخائر غذایی جهان را تشکیل می دهند [۱]. کاملینا (*Camelina sativa* L. Crantz) دانه روغنی کمتر شناخته شده ای است که در بیشتر نقاط دنیا به عنوان علف هرز تصور می گردد [۲]. منشا این گیاه نواحی مدیترانه و آسیای مرکزی می باشد [۳]. این گیاه از دیرباز به منظور تولید روغن کشت و در قرن نوزدهم به شکل گسترده در اروپا استفاده می شده است اما به دلایل نامعلوم تولید کاملینا به تدریج کاهش یافت و پس از جنگ جهانی دوم تقریبا متوقف شد [٤]. در سال های اخیر توجه به این گیاه به دلیل ترکیب خاص روغن آن افزایش یافته است [٤]. این گیاه از خانواده براسیکاسه[1] بوده که با نام های کتان قلابی[2] و gold of pleasure شناخته می شود [٥]. این گیاه قادر است در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک رشد نماید و نسبت به سایر دانه های روغنی نیاز کمتری به آب، کود و آفت کش‌ها دارد [٦]. به علاوه مقاوت بالایی به علف های هرز داشته و در زمان کوتاه تری قابل برداشت است [۷]. این گیاه منبع غنی از روغن (٤٠-۲۸٪) و اسیدهای چرب امگا-۳ می باشد [٥، ۸]. جستجو برای منابع جدید اسیدهای چرب امگا-۳ توجه به محصولات کم مصرفی مانند دانه های کاملینا را افزایش داده است [۹]. اسیدهای چرب امگا ۳ یکی از اجزای اصلی مواد غذایی عملگرا می باشند زیرا نقش مهمی در برابر بسیاری از بیماری ها مانند امراض قلبی، سکته، آرتریت روماتوئید، آسم، بعضی انواع سرطان و بهبود عملکرد مغز کودکان دارا می باشند [۱۰]. کنجاله کاملینا نیز پس از استخراج روغن حاوی ۱۱-۱۰٪ فیبر، ١٤-۱۰٪ روغن و حدود ٤٠٪ پروتئین بوده که آن را محصولی ارزشمند برای تغذیه دام می نماید [۱۱].

Jiang و همکاران (۲۰١٤) بیان نمودند که مقدار روغن دانه کاملینا، راندمان تولید روغن و ترکیب اسیدهای چرب این گیاه می تواند از محیطی به محیط دیگر به دلیل تفاوت در شرایط دمایی و ترکیب خاک تغییر نماید [۱۲]. نتایج پژوهش Sipalova و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که کودهای نیتروژن و سولفور بر میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب روغن کاملینا تاثیرگذار است [۱۳]. Zubr (۲۰۰۳) تاثیر شرایط رشد را بر کیفیت دانه کاملینای کشت شده در ۱۱ منطقه اروپا و اسکاندیناوی بررسی نمود و تفاوت معنی داری را در مقدار روغن و پروتئین نمونه های مورد بررسی یافت [١٤]. همچنین در بررسی Zubr and Matthaus (۲۰۰۲) تفاوت در اسیدهای چرب و توکوفرول نمونه های روغن کاملینا، به شرایط متفاوت خاک و آب و هوای مناطق کشت نسبت داده شد [١٥].

واریته DH1025 برای اولین بار در ایران با همکاری دانشگاه Thessaly ایتالیا از تلاقی ارقام Blaine Greek و Calena تهیه، تکثیر و کشت شده است. این گونه عملکردی معادل ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر با متوسط ۳۳ درصد روغن را نشان داد. با توجه به این که فرایندهای اصلاحی عمدتاً در جهت تولید ارقامی با عملکرد دانه بالاتر و محتوای روغن بیشتر صورت پذیرفته و کیفیت روغن حاصل از این ارقام چندان مورد توجه قرار نگرفته است، بررسی تأثیر عملیات به نژادی بر کیفیت روغن ضروری به نظر می رسد چرا که نتایج حاصل می توانند در جهت دهی به فرآیندهای اصلاحی، مؤثر واقع شوند. از طرف دیگر با توجه به اهمیت شرایط آب و هوایی بر کیفیت دانه های روغنی، این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات کیفی روغن *کاملینا ساتیوا* رقم اصلاحی داخلی (DH 1025) کشت شده در سه منطقه استان کرمانشاه (کرمانشاه، کنگاور و سرپل ذهاب)، انجام شده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱-تهیه دانه روغنی کاملینا ساتیوا:

کاملینا ساتیوا رقم اصلاحی داخلی DH 1025 از دانشگاه رازی کرمانشاه تهیه گردید.

