

مقایسه پایداری روغن سه رقم عمده کلزای استان گلستان طی دوره نگهداری

زهرا بیگ محمدی¹، یحیی مقصودلو^{2*}، علیرضا صادقی ماهونک³، حامد صفافر⁴

1. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

2. دانشیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

3. استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

4. محقق مرکز کشت، تحقیق و توسعه دانه‌های روغنی ایران - تهران.

(تاریخ دریافت: 87/5/2 تاریخ پذیرش: 87/11/13)

چکیده

در این پژوهش، روغن سه رقم عمده کلزای استان گلستان با نام‌های هایولا 401، هایولا 420 و RGS003، استخراج و سپس در شرایط دور از نور و در دمای محیط، به مدت چهار ماه نگهداری گردیدند. میزان اسیدیته، عدداسیدی، عدد پراکسید، عدد آنزیدین، عدد توتکس و میزان پایداری بر اساس آزمون رنسیمت، در نمونه‌های روغن به فواصل یک هفته اندازه‌گیری و با هم مقایسه گردیدند. نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار میزان اسیدیته، عدداسیدی، عدد پراکسید، عدد آنزیدین و عدد توتکس در تمام ارقام طی دوره نگهداری بود که بیشترین و کمترین تغییرات در میزان این فاکتورها به ترتیب در ارقام هایولا 420 و RGS003، مشاهده گردید. نتایج حاصل از آزمون رنسیمت، نشان دهنده کاهش معنی‌دار میزان پایداری طی دوره نگهداری در روغن هر سه رقم کلزا بود و بیشترین میزان این کاهش در رقم هایولا 420 اندازه‌گیری شد. بررسی میزان آهن موجود در نمونه‌های روغن نیز نشان داد که رقم هایولا 420 دارای بیشترین میزان آهن می‌باشد که سبب کاهش معنی‌دار میزان پایداری آن نیز گردیده است. کلروفیل از جمله عوامل مؤثر بر میزان پایداری روغن می‌باشد که در شرایط دور از نور، به عنوان عامل آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند. کمترین میزان کلروفیل در رقم هایولا 420 مشاهده گردید که دارای کمترین میزان پایداری نیز بود.

کلید واژگان: روغن کلزا، پایداری اکسیداسیونی، دوره نگهداری، کلروفیل، آهن.

1- مقدمه

به میزان مقاومت آن‌ها در طی دوره نگهداری در برابر اکسیداسیون تعبیر می‌شود [2 و 3]. اساس فرآیند اکسیداسیون بر پایه تشکیل رادیکال آزاد قرار دارد [4]. طی واکنش‌های اکسیداسیون، ترکیبات مولکولی با وزن کم تولید می‌گردند که منجر به تولید طعم و رنگ نامطلوب در روغن‌ها می‌گردد که تأثیر فراوانی بر میزان مقبولیت، تعیین دوره نگهداری، ارزش تغذیه‌ای و میزان سمیت روغن‌های خوراکی دارد [5]. به همین دلیل،

اسیدهای چرب اشباع نشده در تغذیه انسان اهمیت ویژه‌ای دارند. برخی از آن‌ها برای بدن ضروری هستند، زیرا در بدن سنتز نمی‌شوند لذا باید در رژیم غذایی روزانه وجود داشته باشند. علی‌رغم ارزش تغذیه‌ای بالای روغن‌های حاوی این نوع اسیدهای چرب، نگهداری آن‌ها نیز با مشکلاتی همراه است [1]. از مهم‌ترین عوامل محدود کننده زمان نگهداری روغن‌های خوراکی، فساد اکسیداسیونی آن‌ها می‌باشد. پایداری اکسیداتیو روغن‌ها،

* مسئول مکاتبات: ymaghsoudlou@yahoo.com

گلستان شامل هایولا 401، هایولا 420 و RGS003، در طی دوره نگهداری می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

در پاییز 1385، ارقام کلزای استان گلستان که دارای سطح زیر کشت بیشتری بودند با نام‌های هایولا 401، هایولا 420 و RGS003، از مرکز کشت دانه‌های روغنی گرگان و استانداردهای اسیدهای چرب از شرکت سیگما و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک تهیه گردیدند. روغن کلزا با استفاده از دستگاه پرس مکانیکی (DD85 OEKOTECH، آلمان)، در مرکز کشت و توسعه دانه‌های روغنی استحصال و به مدت چهار ماه در دمای محیط و دور از نور نگهداری گردید. بررسی ترکیب اسیدهای چرب روغن ارقام مختلف کلزا مطابق با استاندارد AOCS روش 1d-91 Ce [14] و با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (مدل 6890N Agilent Technology - آمریکا) با شرایط آزمایشی زیر صورت گرفت:

آشکارساز FID¹ با دمای 280 درجه سانتی‌گراد، گاز حامل نیتروژن، ستون BPX70 با ابعاد 0/25 µm × 120 m × 0/25 mm با دمای 190 درجه سانتی‌گراد و دمای محل تزریق 260 درجه سانتی‌گراد.

