

بررسی خصوصیات روغن و ترکیب دانه در تعدادی از لاین‌ها و واریته‌های گلرنگ

صفورا احمدزاده^{۱*} - مهدی کدیور^۲ - قدرت ... سعیدی^۳

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۹

چکیده

گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) یکی از گیاهان دانه روغنی است که به دلیل سازگاری وسیع آن با عوامل محیطی می‌تواند در تأمین دانه‌های روغنی کشور بسیار سهیم باشد. گلرنگ در منطقه اصفهان، بعد از برداشت غلات دانه ریز و به عنوان کشت دوم در سطح نسبتاً وسیعی کشت می‌شود. امروزه تلاش‌هایی به منظور بهبود کیفیت روغن گلرنگ و امکان استفاده گسترده از آن در صنعت روغن‌های خوراکی در حال انجام است. در این تحقیق کمیت و کیفیت روغن استخراجی از دانه ۲۰ ژنوتیپ مختلف داخلی و خارجی گلرنگ بررسی شده است. محتوای روغن و پروتئین دانه ژنوتیپ‌ها به ترتیب دارای دامنه ۲۰/۲۴ تا ۳۶/۷۳٪ و ۱۵/۶۴ تا ۲۱/۵۰٪ بود. ژنوتیپ‌های C۱۲۱ و E۲۴۲۸ با بیشترین میزان روغن (به ترتیب ۳۶/۷۳٪ و ۳۶/۲۴٪) از نظر محتوای روغن و ژنوتیپ‌های M۱۱۲ و E۲۴۲۸ با بیشترین میزان پروتئین (به ترتیب ۲۱/۵۰٪ و ۲۱/۴۰٪) از نظر محتوای پروتئین بهترین ژنوتیپ‌های داخلی مورد مطالعه بودند. هدف عمده اصلاح گلرنگ، تغییر ترکیب روغن و به طور خاص افزایش اسید اولئیک است. تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن با استفاده از گاز کروماتوگرافی نشان داد که بیشترین میزان اسید اولئیک در روغن ژنوتیپ M۱۱۲ (۲۱/۰۳٪) و بیشترین میزان اسید لینولئیک مربوط به روغن ژنوتیپ K ۱۵ (۸۰/۱۱٪) می‌باشد که از نظر میزان اسید لینولئیک بین ژنوتیپ K ۱۵ با رقم اصلاح شده خارجی Saffire (۷۹/۹۷٪) اختلاف معنی داری وجود نداشت. نتایج حاصل گویای آن است که فعالیت‌های به نژادی بر خصوصیات روغن موثر بوده و از جمله ژنوتیپ‌های دارای اهمیت، دو ژنوتیپ اصلاحی داخلی M۱۱۲ و M ۴۲۰ می‌باشند که از نظر پروفیل اسید چرب و نیز پایداری روغن دارای کیفیت مطلوبی بوده و کاربرد آنها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند به دستیابی به روغنی با کیفیت مطلوب منجر شود.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، ژنوتیپ اصلاحی، محتوای روغن، خواص فیزیکوشیمیایی

مقدمه

و نیز اصلاح این منابع روغنی به منظور دستیابی به بازدهی و کیفیت مطلوبتر از نظر تغذیه‌ای و عملکردی انجام شود. در ایران کشت گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی از سال ۱۳۳۶ آغاز شد. یکی از امتیازات ارزشمند گیاه گلرنگ در ایران بومی بودن و سازگاری آن است. به طوریکه این گیاه با شرایط محیطی خشک و نیمه خشک و رطوبت کم سازگاری داشته و امکان کشت پاییزه آن در بسیاری از مناطق کشور وجود دارد (۲). در سال ۱۳۵۰ سطح زیر کشت گلرنگ در ایران ۷۰۰ هکتار بوده ولی پس از سال

با توجه به مشکلات موجود در صنعت روغن‌های نباتی در داخل و اینکه بیش از ۹۰ درصد از نیاز مصرفی این فرآورده (به صورت دانه‌های روغنی و روغن خام) از طریق واردات تأمین می‌شود، لازم است تلاش‌های گسترده‌ای در جهت بهبود شرایط از جمله به کار بردن منابع روغنی جدید

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* - نویسنده مسئول: (Email: sf_ahmadzadeh@yahoo.com)
۳- استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

پایین از پایداری بیشتری برخوردار بوده است (۷). 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 می‌رسد چرا که نتایج حاصل می‌تواند در جهت دهی به فرآیندهای اصلاحی مؤثر واقع شوند. لذا با توجه به اهمیت گلرنگ در ایران به عنوان یک گیاه دانه روغنی، این پژوهش به منظور ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ‌های اصلاحی داخلی و خارجی گلرنگ از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی روغن در راستای تولید ارقام با کیفیت مطلوب روغن در برنامه‌های به نژادی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد ۲۰ ژنوتیپ مختلف گلرنگ شامل لاینهای اصلاحی تهیه شده از توده‌های بومی کشور به همراه رقم مورد کشت در استان اصفهان و دو رقم اصلاح شده خارجی از لحاظ ویژگی‌های مربوط به میزان و کیفیت روغن در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. دانه‌ها از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان تهیه شد. محل آزمایش بر اساس طبقه بندی کوپن دارای اقلیم بسیار خشک با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد (۳). متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و $14/5^{\circ}\text{C}$ است. بافت خاکی این منطقه لومی رسی با اسیدیته ۷/۵ و وزن مخصوص ظاهری خاک ۴/۰۱ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد (۳). دانه‌های گلرنگ پس از تمیز کردن با استفاده از آسیاب قهوه کاملاً آسیاب شده و برای مطالعه‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفتند. در ابتدا میزان روغن ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش

۱۳۵۳ کشت این گیاه بسیار محدود گردید (حدود ۳۸۳ هکتار) و مجدداً از اوایل دهه ۱۳۷۰ فعالیت‌هایی جهت گسترش کشت این دانه روغنی صورت پذیرفت (۲). روغن گلرنگ برای اولین بار در آمریکا در دهه ۱۹۳۰ معرفی شد (۱۷). با شناسایی و معرفی واریته‌هایی با میزان روغن بیشتر و با کیفیت بیشتر روغن (از نظر پروفیل اسید چرب) در دهه ۱۹۵۰، گلرنگ در سیستم کشاورزی جایگاه ویژه‌ای یافت و حتی یک واریته گلرنگ با میزان اسید اولئیک بالا برای اولین بار توسط هروویتز شناسایی شد که در سال ۱۹۶۳ این واریته از نظر ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفت (۱۷). پس از آن با شناسایی نحوه تغییر پذیری ژنها و برنامه‌های به نژادی در این گیاه، امکان ایجاد واریته‌های جدید گلرنگ با پروفیل منحصر به فرد اسید چرب در روغن جهت کاربردهای خوراکی و صنعتی تولید گردید و بالاخره در سال ۱۹۶۵ واریته گلرنگ با اولئیک بالا (UC1) معرفی شد (۱۷). وارث پذیری میزان روغن گلرنگ به طور نسبی بالا است و این صفت بیشتر توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود (۲). گلرنگ از نظر ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن آن نیز دارای تنوع ژنتیکی است (۲). واریته‌های اولیه گلرنگ دارای سطوح بالایی از اسید لینولئیک بوده و همچنین در مقایسه با سایر دانه‌های روغنی از بالاترین نسبت چربیهای غیراشباع به اشباع برخوردار بودند. تاکنون تلاش‌های بسیاری در زمینه اصلاح نژاد گلرنگ به ویژه در جهت افزایش میزان اسید اولئیک صورت گرفته است، به طوری که در سال ۱۹۹۷ لاین جدیدی از گلرنگ (S-901) با محتوای اسید چرب غیراشباع بالا در روغن (حدود ۹۲٪) تولید شد که به طور خاص میزان اسید اولئیک در پروفیل اسید چرب آن افزایش و سطح اسید لینولئیک و اسید پالمیتیک آن کاهش یافته بود (۷ و ۱۷) و روغن حاصل از این لاین به علت داشتن میزان اولئیک بالا و لینولئیک

بعد از حل شدن کامل روغن، ۱۰۰ میکرولیتر متوکسید سدیم متانولی به آن افزوده و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط تکان داده شد. بعد از گذشت زمان لازم جهت دو فاز شدن محتویات داخل لوله، فاز هگزانی خارج شده و به یک لوله آزمایش دیگر که حاوی مقداری سولفات سدیم) به منظور حذف رطوبت اضافی) بود انتقال داده شد. در زمان تزریق به دستگاه، ۱ میکرولیتر از این فاز هگزانی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تعیین پروفیل اسید چرب در نمونه‌های روغن دستگاه کروماتوگرافی گازی ساخت آمریکا^۱، مجهز به ستون موبینه TC-FFAP به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک داخل لوله (فاز ثابت) ۰/۲۵ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت. آشکارساز دستگاه از نوع FID در دمای ۲۵۰°C و گاز حامل آن ازت بود. برنامه حرارتی مورد استفاده به این شرح بود: شروع برنامه با دمای ۱۵۰°C و باقی ماندن در همین دما به مدت ۱ دقیقه، سپس افزایش دما تا ۱۹۰°C با سرعت ۵ درجه سانتیگراد در دقیقه و پس از باقی ماندن در این دما به مدت ۲ دقیقه، مجدداً دما با سرعت ۵ درجه سانتیگراد در دقیقه تا ۲۵۰°C افزایش یافته و در نهایت ۸ دقیقه در این دما باقی ماند. نمونه متیله شده بصورت یک بخشی^۲ و در حجم ۱ میکرولیتر به دستگاه تزریق شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های مربوط به صفات مختلف در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SAS مورد آنالیز آماری قرار گرفت و در صورت معنی دار بودن اثر ژنوتیپ، از آزمون LSD جهت مقایسه میانگین آنها استفاده گردید.