۲-۲-استخراج روغن

استخراج روغن از دانه ها، توسط دستگاه روغن کشی پرس سرد مدل کنجاله مدادی انجام شد. نمونه برداری از روغن مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ٤٩٣ صورت گرفت

1. Brassicaceae
2. False flax

[۱٦]. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه کارخانه روغن کشی نازگل کرمانشاه انجام گردید.

۲-۳-تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی

ضریب شکست نمونه ها توسط دستگاه رفراکتومتر (آتاگو RX 500)، چگالی نسبی نمونه ها توسط پیکنومتر، عدد یدی به روش ویجس و اندیس صابونی و اسیدیته به ترتیب مطابق استانداردهای ملی به شماره ۵۱۰۸، ٦۰۷۷، ٤۸۸۸، ۱۰۵۰۱ و ٤۱۷۸ تعیین شدند [۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱].

۲-٤-تعیین اسیدهای چرب به روش دستگاهی گازکروماتوگرافی

اندازه گیری اسیدهای چرب نمونه ها با تهیه متیل استر اسیدهای چرب و توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (آجیلنت آمریکا مدل N6890) انجام شد [۲۲]. دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به لوله موئین۱۲۰ متری و دتکتور FID، دمای تزریق ۲۵۰ سانتیگراد، حجم نمونه تزریقی ۱ میکرولیتر، دمای آون ۱۹۲ درجه سانتیگراد و گاز حامل نیتروژن با سرعت عبور ۱ میلی لیتر بر دقیقه استفاده شد.

۲-۵-تعیین پایداری روغن به اکسیداسیون

پایداری روغن کاملینا به اکسیداسیون توسط دستگاه رنسیمت در دمای۱۱۰ درجه سانتیگراد و بر حسب ساعت با تقریب ۰/۱ ساعت محاسبه شد [۲۳].

۲-٦-آنالیز آماری

جامعه آماری این پژوهش شامل نمونه های بدست آمده از سه منطقه در استان کرمانشاه بود. کلیه آزمون ها در سه تکرار انجام گرفت. نتایج در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری Minitab 16 تحلیل شده و پارامترهایی مانند مقایسه میانگین و انحراف معیار و تحلیل واریانس یک راهه[3] به عنوان شاخص ترین آماره ها بدست آمد.

۳- نتایج و بحث

نتایج تعیین اسیدهای چرب نمونه های روغن در سه منطقه کرمانشاه، کنگاور و سرپل ذهاب در سه تکرار در جدول ۱ ارائه شده است. در مجموع ۱۳ اسید چرب مختلف با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی در نمونه های روغن شناسایی شد (اشکال ۱، ۲ و ۳) که شامل ۵ اسید چرب اشباع (SFA)[4] میریستیک اسید (C14: 0)، پالمیتیک اسید (C16: 0)، استئاریک اسید (C18: 0)، آراشیدیک اسید (C20: 0) و بهنیک اسید (C22: 0)، ٤ اسید چرب تک غیر اشباع (MUFA)[5] اولئیک اسید (C18: 1)، ایکوزانوئیک اسید (C20: 1)، اروسیک اسید (C22: 1) و نرونیک اسید (C24: 1)و همچنین ٤ اسید چرب چند غیر اشباع (PUFA)[6] لینولئیک اسید (C18: 2)، لینولنیک اسید (C18: 3)، ایکوزا دی انوئیک اسید (C20: 2) و ایکوزا تری انوئیک اسید (C20: 3) بود.

چهار اسید چرب عمده در تمام نمونه های روغن کاملینا در سه منطقه به ترتیب لینولنیک اسید (۲۸/۰۳٪ کرمانشاه، ۳۰/۳۱٪ کنگاور، ۲۹/۱۵٪ سرپل ذهاب)، لینولئیک اسید (۱۸/٦۷٪ کرمانشاه، ۱۹/۳۳٪ کنگاور، ۱۸/٦٤٪ سرپل ذهاب)، اولئیک اسید (۱۸/۳٦٪ کرمانشاه، ۱۵/٤٤٪ کنگاور، ۱۷/۲۲٪ سرپل ذهاب) و ایکوزانوئیک اسید (۱۷/٤۸٪ کرمانشاه، ۱۵/۹٤٪ کنگاور، ۱٦/۱٦٪ سرپل ذهاب) بود. در بین اسیدهای چرب اشباع نیز پالمیتیک اسید (۵/۷۲٪ کرمانشاه، ۵/۹۳٪ کنگاور، ۵/۷۱٪ سرپل ذهاب) بیشترین مقدار را دارا بود. نتایج ارزیابی اسیدهای چرب روغن کاملینا در سه منطقه (شکل ٤) نشان داد که اسیدهای چرب چندغیراشباعی بیشترین درصد اسیدهای چرب را به خود اختصاص داده (٤۸/۷۳٪ کرمانشاه، ۵۲/۱۱٪ کنگاور، ۵۰/۱٤٪ سرپل ذهاب) و پس از آن اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (با مقادیر ۳۹/۵۵ ٪ کرمانشاه، ۳۵/۲۱ ٪ کنگاور، ۳۷/۰٦٪ سرپل ذهاب) بیشترین مقدار اسیدهای چرب را دارا بودند. کمترین درصد اسیدهای چرب در روغن کاملینا، اسیدهای چرب اشباع بود (۱۱/٦۷ ٪ کرمانشاه، ۱۱/۲٦ ٪ کنگاور، ۱۲/۱۲٪ سرپل ذهاب).