اندازه‌گیری کلروفیل با استفاده از اسپکتروفتومتر، طیف نورسنج UV-Vis (مدل UV-250 - شیمادزو - ژاپن) مطابق با استاندارد AOCS روش 12-55 Ca صورت گرفت. جهت تعیین پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن در طول دوره نگهداری از آزمون رنسیمت با استفاده از دستگاه رنسیمت (مدل 679 Metrohm - سوئیس) مطابق با استاندارد AOCS روش 12b- Cd 92 انجام گرفت. اندیس پراکسید و اندیس آنیزیدین نیز به ترتیب مطابق با روش‌های Cd 8-53 و Cd 18-90 استاندارد AOCS اندازه‌گیری گردیدند. اندیس توتکس نیز به صورت محاسبه‌ای و از مجموع دو برابر میزان عدد پراکسید و اندیس آنیزیدین محاسبه شد. میزان اسیدیتة مطابق با AOCS روش 5a-40 Ca

پایداری اکسیداتیو به عنوان یک شاخص مهم در تعیین کیفیت و میزان پایداری روغن در دوره نگهداری آن می‌باشد [6]. در طی دوره انبارداری، عوامل محیطی مانند نور، اکسیژن، گرما و رطوبت بر کیفیت روغن‌های خوراکی تأثیر می‌گذارند [7]. ترکیب اسیدهای چرب یکی از عوامل مؤثر بر اکسیداسیون روغن‌ها می‌باشد. تفاوت ساختاری اسیدهای چرب ناشی از تفاوت در طول زنجیره، درجه غیر اشباعی و محل قرارگیری پیوندهای دوگانه می‌باشد [5]. روغن‌های حاوی مقادیر بیشتر اسیدهای چرب غیر اشباع، بسیار سریع‌تر از سایر روغن‌ها اکسیده می‌شوند [8]. از دیگر عوامل مؤثر بر اکسیداسیون روغن‌ها، اسیدهای چرب آزاد می‌باشد. میستری و مین گزارش کردند که اسیدهای چرب آزاد سبب کاهش کشش سطحی روغن و افزایش انتشار اکسیژن به درون روغن می‌شوند و به عنوان تسریع کننده اکسیداسیون مطرح هستند. از جمله عوامل مؤثر دیگر بر میزان پایداری اکسیداسیونی روغن‌ها، میزان و نوع فلزات موجود در آن‌ها و به ویژه آهن می‌باشد [9]. فلزات قادرند میزان انرژی لازم را برای شروع واکنش اتواکسیداسیون کاهش دهند و با تأثیر بر ساختمان لیپیدها منجر به تولید رادیکال‌های آزاد گردند [10]. کلروفیل نیز عموماً به عنوان تحریک کننده اکسیداسیون در شرایط نور یا فتواکسیداسیون مطرح می‌باشد اما در شرایط تاریکی مانع از گسترش واکنش- های اکسیداسیون می‌شود و به عنوان آنتی اکسیدان عمل می‌کند [11و 5]. گیر نیز در آزمایش بررسی مقاومت روغن کانولای واریته‌های آلاسکا، اعلام کرد که کلروفیل در حضور نور به عنوان محرک فتواکسیداسیون عمل کرده و سبب کاهش پایداری روغن می‌گردد. وی اعلام کرد که روغن کلزای واریته- های آلاسکا با میزان کلروفیل 4/99 mg/kg در با مقایسه با انواع کانادایی با میزان کلروفیل 14mg/kg، مقاومت بیشتری از خود نشان دادند [12].

روغن کلزا حاوی 65-70 درصد اسید چرب تک غیراشباعی، بیش از 20 درصد اسیدهای چرب چند غیر اشباع (امگا-6 و امگا-3) و کمتر از 10 درصد اسیدهای چرب اشباع است [13]. با توجه به ترکیب مناسب اسیدهای چرب و همچنین میزان بالای اسیدهای چرب غیراشباع روغن کلزا، تعیین شرایط مناسب جهت نگهداری آن بسیار مورد توجه است. با توجه به سازش‌پذیری بالای کلزا در شرایط آب و هوایی کشور طرح ده ساله‌ای در وزارت جهاد کشاورزی برای خود کفایی در زمینه دانه‌های روغنی با محوریت کلزا تدوین و از سال 1384، آغاز گردیده است. هدف از این پژوهش بررسی پایداری اکسیداتیو روغن مهم‌ترین واریته‌های کلزا استان

1. Flame Ionization Detector

جدول 1. مقایسه میانگین ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن ارقام مختلف کلزا (بر حسب درصد اسید اولئیک)

رقم / اسید چرب	هایولا 401	هایولا 420	RGS003
C14:0	0/101±0/05 ^c	0/117±0/15 ^a	0/107±0/06 ^b
C16:0	4/00±0/16 ^b	4/38±0/29 ^a	4/00±0/05 ^b
C18:0	2/27±0/07 ^c	2/860±0/07 ^a	2/35±0/07 ^b
C20:0	1/51±0/06 ^a	1/26±0/09 ^b	1/26±0/06 ^b
ΣSFA ¹	8/11±0/10 ^b	8/68±0/17 ^a	8/09±0/13 ^b
C16:1	0/52±0/06 ^b	0/53±0/11 ^a	0/51±0/03 ^c
C18:1n-9	63/32±0/14 ^b	61/35±0/34 ^c	64/00±0/12 ^a
C20:1	1/00±0/08 ^c	1/11±0/10 ^b	1/11±0/08 ^a
C22:1	0/34±0/03 ^c	0/61±0/13 ^a	0/56±0/12 ^b
ΣMUFA ²	65/27±0/16 ^b	63/60±0/12 ^c	66/19±0/23 ^a
C18:2n-6	17/28±0/20 ^c	18/21±0/32 ^a	18/09±0/09 ^b
C18:3n-3	10/34±0/10 ^a	8/48±0/18 ^b	8/44±0/14 ^b
ΣPUFA ³	27/62±0/26 ^a	26/69±0/13 ^b	26/54±0/10 ^b
ΣUSFA ⁴	92/90±0/39 ^a	90/29±0/22 ^b	92/73±0/33 ^a
ΣSFA / ΣUSFA	0/088±0/0001 ^b	0/097±0/0001 ^a	0/088±0/0001 ^b

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر سطر، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد می‌باشند.