استاندارد AACC 30-10 (2003) و میزان پروتئین مطابق روش 4-10, AACC (2003) تعیین شد (فاکتور تبدیل ازت به پروتئین ۵/۷ در نظر گرفته شده است). به منظور انجام آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی، استخراج روغن به روش استخراج سرد با استفاده از هگزان صنعتی انجام شد. در مرحله اول نمونه‌ها به نسبت ۵:۱ (دانه: هگزان) با هگزان مخلوط شده و روی همزن مغناطیسی با دور متوسط به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. در طول این مدت حلال یک مرتبه تعویض شده و از حلال تازه استفاده شد. پس از اتمام زمان استخراج، حلال با استفاده از دستگاه تبخیر کننده چرخان در درجه حرارت ۴۰°C و تحت خلاء از روغن بازیافت و حلال جزئی باقیمانده در روغن تحت جریان گاز ازت از روغن خارج شد و روغن حاصل در ظروف پلی پروپیلن در دمای ۱۸°C- تا زمان استفاده نگهداری شد. شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های روغن شامل اندازه گیری وزن مخصوص مطابق روش AOCS, Cc10a-25 (1998)، اندازه گیری ضریب شکست (ضریب انکسار) مطابق روش AOCS, Cc7-25 (1998) با استفاده از رفراکتومتر در ۲۵°C، اندازه گیری عدد اسیدی مطابق روش AOCS, Cd3a-63 (1998)، عدد پراکسید مطابق روش AOCS, Cd8-25 (1998)، اندازه گیری عدد تیوباریتوریک اسید مطابق روش AOCS, Cd19-90 (1998)، اندازه گیری عدد یدی مطابق روش Cd 1-25 AOCS, (1998) و اندازه گیری عدد صابونی مطابق روش AOCS, Cd 3-25 (1998) تعیین گردید. به منظور تعیین میزان اسیدهای چرب در نمونه‌ها با استفاده از گاز کروماتوگرافی، آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب بر اساس روش گزارش شده توسط ارتگا و همکاران (۱۴) انجام شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر از نمونه در یک لوله آزمایش درب دار ریخته شده و ۱ میلی‌لیتر هگزان به آن اضافه شد.

1 - Agilent 6890N

2- Splitless

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس میزان روغن و پروتئین دانه و نیز پروفیل اسیدهای چرب روغن در جدول ۱ و میانگین این صفات برای ژنوتیپ‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این مطالعه از نظر محتوای روغن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. میزان روغن دانه ژنوتیپ‌ها در محدوده ۲۰/۲۴ تا ۳۶/۷۳٪ قرار داشت و ژنوتیپ‌های اصلاحی C121 و E2428 میزان روغن بالاتری را نشان دادند (به ترتیب ۳۶/۷۳ و ۳۶/۲۴٪) که اختلاف آنها با دیگر ژنوتیپ‌ها به استثناء ژنوتیپ‌های S122، S3110 و M420 در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و از لحاظ میزان روغن می‌تواند بیش از سایر ژنوتیپ‌ها از جمله واریته مورد کشت در اصفهان مورد توجه قرار گیرد. سه ژنوتیپ خارجی به نام‌های GE62916، GE34078 و Saffire، از نظر محتوای روغن (به ترتیب ۲۰/۲۴ و ۲۸/۳۷ و ۲۲/۴۴٪) نسبت به اکثر ژنوتیپ‌های داخلی دارای میزان روغن کمتری بودند (جدول ۲). درصد روغن دانه‌های گلرنگ پیش از این در واریته‌های بومی مناطق مختلف مانند هند، آمریکا، ترکیه، اسرائیل و سودان گزارش شده و میزان روغن بین ۳۰/۷ تا ۳۴٪ تعیین شده است، همچنین میزان روغن یک ژنوتیپ جهش یافته امریکایی (Montola 2001) و دو ژنوتیپ اصلاحی (S-518 و 04-765) در محدوده ۳۴/۷ تا ۴۰/۲٪ گزارش شده است که با نتایج مرتبط با برخی از ژنوتیپ‌های داخلی در تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۳ و ۸ و ۱۵).

در بین ژنوتیپ‌های اصلاحی مختلف ایرانی و خارجی نیز از نظر میزان پروتئین در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۱). میزان پروتئین اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های مختلف در محدوده ۱۵/۶۳ تا

۲۱/۵۰٪ قرار داشت و از بین ژنوتیپ‌های اصلاحی، ژنوتیپ‌های M112 و E2428 بیشترین میزان پروتئین (به ترتیب ۲۱/۵۰ و ۲۱/۴۰٪) را دارا بودند. محتوای پروتئین نیز همانند میزان روغن در ژنوتیپ‌های خارجی GE62916، GE34078 و Saffire (به ترتیب ۱۶/۲۶، ۱۵/۶۳ و ۱۸/۵۵٪) در مقایسه با اغلب ژنوتیپ‌های داخلی کمتر بود (جدول ۲). پس از استخراج روغن، کنجاله حاوی مقدار قابل توجهی پروتئین بوده که در خوراک دام به مصرف می‌رسد، بنابراین بالا بودن محتوای پروتئین دانه علاوه بر محتوای روغن دارای اهمیت می‌باشد. در مطالعات دیگر (۱۶ و ۱۲ و ۸) میزان پروتئین در تعدادی از ژنوتیپ‌های گلرنگ بین ۳۰ تا ۳۴٪ گزارش شده است که در مقایسه با نتایج گزارش شده در این تحقیق بالاتر می‌باشد.

در مورد تمام اسیدهای چرب شناسایی شده در روغن، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت (جدول ۱). اسید چرب غالب در روغن تمام ژنوتیپ‌ها اسید لینولئیک بود که مقدار آن در محدوده ۶۵/۱۴ تا ۸۰/۱۱٪ قرار داشت (جدول ۲). حداکثر میزان این اسید چرب در روغن ژنوتیپ اصلاحی K15 مشاهده شد که با نتایج گزارشات مرتبط با شناخت واریته‌هایی با میزان اسید لینولئیک بالا مانند دو واریته در ترکیه (۸۳٪ اسید لینولئیک)، یک واریته در هند (۸۰٪ اسید لینولئیک) و ژنوتیپ‌هایی در کالیفرنیا (۸۲ تا ۸۴٪ اسید لینولئیک) قابل مقایسه است (۱۱، ۱۲ و ۱۵). چنین روغن‌هایی از نظر کیفیت تغذیه‌ای مطلوب بوده اما سطح بالای اسید لینولئیک می‌تواند در عدم پایداری آنها مؤثر باشد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات میزان روغن، پروتئین و اسیدهای چرب روغن زیتوب های گلرنگ