در سایر تحقیقات صورت گرفته بر روی این گیاه نیز مقدار اسیدهای چرب غیراشباع روغن کاملینا حدود ۹۰٪ تعیین شده است [٤، ۲٤].

3. ANOVA

4. Saturated Fatty Acids
5. Mono unsaturated Fatty Acids
6. Poly unsaturated Fatty Acids

Table 1 Fatty acids composition of Camelina (DH 1025) seed oil cultivated in Kermanshah, Kangavar and Sarpol-e Zahab

	Fattyacid(%)												
	PUFA					MUFA				SFA			
Origin	Eicosatrienoic acid	Eicosadienoic acid	linolenic acid	Linoleic acid	Nervonic acid	Erucic acid	Eicosanoic acid	Oleicacid	Behenic acid	Arachidic acid	Stearic acid	Palmitic acid	Myristic acid
	C20:3	C20:2	C18:3	C18:2	C24:1	C22:1	C20:1	C18:1	C22:0	C20:0	C18:0	C16:0	C14:0
Kermanshah	0.4±0.02	1.68±0.01	28.03±0.03	18.67±0.25	0.35±0.00	3.37±0.01	17.48±1.14	18.36±0.03	1.01±0.01	1.94±0.01	2.76±0.01	5.72±0.01	0.24±0.01
Kangavar	0.44±0.01	2.03±0.06	30.31±0.09	19.33±0.03	0.2±0.01	3.64±0.01	15.94±0.01	15.44±0.04	1.08±0.01	1.47±0.01	2.54±0.01	5.93±0.01	0.24±0.03
Sarpol-e Zahab	0.63±0.02	1.72±0.02	29.15±0.05	18.64±0.03	0.33±0.00	3.34±0.05	16.16±0.01	17.22±0.02	1.24±0.05	1.98±0.01	2.77±0.01	5.71±0.01	0.42±0.03

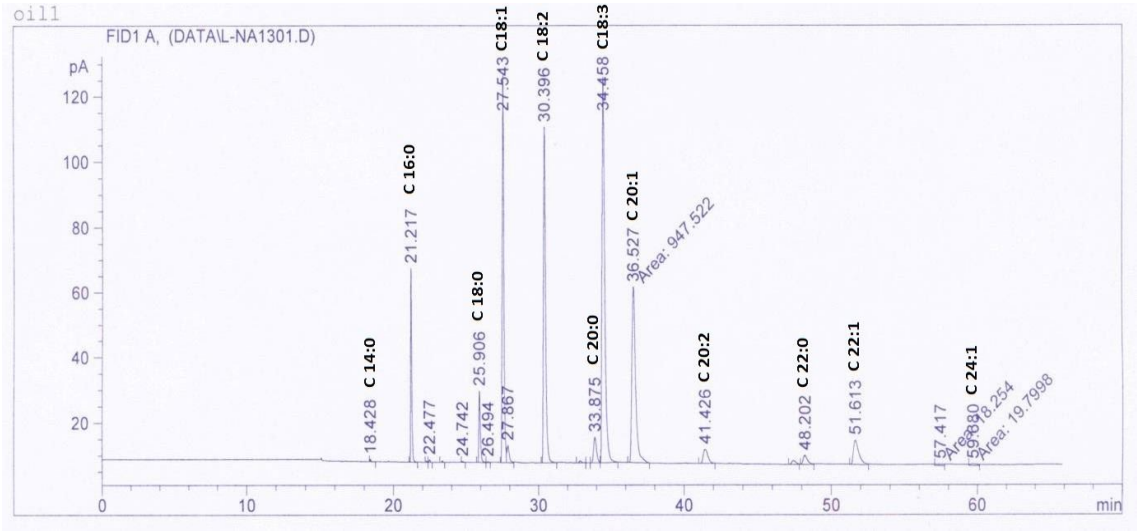

Fig 1 Chromatogram of Camelina (DH 1025) Oil (Kermanshah)