1. مجموع اسیدهای چرب اشباع 2. مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباعی 3. مجموع اسیدهای چرب چندغیر اشباعی 4. مجموع کل اسیدهای چرب غیراشباع

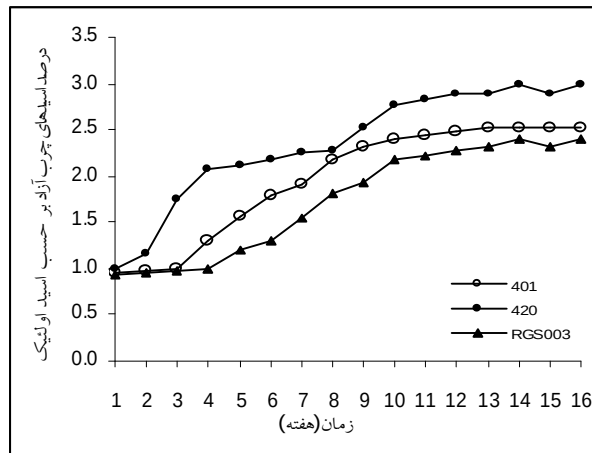
اشباع در روغن هرسه رقم کلزا در محدوده 8/68% - 8/09% قرار داشت. در میان اسیدهای چرب اشباع، اسید پالمیتیک بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع را دارا بود و بیشترین میزان آن در رقم هایولا 420 (4/38%) تعیین گردید. اسید اولئیک به عنوان اسید چرب غالب کلیه نمونه‌ها مطرح بود. پس از اسید اولئیک به ترتیب اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک قرار داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان اسید اولئیک در رقم RGS003 (64%)، بیشترین میزان اسید لینولئیک در رقم هایولا 420 (18/09%) و بیشترین میزان اسید لینولنیک در رقم هایولا 401 (10/34%) اندازه‌گیری گردید. بررسی میزان پایداری روغن ارقام مختلف در طی دوره نگهداری بیانگر افزایش میزان اسیدیته و عدد اسیدی در روغن هر سه رقم کلزا بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم هایولا 420 بیشترین میزان اسیدیته و

و عدد اسیدی نیز به طور محاسبه‌ای تعیین گردید [14]. میزان آهن نیز با استفاده از دستگاه جذب اتمی (GBC - 4100ZL - استرالیا) مطابق با استاندارد تعیین گردید [15]. آزمایش‌های مورد نظر در 5 تکرار انجام شدند. تجزیه و تحلیل آماری نتایج با نرم‌افزار SAS انجام گرفت. جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین نتایج از آزمون LSD با سطح اطمینان 95% استفاده گردید. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

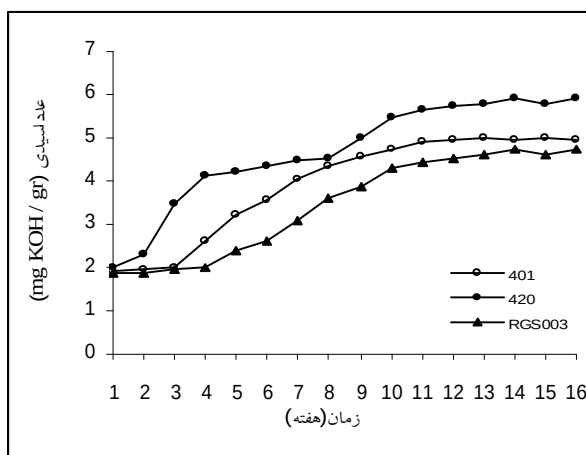
3- نتایج

ترکیب اسیدهای چرب ارقام کلزای مورد مطالعه در جدول 1 نشان داده است. اسیدهای چرب 18 کربنه اشباع و غیر اشباع بیشترین میزان اسیدهای چرب موجود در روغن کلزا را تشکیل می‌دهند. میزان اسیدهای چرب

کلروفیل نشان داد که رقم هایولا 401 با 14/91 ppm و هایولا 420 با 9/53 ppm، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان کلروفیل بودند (شکل 7). بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری آهن در روغن ارقام مختلف کلزا نشان داد که رقم هایولا 420 با داشتن 4/67 ppm دارای حداکثر میزان آهن بود و پس از آن ارقام RGS003 و هایولا 401 به ترتیب با مقادیر 2/37 ppm و 1/19 ppm قرار داشتند (شکل 8).