میانگین مرتعات صفات										درجه آزادی	منبع تغییر
آرشدیک اسید	لینولیک اسید	لینولیک اسید	اولیک اسید	استناریک اسید	پالمیتیک اسید	میرستیک اسید	لوریک اسید	پروتئین	روغن		
۲/۹۸۱۹۴۷**	۱۲/۱۰۹۵**	۳۵/۸۳۵۸۳**	۶۲/۰۶۷۸**	۵۵/۸۱۰۵**	۱۷/۸۸۳**	۳/۲۴۸۱۳**	۷/۳۵۳۱**	۱۱/۰۸۸۹۳۱۵**	۵۷/۰۴۵۲۶۳**	۱۹	زیتوب
۰/۰۰۷۷۹۲	۰/۰۱۹۲۸	۰/۱۴۶۳	۰/۴۹۷۷	۰/۱۲۵۲	۰/۰۰۷۲۳	۰/۰۰۴۸۸۱	۰/۰۰۰۲۶۵	۰/۰۹۷۷۳۵	۵/۲۷۱۶۶	۴۰	خطا

** گویای وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲. میانگین میزان روغن، پروتئین و اسیدهای چرب روغن در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

ژنوتیپ	روغن (%)	پروتئین (%)	لوریک (%)	میرسیستیک (%)	پالمیتیک (%)	استئاریک (%)	اولئیک (%)	لینولئیک (%)	لینولئیک (%)	آراشیدیک (%)
توده کوسه اصفهان	۲۲/۰۳ ^h	۱۶/۸۷ ^{fg}	۱/۶۵۳ ^d	۲/۴۳۵ ^b	۵/۷۷۷ ^j	۳/۷۸ ^g	۶/۵۴ ^{gh}	۷۲/۳۱ ⁱ	۶/۲۳ ^a	۱/۴۴ ^d
C۱۲۱	۳۶/۷۳ ^a	۲۰/۱۸ ^c	۰/۰۳۳ ^f	۲/۱۱۹ ^c	۵/۹۰۷ ^{ij}	۴/۹۴ ^f	۱۲/۹۵ ^{cd}	۷۴/۰۹ ^{fgh}	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
C۱۲۸	۲۸/۶۸ ^{cdef}	۲۰/۳۸ ^c	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۵/۹۸۲ ⁱ	۷/۴۳ ^d	۷/۳۸ ^{fg}	۷۵/۸۶ ^{bc}	۰/۰۰ ^f	۳/۳۳ ^a
A۱	۳۷/۶۸ ^{cdef}	۲۱/۳۱ ^{ab}	۴/۵۱۳ ^a	۰/۰۳۳ ^{ef}	۴/۷۳۶ ^k	۱/۸۵ ^{jk}	۱۲/۴۴ ^{cd}	۷۵/۲۱ ^{cde}	۰/۰۰ ^f	۱/۲۲ ^e
A۲	۲۷/۱۱ ^{cdefg}	۱۵/۹۹ ^{hi}	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۱۲/۲۲۵ ^b	۲/۹۲ ^{hi}	۱۱/۴۷ ^{de}	۷۳/۳۶ ^h	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
A۳	۳۱/۰۷ ^{bcd}	۱۸/۶۷ ^{de}	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۱۰/۰۵۱ ^c	۰/۰۳ ^l	۱۰/۶۷ ^e	۷۶/۱۶ ^b	۳/۰۷ ^d	۰/۰۰ ^f
K۱۲	۲۸/۹۵ ^{cdef}	۱۸/۶۲ ^{de}	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۱۲/۰۶۸ ^b	۳/۸۳ ^g	۶/۳۵ ^{gh}	۷۰/۴۹ ^j	۵/۳۹ ^b	۲/۰۵ ^c
K۱۵	۳۰/۴۵ ^{cde}	۱۸/۳۰ ^e	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۶/۹۵۷ ^g	۳/۰۹ ^{gh}	۱۰/۳۳ ^e	۸۰/۱۱ ^a	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
K۲۱	۳۷/۷۳ ^{cdef}	۲۰/۸۰ ^{bc}	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۷/۱۴۲ ^g	۳/۸۴ ^g	۱۲/۹۰ ^{cd}	۷۴/۶۱ ^{def}	۱/۳۶ ^c	۰/۰۰ ^f
S۱۲۲	۳۱/۷۷ ^{abc}	۱۷/۵۴ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۵/۹۴۸ ^{ij}	۱۲/۹۸ ^b	۵/۶۴ ^{hi}	۷۵/۶۷ ^{bc}	۰/۰۰ ^f	۰/۰۳ ^f

** برای هر ویژگی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۱٪ نمی‌باشند.

ادامه جدول ۲. میانگین میزان روغن، پروتئین و اسیدهای چرب در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