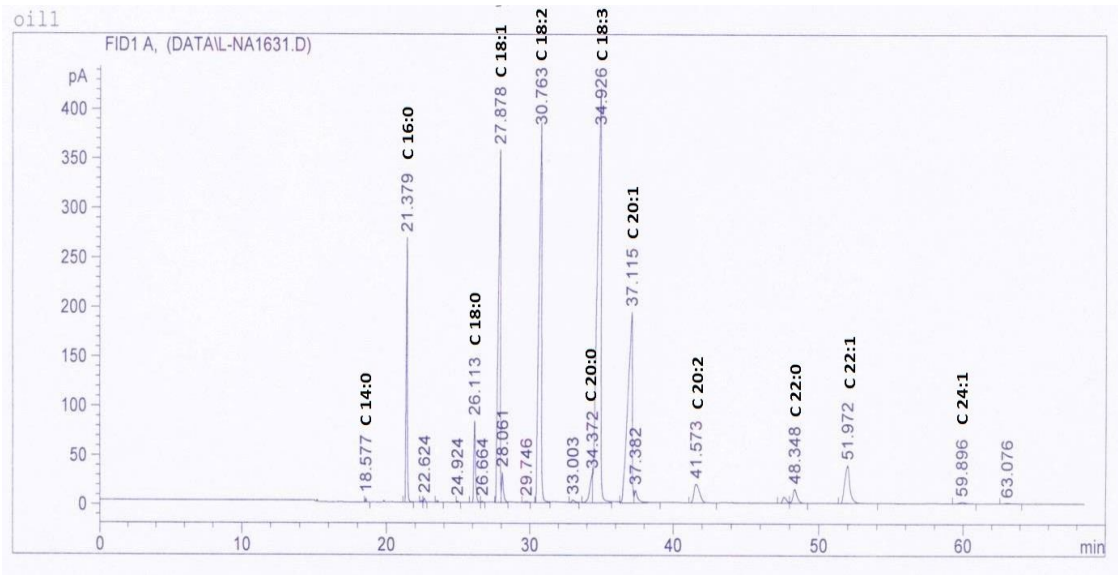

Fig 2 Chromatogram of Camelina (DH 1025) Oil (Kangavar)

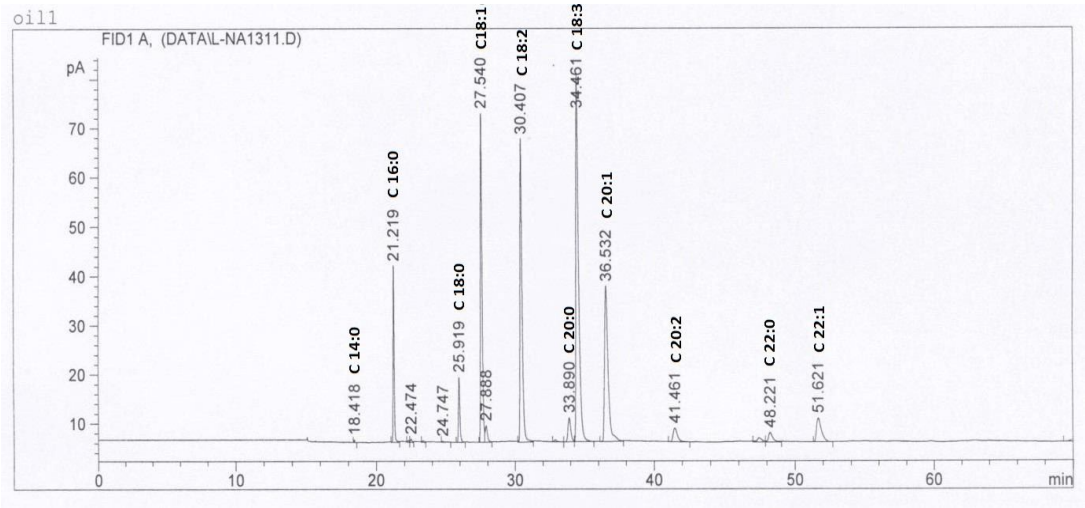

Fig 3 Chromatogram of Camelina (DH 1025) Oil (Sarpol-e Zahab)

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که در مقدار اسیدهای چرب اشباع روغن حاصل از دانه های کشت شده در سه منطقه مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p< 0.05$). به عبارت دیگر مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع (مجموع تک غیراشباع و چند غیراشباع) این مناطق نیز از نظر آماری بایکدیگر متفاوت نمی باشند. در بررسی jiang و همکاران (۲۰۱٤) و Schulte و همکاران (۲۰۱۳) نیز نتایج مشابهی حاصل شد [۱۲، ۲۵]. این محققان بیان نمودند که ترکیب اسیدهای چرب روغن کاملینا تحت تاثیر دمای محیط نمی باشد.