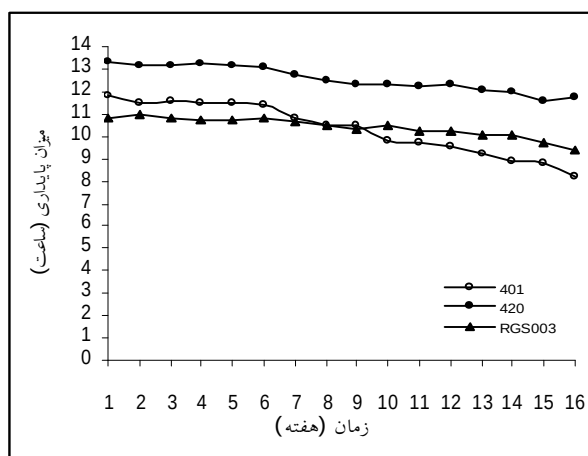


شکل 1 روند تغییرات درصد اسیدهای چرب آزاد روغن ارقام مختلف کلزا طی دوره نگهداری

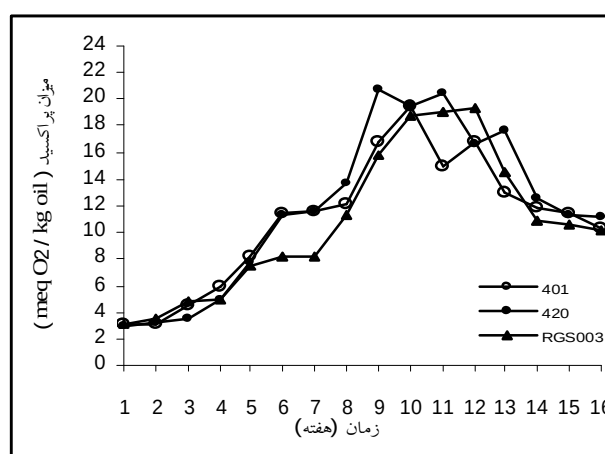


شکل 2 روند تغییرات عدد اسیدی روغن ارقام مختلف کلزا طی دوره نگهداری

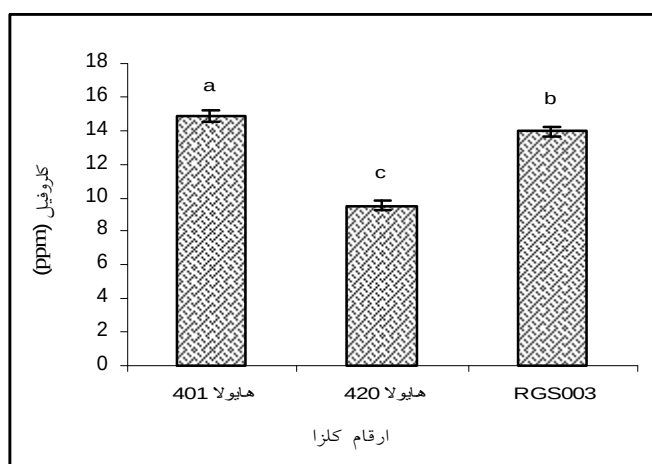
عدد اسیدی را به خود اختصاص داده است و پس از آن ارقام هایولا 401 و نهایتاً RGS003 قرار داشتند (شکل 1 و 2). جهت تعیین میزان فساد اکسیداتیو نمونه‌های روغن ارقام مختلف، عدد پراکسید (شاخصی برای محصولات اولیه اکسیداسیون) و عدد آنیزیدین (شاخصی برای محصولات ثانویه اکسیداسیون) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که رقم هایولا 420 در هفته نهم و سایر ارقام در هفته دهم به بیشترین مقدار پراکسید خود رسیدند و پس از آن مقادیر پراکسید در طول دوره نگهداری کاهش یافت (شکل 3). حداکثر میزان پراکسید در رقم هایولا 420 و پس از آن رقم هایولا 401 و RGS003 گزارش گردید که به ترتیب مقادیر آن‌ها (بر حسب میلی اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) عبارت بود از 21/46، 19/46 و 18/94. میزان اندیس آنیزیدین نیز در تمامی ارقام در طی دوره نگهداری دارای روند افزایشی بود و با کاهش میزان پراکسید در هفته‌های نهم و دهم در ارقام مختلف، میزان آن به طور قابل توجهی افزایش یافت. بیشترین میزان اندیس آنیزیدین در پایان هفته شانزدهم در رقم هایولا 420 با میزان 34/19، پس از آن ارقام هایولا 401 و RGS003 با مقادیر 24/41 و 20/42 قرار داشتند (شکل 4). اندیس توتکس نیز به صورت محاسبه‌ای و از مجموع دو برابر میزان عدد پراکسید و اندیس آنیزیدین محاسبه گردید [14]. رقم هایولا 420، با داشتن بیشترین میزان اندیس پراکسید و آنیزیدین دارای بیشترین میزان اندیس توتکس نیز بود و پس از آن رقم هایولا 401 و RGS003 قرار داشتند (شکل 5). بررسی پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن در طی دوره نگهداری توسط آزمون رنسیمت صورت گرفت. بیشترین میزان پایداری برای تمام ارقام، در هفته اول مشاهده گردید و بیشترین و کمترین میزان پایداری برحسب ساعت در هفته اول به ترتیب در رقم هایولا 420 (13/4) و RGS003 (10/87)، مشاهده گردید. با گذشت زمان، به تدریج از میزان پایداری اکسیداتیو روغن ارقام مختلف کاسته شد به طوری که در پایان دوره نگهداری هر سه رقم به حداقل میزان پایداری خود رسیدند اما رقم RGS003 نسبت به سایر ارقام دارای حداقل تغییرات بود (شکل 6). بررسی میزان