ژنوتیپ	روغن (%)	پروتئین (%)	لوریک (%)	میرسیستیک (%)	پالمیتیک (%)	استئاریک (%)	اولئیک (%)	لینولئیک (%)	لینولئیک (%)	آراشیدیک (%)
S۴۱۱	۳۱/۱۵ ^{bed}	۱۶/۵۱ ^{ge}	۴/۰۹۴ ^c	۲/۳۳۴ ^c	۵/۹۶۳ ^{ij}	۲/۱۴ ^{ijk}	۱۰/۰۸ ^e	۷۵/۴۵ ^{bcd}	۰/۰۲ ^f	۰/۰۰ ^f
S۴۱۱۰	۳۵/۷۰ ^{ab}	۲۰/۳۱ ^c	۱/۲۹۹ ^e	۱/۹۴۳ ^d	۷/۸۶۶ ^f	۱/۶۸ ^k	۱۳/۷۲ ^{bc}	۷۳/۴۲ ^{gh}	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
M۱۱۲	۲۴/۰۳ ^{fgh}	۲۱/۵۰ ^a	۴/۲۴۰ ^b	۰/۱۶۶ ^e	۴/۳۴۶ ^l	۲/۰۵ ^{jk}	۲۱/۰۳ ^a	۶۵/۱۴ ^l	۲/۹۱ ^d	۰/۰۰ ^f
M۴۲۰	۳۵/۶۸ ^{ab}	۲۰/۳۴ ^c	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۷/۰۸۵ ^g	۳/۱۵ ^{gh}	۱۴/۶۹ ^b	۷۵/۱۳ ^{cde}	۰/۰۰ ^f	۱/۱۷ ^e
H۳۷	۳۰/۳۷ ^{cde}	۱۹/۲۶ ^d	۱/۳۱۶ ^e	۰/۰۳۰ ^{ef}	۸/۸۶۷ ^e	۱/۴۳ ^k	۱۲/۵۹ ^{cd}	۷۴/۵۶ ^{ef}	۱/۱۶ ^c	۰/۰۰ ^f
E۲۴۲۸	۳۶/۲۴ ^a	۲۱/۴۰ ^{ab}	۰/۰۰۰ ^f	۲/۸۹۸ ^a	۶/۱۸۲ ^h	۲/۶۲ ^{hij}	۱۲/۳۳ ^{cd}	۶۹/۱۸ ^k	۴/۱۴ ^c	۲/۲۹ ^b
ارکا-۱۱	۲۵/۶۰ ^{efgh}	۲۰/۲۸ ^c	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۱۶ ^{ef}	۹/۳۱۸ ^d	۱۲/۹۷ ^b	۴/۳۶ ⁱ	۷۴/۲۲ ^{fg}	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
GE۶۲۹۱۶	۲۶/۶۴ ^{defgh}	۱۶/۲۶ ^{fgh}	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۷/۸۷۲ ^f	۱۴/۴۲ ^a	۷/۹۳ ^f	۶۹/۷۷ ^{jk}	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
GE۳۴۰۷۸	۲۸/۳۷ ^{cdef}	۱۵/۶۳ ⁱ	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۱۲/۵۰۳ ^a	۶/۴۰ ^e	۶/۳۲ ^{gh}	۷۴/۷۶ ^{def}	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
Saffire	۲۲/۳۳ ^{gh}	۱۸/۵۵ ^e	۰/۰۰۰ ^f	۰/۰۰۰ ^f	۹/۰۹۲ ^d	۰/۱۵ ^l	۱۰/۷۹ ^c	۷۹/۹۷ ^a	۰/۰۰ ^f	۰/۰۰ ^f
LSD(%)	۵/۰۷	۰/۶۹	۰/۰۳۶	۰/۱۵۴	۰/۱۸۷	۰/۷۸	۱/۵۵	۰/۸۴	۰/۳۰	۰/۱۹

** برای هر ویژگی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۱٪ نمی‌باشند.

اهداف به نژادی در گلرنگ، تولید ارقام با میزان اسید لینولئیک کمتر و اسید اولئیک بیشتر در روغن می‌باشد، لذا

میزان اسید اولئیک روغن ژنوتیپ‌ها در محدوده ۴/۳۶ تا ۲۱/۰۳٪ قرار داشت (جدول ۲). با توجه به آنکه یکی از

سوی دیگر وجود میزان بالاتر اسید چرب اشباع در روغن، میزان استئارین (جزء جامد) مورد نیاز در تولید مارگارین و شورتینگ را کاهش می‌دهد و از نظر تغذیه ای نیز در مقایسه با اسید استئاریک مشکلات کمتری را باعث می‌شود (۶). اسید لوریک تنها در شش ژنوتیپ (کوسه، A1، S411، S3110، M112 و H27) و در محدوده ۱/۲۹۹ تا ۴/۵۱۳٪ تشخیص داده شد (جدول ۲). اسید میریستیک نیز تنها در شش ژنوتیپ اصلاحی (کوسه، C121، S411، S3110، M112 و E2428) و در محدوده ۰/۱۶۶ تا ۲/۸۹۸٪ وجود داشت (جدول ۲). این دو اسید چرب به دلیل وجود مقادیر کم در روغن گلرنگ دارای اهمیت نمی‌باشند. اسید آراشیدیک (C20:0) تنها در هفت ژنوتیپ (کوسه، C128، A1، K12، S122، M420 و E2428) و در محدوده ۰/۰۳ تا ۳/۳۳٪ شناسایی شد (جدول ۲). این اسید چرب دارای زنجیره بلند و اشباع بوده و بنابراین می‌تواند از نظر تغذیه ای همانند اسید استئاریک مشکلاتی را سبب شود که البته در روغن گلرنگ و سایر روغن‌های گیاهی به دلیل وجود مقادیر بسیار کم از آن چندان دارای اهمیت نمی‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس مربوط به شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی در جدول ۳ و میانگین مربوط به این شاخص‌ها برای ژنوتیپ‌های مختلف در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که در مورد تمامی شاخص‌های مورد اندازه گیری تفاوت معنی داری بین ژنوتیپ‌های مختلف در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. ضریب شکست مشخصه و ویژگی هر نوع روغن بوده و میزان خلوص چربی را نشان داده و به ساختار روغن مربوط می‌باشد. ضریب شکست با افزایش عدد یدی افزایش یافته و با افزایش عدد اسیدی کاهش می‌یابد (۱). در مواردیکه ارتباط مستقیم بین عدد یدی و ضریب شکست نقض شده با توجه به عدد اسیدی و عدد پراکسید قابل توجه است. زیرا اکسید شدن روغن به