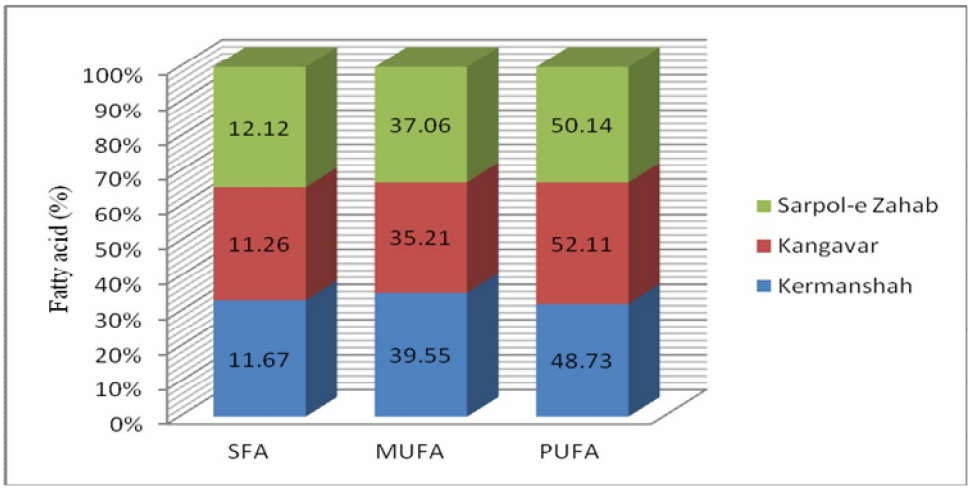

Fig 4 Percentage distribution of SFA, MUFA and PUFA in Camelina oil samples

در دیگر بررسی ها مقدار لینولنیک اسید (n-3 FA) به میزان ۳۲ تا ٤۰/۸٪ و سایر اسیدهای چرب (شامل لینولئیک، اولئیک و ایکوزنوئیک اسید) در مقادیر بیش از ۱۰٪ گزارش شده است [٦، ۱۲، ۱٤، ۲٤، ۲٦]. مقدار لینولنیک اسید در روغن کاملینا کمتر از روغن بزرگ می باشد ولی همچنان این روغن به عنوان یکی از منابع غنی از اسیدهای چرب n-3 FA طبقه بندی می شود [۲٦].

Table 2 Physical and chemical characteristics of *Camelina sativa* (DH 1025) oil*

	Iodine value (g I2 / 100 g oil)	Saponification number (mg KOH / g oil)	Specific gravity	Refractive index	Acid value (mg KOH/g)	Rancimat** (h)	1000-seed weight (g)
Kermanshah	141.1±0.15	184.7±0.9	0.912±0.01	1.47±0.00	0.413±0.01	10.5±0.01	1.047±0.1
Kangavar	146.1±0.06	184.0±0.9	0.916±0.01	1.469±0.00	0.407±0.02	10.5±0.02	0.99±0.1
Sarpol-e Zahab	143.2±0.15	184.0±0.6	0.916±0.01	1.466±0.01	0.410±0.01	10.5±0.01	1.013±0.1

*Means ± standard deviation
**Oxidative stability index.

نتایج بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن کاملینا در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین اندیس یدی روغن دانه کاملینا در سه منطقه مورد بررسی ۱۴۳/۴۷ بود. اندیس یدی این روغن در مقایسه با اندیس یدی روغن سویا (۱۳۸–۱۱۴)، کنولا (۱۲۶–۱۱۰)، آفتابگردان (۱۳۶–۱۲۵)، زیتون (۹۴–۷۴)، ذرت (۱۳۳ – ۱۰۹) و پنبه دانه (۱۱۵ – ۹۹) بیشتر بوده [۲۷، ۲۸] اما کمتر از اندیس یدی روغن بزرک (۱۸۹–۱۶۴) می باشد [۲۹]. عدد یدی شاخصی از تعداد پیوندهای غیر اشباع موجود در روغن بوده و عدد یدی بالاتر نشان دهنده تعداد بیشتری از اتصالات مضاعف در روغن، یا غیر اشباعیت بیشتر است. این اندیس می‌تواند برای تخمین پایداری اکسیداتیو روغن ها نیز مورد استفاده قرار بگیرد [۳۰]. بالا بودن عدد یدی روغن کاملینا به حضور مقادیر بالایی (حدود ۸۹٪) از اسیدهای چرب غیر اشباع اولئیک، لینولئیک و لینولنیک مربوط می باشد. در عین حال میزان اسیدهای چرب چندغیر اشباع مانند لینولنیک اسید در روغن کاملینا کمتر از روغن بزرک بوده و در نتیجه اندیس یدی آن کمتر از روغن بزرک می باشد [۳۱، ۳۲].