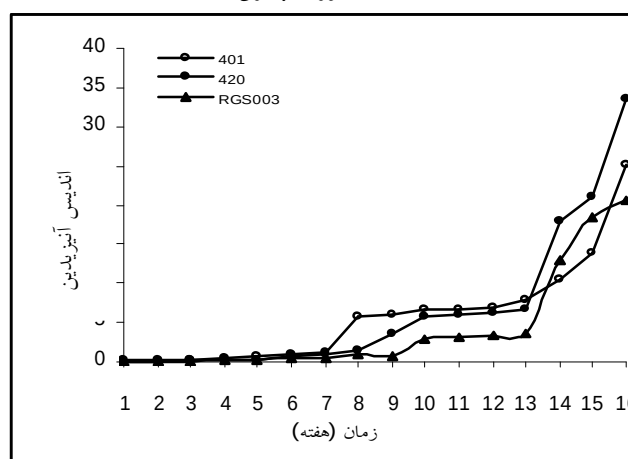
شکل 6 روند تغییرات میزان پایداری اکسیداتیو روغن ارقام مختلف کلزا طی دوره نگهداری



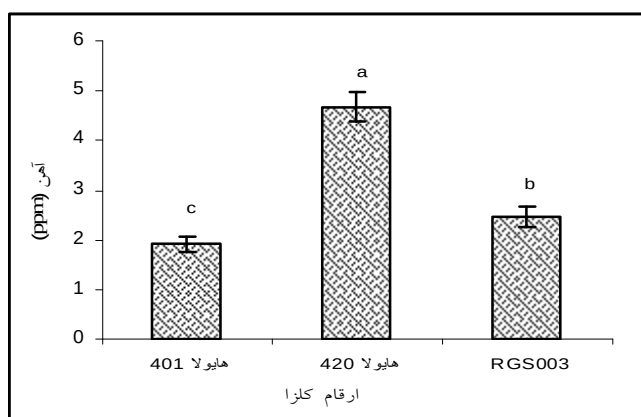
شکل 3 روند تغییرات اندیس پراکسید روغن ارقام مختلف کلزا طی دوره نگهداری



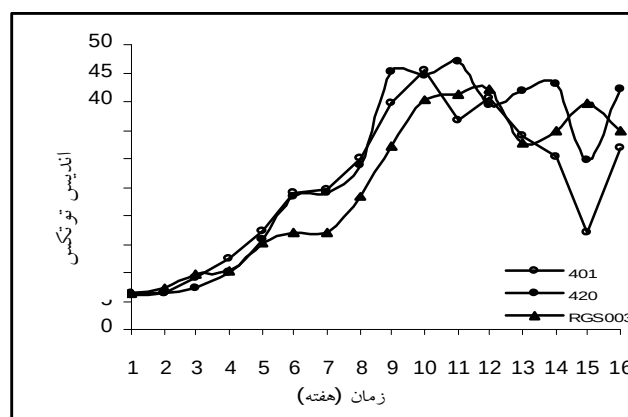
شکل 7 میزان کلروفیل ارقام مختلف کلزا



شکل 4 روند تغییرات اندیس آنیزیدین روغن ارقام مختلف کلزا طی دوره نگهداری



شکل 8 میزان آهن ارقام مختلف کلزا



شکل 5 روند تغییرات اندیس توتکس روغن ارقام مختلف کلزا طی دوره نگهداری

4- بحث

اندازه‌گیری عدد پراکسید به عنوان یکی از معیارهای تشخیص فساد اکسیداسیونی در روغن‌های نگهداری شده در دمای اتاق و دمای کم و نشان دهنده کیفیت روغن‌ها می‌باشد [4 و 16]. هم چنین طی اکسیداسیون چربی‌ها و شکسته شدن هیدروپراکسیدها، ترکیبات ثانویه‌ای ایجاد می‌شود که برای تعیین کمی میزان آلدییدها (عمدتاً 2- آلکینال) عدد آنیزیدین را به کار می‌برند [7 و 16]. با توجه به نتایج بدست آمده، رقم هایولا 420 با داشتن بیشترین میزان عدد پراکسید، عدد آنیزیدین و عدد توتکس، دارای کمترین پایداری اکسیداسیونی است. همچنین این رقم، با داشتن دوره القای کوتاهتر، سریع‌تر از سایر واریته‌ها به بیشترین میزان عدد پراکسید در هفته نهم رسید و پس از آن در هفته‌های بعدی سایر ارقام به بیشترین مقدار پراکسید خود رسیدند. اکسیداسیون روغن‌های خوراکی تحت تأثیر عواملی چون نور، گرما، ترکیب اسیدهای چرب، وجود اکسیژن، اسیدهای چرب آزاد، مونو و دی‌گلیسرول‌ها و آنتی-اکسیدان‌ها می‌باشد [5]. ترکیب اسیدهای چرب یکی از عوامل مؤثر دیگر بر اکسیداسیون روغن‌ها می‌باشد. روغن‌های حاوی مقادیر بیشتر اسیدهای چرب غیر اشباع، بسیار سریع‌تر از سایر روغن‌ها اکسیده می‌شوند [8]. با افزایش میزان غیراشباعیت زمان القاء و در نهایت سرعت تشکیل ترکیبات اولیه اکسیداسیون افزایش می‌یابد [17]. تن و همکاران، اعلام کردند که روغن‌های حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بالا مانند سویا، آفتابگردان و گلرنگ، در محیط دور از نور، دارای دوره القاء کوتاهتری نسبت روغن کانولا بودند [18]. به طور عمده روغن کانولا را ترکیبی یکنواخت تا حدود 95% از اسیدهای چرب 18 کربنه می‌باشد [19]. سرعت اکسیداسیون خودبخودی، به طور عمده به سرعت تشکیل اسیدهای چرب آزاد و رادیکال‌های آزاد بستگی دارد و سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد به نوع اسید چرب یا آسیل گلیسرول آن بستگی زیادی دارد [20]. روغن‌هایی که به طور طبیعی دارای میزان بالایی از اسید اولئیک هستند یا روغن‌های هیدروژنه شده حاوی مقادیر بالای اسید استئاریک، دارای پایداری اکسیداتیو بهتری هستند [21 و 22]. با بررسی ترکیب اسیدهای چرب (جدول 1)، مشخص گردید که واریته RGS003 با دارا بودن بیشترین میزان اسید اولئیک و همچنین میزان متعادلی از اسیدلینولئیک، اسید لینولنیک، دارای بیشترین پایداری اکسیداتیو می‌باشد. آکمن اعلام کرد که روغن