ژنوتیپ M112 بیشترین میزان اسید اولئیک (۲۱/۰۳٪) و کمترین میزان اسید لینولئیک (۶۵/۱۴٪) را دارا بوده و از این نظر مطلوب است و می‌تواند بیشتر مورد توجه قرار گیرد. پیش از این به وجود واریته‌هایی با میزان اسید اولئیک بالا مانند ژنوتیپ مونتولا ۲۰۰۱ در امریکا با ۴۰/۸ تا ۵۵/۲٪ اسید اولئیک اشاره شده که از این نظر تفاوت قابل ملاحظه ای با نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد (۸ و ۱۰). میزان اسید استئاریک در روغن ژنوتیپ‌ها در محدوده ۰/۰۳ تا ۱۴/۴۲٪ متغیر بود (جدول ۲). بیشترین میزان اسید استئاریک در روغن ژنوتیپ خارجی GE62916 بدست آمد (جدول ۲). البته باید توجه داشت که افزایش اسید استئاریک مطلوب نبوده و روغن‌های با میزان بالای اسید استئاریک قابلیت تجاری شدن ندارند (۱۷). کمترین میزان اسید استئاریک در ژنوتیپ داخلی A3 مشاهده گردید. در ژنوتیپ‌های خارجی نسبتاً افزایش در اسید استئاریک مشاهده شد در حالیکه در اغلب ژنوتیپ‌های داخلی اسید استئاریک درصد پائینی از کل میزان اسید چرب را به خود اختصاص داده است. میزان اسید پالمیتیک در روغن ژنوتیپ‌ها در بین ۴/۳۴ تا ۱۲/۵٪ متغیر بود. ژنوتیپ‌های داخلی A2 و K12 و ژنوتیپ خارجی GE34078 دارای اسید پالمیتیک بیشتری بودند (به ترتیب ۱۲/۲۳۵، ۱۲/۰۶۸ و ۱۲/۵۰۲ درصد) (جدول ۲). در هر سه ژنوتیپ میزان اسید استئاریک روغن کاهش یافته و اسید لوریک و میریستیک نیز در آنها تشخیص داده نشده است (جدول ۲). چنانچه به نژادی باعث افزایش در میزان اسید پالمیتیک روغن شود، این روغن از نظر کاربرد در تولید فرآورده‌هایی مانند مارگارین و شورتینگ از مطلوبیت بیشتری برخوردار می‌باشد چراکه میزان بالای اسید پالمیتیک در این فرآورده‌ها شکل گیری کریستال‌های β' را افزایش می‌دهد که در اینگونه محصولات بسیار دارای اهمیت است و از

ژنوتیپ می‌باشد.

وزن مخصوص عمدتاً فاکتوری است که برای شناسایی روغن یا چربی به کار می‌رود و تفاوت مشاهده شده در بین روغن ژنوتیپ‌های مختلف با توجه به پروفیل اسید چرب آنها قابل توجه است. محدوده وزن مخصوص در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون از ۰/۸۶۲ تا ۰/۹۲۶ متغیر بود. هر چه نسبت اسیدهای چرب بلند زنجیر و اشباع افزایش یابد وزن مخصوص نیز افزایش نشان می‌دهد (۵). بیشترین وزن مخصوص به روغن ژنوتیپ M۴۲۰ و پس از آن E۲۴۲۸ تعلق داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که در روغن ژنوتیپ M۴۲۰، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (اسید لوریک و میریستیک) وجود نداشته و در روغن ژنوتیپ‌های M۴۲۰ و E۲۴۲۸ اسید آراشیدیک، اسید چرب ۲۰ کربنه اشباع، شناسایی شده است.

در مراحل ابتدایی خود اکسید شدن تشکیل پراکسیدها آهسته بوده اما در مراحل بعدی تشکیل آنها به سرعت افزایش می‌یابد و در این مرحله تعیین عدد پراکسید نشانه خوبی از وضعیت اکسیداسیون روغن است. این شاخص تحت تأثیر نوع روغن و میزان غیر اشباعیت آن، مدت زمان نگهداری روغن و سالم و مناسب بودن ظروف بسته بندی قرار می‌گیرد (۱).

طور قابل توجهی ضریب شکست را افزایش می‌دهد و کاهش قابل توجه عدد اسیدی نیز باعث افزایش ضریب شکست خواهد شد (۱). میزان ضریب شکست در روغن ژنوتیپ‌ها در محدوده ۱/۴۶۳ تا ۱/۴۷۵ قرار داشت. در ارتباط با روغن‌های استخراجی از ژنوتیپ‌های اصلاحی، K۱۲، K۱۵ و M۴۲۰ بیشترین ضریب شکست (۱/۴۷۵۰) را نشان دادند (جدول ۴) که با توجه به عدد یدی روغن آنها (جدول ۲) قابل توجه است و نشان می‌دهد که تری آسیل گلیسرول آنها بلند زنجیره و دارای اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشند. کمترین ضریب شکست مشاهده شده مربوط به روغن استحصالی از ژنوتیپ‌های اصلاحی A۱ و C۱۲۸ بود (به ترتیب ۱/۴۶۳۰ و ۱/۴۶۳۳) و اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد و جدول ۴ نشان می‌دهد که از نظر عدد یدی و عدد اسیدی و عدد پراکسید نیز بین این دو تفاوت معنی داری وجود نداشته و بنابراین وجود ارتباط بین این فاکتورها و ضریب شکست به خوبی قابل توجه است. قبلاً ذکر گردید که از نظر مقدار روغن و پروتئین، ژنوتیپ E۲۴۲۸ بهترین ژنوتیپ مورد بررسی در این مطالعه می‌باشد که از عدد یدی (۱۸۶/۲۷۳) و ضریب شکست (۱/۴۷۳۴) بالایی نیز برخوردار است. نتایج مرتبط با پروفیل اسیدهای چرب نیز تعیین کننده میزان مطلوبیت روغن حاصل از این