عدد صابونی شاخصی از وزن مولکولی نسبی تری گلیسریدهای تشکیل دهنده روغن می باشد و هر چه وزن مولکولی متوسط گلیسریدهای روغن بیشتر باشد، عدد صابونی کمتر است [۳۳]. میانگین اندیس صابونی سه اقلیم در پژوهش حاضر ۱۸۴/۲۳ بود. در بررسی Abramovic and Abram (۲۰۰۵) نیز عدد صابونی روغن کاملینا ۱۸۷/۸ ذکر شده است [۳۴]. اندیس صابونی این روغن در مقایسه با اندیس صابونی روغن های نباتی متداول مانند روغن سویا (۲۰۱ – ۱۸۸)، روغن آفتابگردان (۱۹۴ – ۱۸۲)، روغن ذرت (۱۹۵ – ۱۸۷) و روغن پنبه دانه (۱۹۸ – ۱۸۹) و بزرک (۱۹۵–۱۸۹)، کمتر است، در نتیجه وزن مولکولی اسیدهای چرب این روغن نسبت به روغن های مذکور بیشتر است [۲۹، ۳۵، ۳۶].

میانگین چگالی نسبی روغن کاملینا در سه اقلیم مورد نظر معادل ۰/۹۱۵ بوده و کمتر از چگالی نسبی روغن سویا (۰/۹۲۵–۰/۹۱۹)، روغن ذرت (۰/۹۲۵–۰/۹۱۷) و روغن آفتابگردان (۰/۹۲۳–۰/۹۱۸) می باشد. چگالی نسبی عمدتاً فاکتوری است که برای شناسایی روغن یا چربی به کار می رود و هرچه نسبت اسیدهای چرب بلند زنجیر و اشباع افزایش یابد این فاکتور نیز افزایش نشان می دهد [۳۳، ۳۵–۳۷].

با افزایش تعداد باندهای مضاعف ضریب شکست افزایش می یابد [۳۳]. میانگین ضریب شکست سه اقلیم در پژوهش حاضر۱/۴۶۸ بود. ضریب شکست این روغن کمتر از روغن بزرک (۱/۴۸–۱/۴۷) می باشد [۲۹].

اندیس اسیدی نشان دهنده مقدار اسیدهای چرب آزاد بوده که در اثر فعالیت هیدرولیتیکی آنزیم های لیپولیتیک ایجاد می شوند و مقدار آن ها در روغن خام تحت تاثیر فرایندهای انجام شده بر روی دانه قبل و طی فشردن و استخراج روغن می باشد [۸]. در پژوهش حاضر میانگین اسیدیته سه اقلیم ۰/۴۱ به دست آمد. در بررسی Abramovic و همکاران (۲۰۰۷) اسیدیته قابل تیتراسیون روغن خام و تازه کاملینا معادل ۰/۵۴٪ حاصل شد [۸]. Raczyk و همکاران (۲۰۱۶) نیز عدد اسیدی روغن کاملینا را در محدوده ۰/۸۹ mg KOH/g oil –۰/۵۱ گزارش نمودند [۳۲].

پایداری اکسیداتیو روغن های خوراکی فاکتور مهمی از نقطه نظر ایمنی و کیفیت روغن می باشد [۳۲]. میانگین پایداری روغن کاملینا در سه اقلیم مورد بررسی ۱۰/۵۰ ساعت بود. هرچند روغن کاملینا به دلیل حضور اسیدهای چرب چندغیراشباع مستعد اکسیداسیون می باشد، اما طی نگهداری پایداری خوبی دارد [۳۱]. روغن کاملینا دارای توکوفرول بالایی (۷۵ $mg100g^{-1}$) است که بیشتر از مقادیر موجود در روغن بزرک (۵۲ $mg100g^{-1}$) می باشد در نتیجه نسبت به روغن بزرک از مقامت بیشتری در برابر اکسیداسیون برخوردار است [۸، ۱۲، ۲۶، ۳۸]. در بررسی Raczyk و همکاران (۲۰۱۶) پایداری اکسیداتیو روغن کاملینا در محدوده ۶/۱۸–۴/۵۸ و روغن بزرک در محدوده ۵/۶۳–۳/۴۷ ساعت حاصل شده است [۳۲]. تفاوت حاصل از نتایج این پژوهش با نتیجه بررسی Raczyk و همکاران (۲۰۱۶) می تواند به دلیل تفاوت در محتوای توکوفرول و ترکیبات فنولی روغن واریته های مختلف دانه کاملینا باشد که در پژوهش های بعدی باید مورد بررسی قرار گیرد.