کانولای حاوی مقادیر بالای اسید اولئیک نه تنها از لحاظ سلامتی انسان اهمیت ویژه‌ای دارند بلکه در طی دوره انبارداری و همچنین در محصولات سرخ کردنی نیز مقاومت بالایی ایجاد می‌کنند [19]. اسیدهای چرب آزاد، مونو و دی‌گلیسریدهای ناشی از جداسازی اسیدهای چرب آزاد، سبب ایجاد کاهش میزان پایداری اکسیداتیو روغن‌ها می‌گردند [9]. اسیدهای چرب آزاد نسبت به اسیدهای چرب استریفیه شده برای اکسیداسیون مستعدتر می‌باشند و در واقع به عنوان پرواکسیدان عمل می‌کنند [5، 23 و 24]. اسیدهای چرب آزاد دارای بخش‌های آبدوست و آبگریز هستند که بیشتر در سطح روغن‌های خوراکی تجمع می‌کنند. میستری و مین گزارش کردند که اسیدهای چرب آزاد سبب کاهش کشش سطحی روغن و افزایش انتشار اکسیژن به درون روغن می‌شوند و به عنوان تسریع کننده اکسیداسیون مطرح هستند. با افزایش زمان نگهداری، میزان اسیدپت روغن‌ها نیز افزایش یافت [5]. با توجه به اشکال 1 و 2، واریته هایولا 420 دارای بیشترین میزان اسیدپت و عدد اسیدی در بین ارقام مورد مطالعه بوده و میزان آن در طی دوره نگهداری بیش از سایر واریته‌ها افزایش یافت و پس از آن، هایولا 401 و RGS003 قرار داشتند.

از دیگر عوامل مؤثر بر میزان پایداری اکسیداسیونی روغن‌ها، میزان و نوع فلزات موجود در آن‌ها می‌باشد. فلزات قادرند میزان انرژی لازم را برای شروع واکنش اتواکسیداسیون کاهش دهند و با تأثیر بر ساختمان لیپیدها منجر به تولید رادیکال‌های آزاد گردند [10]. در میان فلزات، آهن به عنوان یک کاتالیزور بسیار مؤثر در شروع واکنش‌های منجر به تولید رادیکال‌های آزاد در طی اکسیداسیون روغن‌ها می‌شود شناخته شده است [16، 13 و 25]. آهن در روغن کانولا به عنوان کاتالیزور و آغازگر تشکیل رادیکال‌های آزاد در اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع محسوب می‌گردد [26]. با افزایش میزان آهن در روغن، از میزان پایداری اکسیداتیو آن کاسته می‌شود به طوری که واریته هایولا 420 با بیشترین میزان آهن دارای کمترین میزان پایداری اکسیداتیو می‌باشد و با کاهش مقدار آن در سایر واریته‌ها، میزان پایداری نمونه‌های روغن افزایش یافت.

کلروفیل‌ها، جزو رنگدانه‌های موجود در روغن‌های خوراکی می‌باشند که به طور طبیعی در روغن کلزا به میزان 35 ppm-5، وجود دارند [27]. کلروفیل موجود در روغن کلزا و سایر

5- نتیجه گیری

نتایج نشان داد که روغن ارقام مورد مطالعه کلزای استان گلستان دارای پایداری اکسیداتیو متفاوتی بوده و این تفاوت در بررسی فاکتورهای مختلف معنی دار گزارش گردید. با توجه به نتایج به دست آمده از تعیین ترکیب اسیدهای چرب مشخص گردید که رقم RGS003، با داشتن ترکیب مناسبی از اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع، به ویژه اسید اولئیک که دارای تأثیر بسیار زیادی بر میزان پایداری روغن کلزا می باشد، دارای پایداری مناسب تری نسبت به سایر ارقام می باشد. با مطالعه میزان و روند تغییرات اندیس پراکسید، آیزیدین، توتکس و همچنین میزان آهن و کلروفیل، رقم RGS003 بیشترین پایداری را از خود نشان داد و پس از آن ارقام هایولا 401 و هایولا 420 قرار داشتند. اما بررسی میزان پایداری بر اساس آزمون رنسیمت، دارای روندی متفاوت با سایر فاکتورها بود و بیشترین میزان پایداری در ابتدای دوره نگهداری در رقم هایولا 420 مشاهده گردید اما رقم RGS003 در تمام دوره نگهداری دارای کاهش کمتری در میزان پایداری خود بود. از نظر اندیس های مورد بررسی رقم هایولا 401، در حد واسطه دو رقم دیگر قرار داشت. در مجموع تمامی ارقام در محدوده مناسبی از پایداری قرار داشتند و می توان بسته به نوع کاربرد از ارقام مختلف یا ترکیب مناسبی از آن ها استفاده نمود.

6- سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات هیئت مدیره محترم مجتمع کارخانجات کشت و صنعت ماهیدشت کرمانشاه (روغن نازگل) و کشت و صنعت شمال (روغن غنچه)، که امکانات مورد نیاز را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می گردد. همچنین از همکاری آزمایشگاه مرکز کشت، تحقیق و توسعه دانه های روغنی، که در انجام آزمایش ها ما را یاری نمودند نیز صمیمانه سپاسگزاری می شود.

7- منابع

- [1] Mirnezami zeiabari, H. 1991. chemical composition oils and fats In: Oil Processing and Refining. eds. Mirnezami zeiabari, H. Iran-Tehran. Syavash press. pp 18-62.
- [2] Guillen, M. and Cabo, N. 2002. Fourier transfor infrared spectra data versus peroxide

دانه های روغنی، عامل ایجاد کننده رنگ نامطلوب و تحریک کننده اکسیداسیون روغن ها در حضور نور می باشند. علاوه بر این، به عنوان عامل بازدارنده فعالیت کاتالیزور در مرحله هیدروژناسیون نیز عمل می نمایند. برای حذف کامل کلروفیل در مرحله رنگبری نیاز به استفاده از خاک رنگبر بیشتری می باشد اما به طور کلی مرحله رنگبری قادر به حذف بخش عمده فتوفیتین ها و پیروفتوفیتین های حاصل از کلروفیل a و b می باشد. کلروفیل در طی دوره انبارداری و در حضور نور به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کند و سبب احیاء رادیکال های آزاد می شود [11و 28]. به هر حال در شرایط تاریکی، کلروفیل و ترکیبات فنولی سبب کاهش اکسیداسیون خودبخودی در می شوند [5]. در نمونه های روغن مورد بررسی در شرایط عدم حضور نور، رقم هایولا 420 با میزان کلروفیل کمتر پایداری اکسیداسیونی کمتری از رقم هایولا 401 و RGS003، که دارای میزان کلروفیل بیشتری بودند، داشت و نتایج بدست آمده با نتایج اندو و همکاران، فرانسیسکا و ایزابل و چو و مین همسو بود [11و 28]. میزان پایداری اکسیداتیو روغن ها بر اساس آزمون رنسیمت، برابر با مدت زمانی است که منحنی پایداری روغن شروع به شکسته شدن می کند. هرچه این مدت زمان بیشتر باشد، میزان پایداری روغن نیز بالاتر می باشد. رقم هایولا 420، علی رغم دارا بودن بیشترین میزان پراکسید و آهن، دارای بیشترین میزان پایداری بر اساس آزمون رنسیمت نیز بود. این امر می تواند ناشی از سایر بازدارنده های طبیعی موجود در روغن باشد. علاوه بر عواملی چون ترکیب اسیدهای چرب، میزان اسیدهای چرب آزاد، میزان آهن، سولفور و کلروفیل، عوامل دیگری چون میزان و نوع آنتی اکسیداسیدان های طبیعی به ویژه توکوفرول ها بر میزان پایداری روغن ها بر اساس آزمون رنسیمت بسیار مؤثرند [29]. کریگر و پلاتک با بررسی میزان پایداری نمونه های مختلف روغن کلزا در یافتند که روغن های حاصل، علاوه بر دارا بودن مقادیر بالای اسیدیت، عدد پراکسید، عدد آیزیدین و عدد توتکس، دارای میزان پایداری بیشتری بر اساس تست رنسیمت نیز بودند که آن را به حضور مقادیر بالاتر توکوفرول ها در آن ها نسبت دادند [30]. بر اساس مطالعات انجام گرفته عواملی چون رقم، شرایط تولید روغن و شرایط نگهداری بر میزان آنتی اکسیدان های طبیعی موجود در روغن ها و در نتیجه میزان پایداری آن ها تأثیر دارند [31].