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برخی از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی روغن ژنوتیپ‌های گلرنگ

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ضریب شکست	وزن مخصوص	عدد پراکسید	عدد تیوباربیتوریک اسید	عدد اسیدی صابونی
ژنوتیپ	۱۹	۰/۰۰۰۰۴۷۷۳**	۰/۰۰۱۱۰۷۱۶**	۰/۸۸۵۱۳۳۱**	۰/۰۰۰۰۲۶۶۷**	۹۳۵/۲۲**
خطا	۴۰	۰/۰۰۰۰۰۰۲۷	۰/۰۰۰۰۰۳۵۱۶	۰/۰۰۰۹۱۵۹۵۸	۰/۰۰۰۰۰۱۰۸	۵/۲۷

** گویای وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴. میانگین برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی روغن در زئوتیپ‌های مختلف گلرنگ

عدد پدی (gI ₂ /100gr)	عدد اسیدی (mg KOH/g oil)	عدد صابونی (mg KOH/gr)	عدد تیوپاریتوریک اسید	عدد پراکسید (meq/kg)	عدد مخصوص	وزن شکست	ضریب شکست	توده کوسه اصفهان
۱۸۲/۶ ^{bc}	۰/۲۳۰ ^{fg}	۱۶۲/۳ ^c	۰/۰۰۸۴ ^{ghi}	۵/۰۸ ^a	۰/۸۷۰ ^{ij}	۱/۴۶۵ ^g	۱/۴۶۵ ^g	C۱۲۱
۱۷۱/۵ ^{ef}	۰/۳۴۶ ^d	۱۷۷/۲ ^d	۰/۰۱۰۵ ^{def}	۳/۸۳ ^{de}	۰/۸۸۰ ^{hi}	۱/۴۷۲ ^{cd}	۱/۴۷۲ ^{cd}	C۱۲۸
۱۷۲/۰ ^{ef}	۰/۳۲۵ ^{de}	۱۲۴/۰ ^h	۰/۰۱۴۶ ^b	۳/۹۱ ^{de}	۰/۸۹۹ ^{efg}	۱/۴۶۳ ^h	۱/۴۶۳ ^h	A۱
۱۷۲/۲ ^{ef}	۰/۳۴۵ ^d	۱۶۲/۱ ^{ef}	۰/۰۰۶۸ ⁱ	۳/۹۴ ^d	۰/۸۷۶ ⁱ	۱/۴۶۳ ^h	۱/۴۶۳ ^h	A۲
۱۷۳/۹ ^{d e}	۰/۱۷۳ ^h	۱۷۸/۸ ^{cd}	۰/۰۱۲۹ ^{bc}	۳/۹۱ ^{de}	۰/۸۹۳ ^{gh}	۱/۴۶۸ ^f	۱/۴۶۸ ^f	A۳
۱۸۷/۳ ^{ab}	۰/۲۱۷ ^g	۱۸۸/۱ ^b	۰/۰۱۲۹ ^{bc}	۴/۵۶ ^b	۰/۸۹۹ ^{efg}	۱/۴۷۲ ^{cd}	۱/۴۷۲ ^{cd}	K۱۲
۱۸۰/۳ ^{bcd}	۰/۳۰۷ ^c	۱۷۴/۸ ^d	۰/۰۰۹۱ ^{efgh}	۳/۹۳ ^{de}	۰/۸۹۳ ^g	۱/۴۷۵ ^a	۱/۴۷۵ ^a	K۱۵
۱۸۹/۶ ^a	۰/۳۱۹ ^{de}	۱۸۲/۸ ^c	۰/۰۰۹۷ ^{efg}	۳/۷۱ ^{ef}	۰/۹۲۱ ^{abc}	۱/۴۷۵ ^a	۱/۴۷۵ ^a	K۲۱
۱۸۵/۳ ^{abc}	۰/۳۷۹ ^c	۱۵۷/۴ ^f	۰/۰۰۷۶ ^{ghi}	۳/۴۵ ^g	۰/۸۷۳ ^{ij}	۱/۴۷۳ ^{bc}	۱/۴۷۳ ^{bc}	S۱۲۲
۱۷۹/۷ ^{cd}	۰/۳۰۷ ^c	۱۴۶/۸ ^g	۰/۰۱۰۸ ^{cde}	۳/۱۳ ^h	۰/۹۰۵ ^{defg}	۱/۴۷۴ ^{ab}	۱/۴۷۴ ^{ab}	

** برای هر ویژگی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۱٪ نمی‌باشند.

ادامه جدول ۴. میانگین برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی روغن در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