میانگین وزن هزار دانه کاملینا در سه اقلیم مورد بررسی در پژوهش حاضر ۱/۰۱۷ گرم بود. Angelini و همکاران (۱۹۹۷) وزن هزار دانه کاملینا را در در محدوده ۱/۰۴ – ۰/۷ گرم گزارش کردند [۳۹].

٤- نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از پروفیل اسید چرب، خصوصیات شیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن کاملینا و نظر به این که هزینه تولید کاملینا نسبت به سایر دانه های روغنی کمتر بوده و ترکیب اسیدهای چرب آن منحصر به فرد می باشد (تا٤٠٪ حاوی اسیدهای چرب امگا ۳ است) به نظر می رسد کشت و توسعه این گیاه و استفاده از روغن آن در صنایع غذایی و غیر غذایی امری سودمند و ضروری می باشد.

٥- منابع

[1]Vafaei, N., Tavakolipour, H. and Ghodsvali, A.R. 2010. Some biophysical properties of oily sunflower achenes in Golestan province. Iranian Journal of Food Science and Technology, 7: 103-115.

[2] Belayneh, H.D., Wehling, R.L., Cahoon, E. and Ciftci, O.N. 2015. Extraction of omega-3-rich oil from *Camelina sativa* seed using supercritical carbon dioxide. The Journal of Supercritical Fluids, 104: 153-159.

[3] Shahidi, F. 2005. Bailey's industrial oil and fat products. Sixth Edition, Wiley, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 294.

[4] Lu, C. and Kang, J. 2008. Generation of transgenic plants of a potential oil seed crop *Camelina sativa* by Agrobacterium-mediated transformation. Plant Cell Reports, 27:273–278.

[5] Budin, J.T., William, B.M. and Putnam, D.H. 1995. Some compositional properties of Camelina (*Camelina sativa* L.Crantz) seeds and oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 72: 309-315.

[6] Moser, B.R. 2010. Camelina (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope? Lipid Technology, 22: 270-273.

[7] Shukla, V.K.S., Dutta, P.C. and Artz, W.E. 2002. Camelina oil and its unusual cholesterol content. Journal of the American Oil Chemists' Society, 79: 965–969.

[8] Abramovic, H., Butinar, B. and Nikolic, V. 2007. Changes occurring in phenolic content and oxidative stability of *Camelina sativa* oil during storage. Food Chemistry, 104: 903-909.

[9] Mansour, M.P., Shrestha, P., Belide, S., Petrie, J.R., Nichols, P.D. and Singh, S.P. 2014. Characterization of oilseed lipids from DHA-producing *Camelina sativa*: a new transformed land plant containing long-chain omega-3 oils. Nutrients, 6: 776–789.

[10] Eidhin, D.N., Burke, J. and Beirne, D. 2003. Oxidative stability of ω3-rich Camelina oil and Camelina oil-based spread compared with plant and fish oils and sunflower spread. Journal of Food Science, 68: 345–353.

[11] Iskandarov, U., Kim, H. J. and Cahoon, E. B. 2013 .Camelina: an emerging oilseed platform for advanced biofuels and bio-based materials. Pp. 131-140. In: McCann M. C., Buckeridge M. S., Carpita N.C. (eds). Plants and bioenergy. Springer.

[12] Jiang, Y., Caldwell, C.D. and Falk, K.C. 2014. Camelina seed quality in response to applied nitrogen, genotype and environment. Canadian Journal of Plant Science, 94: 971-980.

[13] Sipalova, M., Losak, T., Hlusek, J., Vollmann, J., Hudec, J., Filipcik, R., Macek, M. and Kracmar, S. 2011. Fatty acid composition of *Camelina sativa* as affected by combined nitrogen and sulphur fertilization. African Journal of Agricultural Research, 6: 3919-3923.

[14] Zubr, J. 2003. Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different locations. Industrial Crops and Products, 17: 161-169.

[15] Zubr, J. and Matthaus, B. 2002. Effect of growth conditions on fatty acids and tocopherols in *Camelina sativa* oil. Industrial Crops and Products, 15: 155-162.

[16] Iranian institute of national standards (2004). Edible fats and oils-Sampling, No 493.

[17] Iranian institute of national standards (2011). Animal and vegetable fats and oils - Determination of refractive index, No 5108.

[18] Iranian institute of national standards (2002). Animal and vegetable fats and oils – Specific gravity-Test method, No 6077.

[19] Iranian institute of national standards (2015). Animal and vegetable fats and oils – Determination of iodine value with wijs method, No 4888.

[20] Iranian institute of national standards (2014). Animal and vegetable fats and oils-Determination of saponification value-Test method, No 10501.