- Press, Champaign, IL. Methods: Fatty Acids Profile (Ce 1d-91), Free fatty acids and Acid Value (Ca 5a-40), Peroxide Value (Cd 8-53), Anisidin Value (Cd 18-90), Rancimat test (Cd 12b-92), Chlorophyll (Cc 13i-96).
- [15] AOAC. 2005. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. (18TH. Ed). Gaithersburg: AOAC International. Method: Iron (990-05).
- [16] Rossel, J. 1989. Measurment of rancidity. PP.29-33. In: Rancidity in Foods. J.C. Allen, J. and Hamilton, R. eds. Elsevier Science Publisher LTD, London.
- [17] Polvillo, M. Marquez-Ruiz, G. and Dobarganes, M. 2004. Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. Journal of the American Oil Chemists' Society. 81: 577-583.
- [18] Tan, C., Cheman, Y., Selamat, J. and Yusoff, M. 2002. Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. Journal of Food Chemistry. 76: 385-389.
- [19] Ackman, R. 1990. Canola and Rapeseed . Productin, Chemistry, Nutrition and Processing Technology. Avi book, VanNostard Reinhold, New York.
- [20] Min, D. and Bradley, G. 1992. Fats and oils. In flavors. ed. Hui, Y. Wiley encyclopedia of food science and technology. New York: John Wiley & Sons. pp 828-832.
- [21] Evans, C., Listgr, M., Moser, H. and Cowan, G. 1973. Long-term storage of soybean and cottonseed salad oils. Journal of Food Science. 52: 234-6.
- [22] Liu, Q. Singh, S. and Green, A. 2002. High-oleic and high-stearic cottonseed oils: nutritionally improved cooking oils developed using gene silencing. Journal of American Nutrition. 21: 205-211.
- [23] Kinsella, J., Shimp, J. and Mai, J. 1978. The proximate composition of several species of freshwater fishes. Journal of Food Life Science. Bull 69: 1-20.
- [24] Miyashitau, K. and Takagi, T. 1986. Study on the oxidative rate and prooxidant activity of free fatty acids. Journal of the American Oil Chemists' Society. 63: 1380-1384.
- [25] Barnard, D., Bateman, E. and Eunneen, J. 1958. Synergistic Antioxidant Combination. Mechanism of Stabilization With Organo- and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. Journal of Food Chemistry. 77: 503-510.
- [3] Silva, F., Borges, F. and Ferreira, M. 2001. Effects of phenolic propyl esters on the oxidative stability of refined sunflower oil. Journal of Agriculture Food Chemistry. 49: 3936-3941.
- [4] Hudson, B. 1989. Evaluation of oxidative rancidity techniques. pp: 59-60. In: Rancidity in Foods. eds. Alimentarius, J. 8: 21-24. Elsevier Science Publisher LTD, London.
- [5] Choe, E. and Min, B. 2006. Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals. Journal of Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 5: 21-33.
- [6] Hamilton, R. 1994. The chemistry of Rancidity in Foods. In: Rancidity in foods. eds. Allen, J., Hamilton, R. 3 rd ed. London: Blackie Academic & Professional. pp 1-21.
- [7] Ramezani, R. and Karbasi, A. 2002. Effect of Different Packaging and Light Condition on Sunflower Oil Stability. Journal of Agricultural Science & Thecnology . 6(2): 139-147.
- [8] Parker, T., Adams, D., Zhou. K, Harris, M. and Yu, L. 2003. Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. Journal of Food Science. 68: 1240–1243.
- [9] Mistry, B. and Min, D. 1987. Isolation of sn-a-monolinolein from soybean oil and its effects on oil oxidative stability. Journal of Food Science. 52: 786–790.
- [10] Jadhav, S., Nimbalkar, S., Kulkami, A. and Madhavi, D. 1996. Lipid oxidation in biological and food systems. In: Food antioxidants. eds. Madhavi, D., Deshpande, S. and Salunkhe, D. New York: Marcel Dekker. pp 5–64.
- [11] Francisca, G. and Isabel, M. 1992. Action of chlorophylls on the stability of virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists' Society. 69: 866–871.
- [12] Geier, H. 2004. Canola Quality In Alaska. Journal of Agriculture. Fores. Exper. Station. Report 42.
- [13] Shahidi, F. 1990. Canola and Rapeseed Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology. First edition. Published by Van Nostrand Reinhold. 355p.
- [14] AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 1998. 5th edn. AOCS

- [29] Andersson, K. and Lingnert, H. 1999. Kinetic studies of oxygen dependence during initial lipid oxidation in rapeseed oil. *Journal of Food Science*. 65: 71-75.
- [30] Krygier, K. and PlateK, T. 1999. Comparison of pressed and extracted rapeseed oils characteristics. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress*. Canberra, Australia. pp:641.
- [31] Deiana, M., Rosa, A., Cao, C., Pirisi, F., Bandino, G. and Dessi, M. 2002. Novel approach to study oxidative stability of extra virgin olive oils: importance of α -tocopherol concentration. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 50: 4342-4346.
- Sulfur. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 35: 161-169.
- [26] Przybylski, R. and Eskin, N. 1991. Formation of Phytosterol Oxides in Products in Vegetable Oils. In *Proceeding of 8th Rapeseed Congress*, Ed.I. McGregor, Saskatoon, May 9-11, pp.888.
- [27] Salvador, M., Aranda, F. Gomez-Alonso, S. and Fregapane, G. 2001. Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Journal of Food Chemistry*. 74: 267-74.
- [28] Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oils in the dark. I. Comparison of the inhibitory effects. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 62: 1375-1378.

Comparison on stability of oil extracted from three major canola varieties grown in Golestan Province during storage time

Beigmohammadi, Z.¹, Maghsoudlou, Y.^{2*}, Sadeghi Mahoonak, A. R.², Safafar, H.³

1. M. Sc. Student of Food Science Technology, Department of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
2. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
3. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
4. Researcher in Cultivation, Research & Development Center of Oil Seeds, Tehran-Iran.

In the present Study, oil from three major canola varieties grown in Golestan province namely Hyolla401, Hyolla420 and RGS003, have been extracted and stored for four months in dark at room temperature. Oil samples were tested every week for, free fatty acid, acid value, peroxide value, anisidine value, totex value and rancimat test. The results showed that in all three varieties, free fatty acids, acid value, peroxide value, anisidine value and totex value were increased significantly during storage ($\alpha = 0.05$). Most changes in free fatty acids, acid value, peroxide value, anisidine value and totex value were observed in Hyolla 420 variety and the least were founded in RGS003 variety. The results of rancimat test showed significant decrease in canola oil stability during storage in all three varieties. The highest oil stability was observed in Hayolla 420 variety. Hyolla 420 variety had the highest level of iron that led to significant decrease in its stability. Chlorophyll is one of the most important factors in oil stability that act as antioxidant in dark condition. The lowest level of chlorophyll were determined in Hyolla4 20 variety that was in accordance with its low stability.

Keywords: Canola Oil, Oxidative stability, Storage time, Chlorophyll, Iron contents.

* Corresponding Author E-mail address: ymaghsoudlou@yahoo.com