[21] Iranian institute of national standards (2011). Animal and vegetable fats and oils-

[31] Vollmann, J., Moritz, T., Kargl, C., Baumgartner, S. and Wagentristl, H. 2007. Agronomic evaluation of camelina genotypes selected for seed quality characteristics. Industrial Crops and Products, 26: 270-277.
[32] Raczyk, M., Popis, E., Kruszewski, B., Ratusz, K. and Rudzinska, M. 2016. Physicochemical quality and oxidative stability of linseed (*Linum usitatissimum*) and camelina (*Camelina sativa*) cold-pressed oils from retail outlets. European Journal of Lipid Science and Technology. 118, 834–839.
[33] Ahmadzadeh, S., Kadivar, M. and Saeedi, G. 2009. Investigation of oil properties and seed composition in some safflower lines and cultivars. Iranian Food Science & Technology Research Journal, 5: 136-150.
[34] Abramovic, H. and Abram, V. 2005. Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil. Food Technology and Biotechnology, 43: 63-70.
[35] Iranian institute of national standards (2013). Crude sunflower oil – Specifications, No 10086.
[36] Iranian institute of national standards (2010). Corn oil- Specifications and test methods, No 1447.
[37] Iranian institute of national standards (2000). Vegetable fats and oils -Soy bean oil- Specification and test methods, No 2392.
[38] Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Kon'kova, N. and Francis, C. 2010. Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analyses. Genome, 53: 558–567.
[39] Angelini, L.G., Moscheni, E., Colonna, G., Belloni, P. and Bonari, E. 1997. Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy. Industrial Crops and Products, 6: 313-323.
Determination of acid value and acidity-Test method, No 4178.
[22] Iranian institute of national standards (2016). Animal and vegetable fats and oils- Gas chromatography of fatty acid methyl esters- Part 2: Preparation of fatty acid methyl esters, No 13126-2.
[23] Iranian institute of national standards (2007). Animal and vegetable fats and oils- Determination oxidative stability (accelerated oxidation), No 3734.
[24] Leonard, C. 1998. Camelina oil: a-linolenic source. Inform, 9:830–838.
[25] Schulte, L.R., Ballard, T., Samarakoon, T., Yao, L., Vadlani, P., Staggenborg, S. and Rezac, M. 2013. Increased growing temperature reduces content of polyunsaturated fatty acids in four oilseed crops. Industrial Crops and Products, 51: 212-219.
[26] Zubr, J. 2009. Camelina oil in human nutrition. AgroFood industry hi-tech, 20: 22-28.
[27] Goli, S.A.H., Kadivar, M., Bahrami, B. and Sabzalian, M.R. 2008. Physical and chemical characteristics of *Silybum marianum* seed oil. Iranian Journal of Food Science and Technology, 4: 27-32.
[28] Gupta, R.C. and Kanwar, G. 1994. Determination of Iodine numbers of edible oils. Biochemical Education, 22 (1): 47.
[29] Hassan-Zadeh, A., Sahari, M.A. and Barzegar, M. 2006. Physico-chemical characteristics of flaxseed oil and its oxidation in frozen condition. Iranian Journal of Food Science and Technology, 3: 13-20.
[30] Shams, N. and Fazilati, M. 2011. Evaluation of fatty acids and triacylglycerols composition and physicochemical properties of oils from three millet varieties *(Setaria italica,Pennisetum miliaceum, and Pennisetum typhoides*) arable of Iran. Iranian Food Science & Technology Research Journal, 7:121-128.

Evaluation of physicochemical properties, fatty acid composition and oxidative stability of *Camelina sativa* (DH 1025) oil

Mohammadi-Nejad, R. [1] Bahramian, S. [2*], Kahrizi, D. [3]

1. Department of Food science and Technology, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

(Received: 2016/12/31 Accepted:2017/06/28)

Camelina (*Camelina sativa*) is an oilseed crop from the Brassicaceae family, which is rich in oil (28-40%) and omega-3 fatty acids. This crop is able to grow in different climate and soil conditions, and compared to other oilseeds requires less water, fertilizer and pesticides. In this study, Camelina seeds (DH1025) were planted in Kermanshah, Kangavar and Sarpol-e Zahab, and then its oil properties were studied in detail. Through gas chromatography (GC) method, 13 different fatty acids were detected in the extracted oils. Four major fatty acids in all oil samples were linolenic acid (28.03-30.31%), linoleic acid (18.64-19.33%), oleic acid (15.44-18.36%) and eicosanoic acid (15.94-17.48%), respectively. Average amounts of iodine index, saponification value, specific gravity, refractive index and oil acidity of this crop were 143.5, 184.2, 0.915, 1.468 and 0.41 respectively and its 1000-seed weight were equal to 1.017. The oxidative stability of Camelina oil was 10.5 hours.

Keywords: Camelina, Omega-3 fatty acids, Oilseed, Physicochemical properties

* Corresponding Author E-Mail Address: s.bah@iausdj.ac.ir