ژنوتیپ	ضریب شکست	وزن مخصوص	عدد پراکسید (meq/kg)	عدد تیوباربتوریک اسید	عدد صابونی (mg KOH/gr)	عدد اسیدی (mg KOH/g oil)	عدد یدی (gr/100gr)
S۴۱۱	۱/۴۷۰ ^e	۰/۸۹۴ ^g	۳/۶۱ ^{fg}	۰/۰۰۹ ^{efghi}	۱۹۳/۱ ^{ab}	۰/۲۳۴ ^{fg}	۱۸۳/۷ ^{abc}
S۳۱۱۰	۱/۴۶۵ ^g	۰/۸۷۱ ^{ij}	۳/۴۷ ^g	۰/۰۱۲۱ ^{cd}	۱۹۳/۸ ^a	۰/۳۱۹ ^g	۱۸۳/۸ ^{abc}
M۱۱۲	۱/۴۷۳ ^{bc}	۰/۸۷۸ ⁱ	۲/۹۳ ^h	۰/۰۰۷۲ ^{hi}	۱۷۵/۶ ^d	۰/۱۲۵ ⁱ	۱۷۹/۵ ^{cd}
M۴۲۰	۱/۴۷۵ ^a	۰/۹۲۶ ^a	۴/۳ ^c	۰/۰۰۸۸ ^{efghi}	۱۶۱/۸ ^{ef}	۰/۲۰۴ ^{efgh}	۱۸۷/۰ ^{ab}
H۲۷	۱/۴۷۰ ^c	۰/۹۱۳ ^{bcd}	۴/۴۳ ^b	۰/۰۰۸۱ ^{ghi}	۱۹۲/۰ ^{ab}	۰/۱۸۲ ^h	۱۸۳/۹ ^{abc}
E۲۴۲۸	۱/۴۷۳ ^b	۰/۹۲۳ ^{ab}	۳/۹۹ ^{cd}	۰/۰۰۹۱ ^{efgh}	۱۸۲/۸ ^c	۰/۴۲۲ ^b	۱۸۶/۳ ^{abc}
ژاک-۱۱۱۶	۱/۴۷۳ ^{bc}	۰/۹۰۸ ^{cdef}	۴/۰۰ ^{cd}	۰/۰۰۷۳ ^{hi}	۱۶۳/۰ ^c	۰/۵۵۹ ^a	۱۸۴/۵ ^{abc}
GE۶۲۹۱۶	۱/۴۷۳ ^b	۰/۹۱۰ ^{bcdle}	۳/۰۳ ^h	۰/۰۱۹۰ ^a	۱۶۳/۵ ^c	۰/۲۵۹ ^f	۱۶۴/۳ ^g
GE۳۴۰۷۸	۱/۴۷۱ ^{de}	۰/۸۶۲ ^j	۳/۴۷ ^g	۰/۰۱۰۹ ^{cde}	۱۹۱/۱ ^{ab}	۰/۴۴۵ ^b	۱۸۵/۸ ^{abc}
Saffire	۱/۴۶۵ ^g	۰/۹۰۳ ^{defg}	۳/۰۸ ^h	۰/۰۱۲۴ ^{cde}	۱۶۴/۸ ^c	۰/۳۱۶ ^{de}	۱۶۶/۰ ^{fg}
LSD(%۱)	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	۰/۲۱	۰/۰۰۲۳	۵/۰	۰/۰۳۳	۷/۰

** برای هر ویژگی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ نمی‌باشند.

ارتباط با ژنوتیپ‌های مختلف یکسان بوده بنابراین افزایش عدد پراکسید می‌تواند تحت تأثیر نوع اسیدهای چرب و

از آنجاییکه شرایط نگهداری دانه‌ها قبل از استخراج، شرایط استخراج روغن و نیز نحوه نگهداری روغن در

در مراحل پایانی اکسیداسیون عدد پراکسید کاهش یافته و عدد تیوباریتوریک اسید (TBA) شروع به افزایش می‌نماید و ماده احتمالی مسؤول واکنش در این تست، مالون دی آلدهید است. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهند که این اندیس مراحل اولیه فساد را تعیین نمی‌کند، لیکن هنگامی که روغن اکسید شد تغییرات پایداری در این اندیس ایجاد می‌شود که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۱). در ارتباط با ژنوتیپ‌های مورد آزمون در تمامی موارد اندیس TBA بسیار ناچیز بود و می‌توان عنوان کرد که همه روغن‌ها در مراحل اولیه فساد بوده و میزان پایداری آنها با توجه به عدد پراکسید قابل تشخیص است و عدد تیوباریتوریک اسید در این زمینه چندان مؤثر نیست.

عدد صابونی شاخصی از وزن مولکولی نسبی تری گلیسریدهای تشکیل دهنده روغن می‌باشد. هر چه اسیدهای چرب موجود در روغن دارای وزن مولکولی کمتری باشند (اسیدهای چرب کوتاه) تعداد مولکول‌های گلیسرید در هر گرم چربی بیشتر خواهد شد. چون هر مولکول گلیسرید برای صابونی شدن به سه مولکول هیدروکسید پتاسیم نیاز دارد بنابراین گلیسریدهایی که وزن مولکولی کمتری دارند دارای عدد صابونی بزرگتری هستند بنابراین عدد صابونی با وزن مولکولی متوسط گلیسریدهای روغن، نسبت معکوس دارد (۵). از نظر استاندارد محدوده عدد صابونی برای روغن گلرنگ بین ۱۸۶ تا ۱۹۸ می‌باشد (۴). عدد صابونی روغن ژنوتیپ‌ها در این مطالعه در محدوده ۱۲۴/۰۱ تا ۱۹۳/۸۱ قرار داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد روغن برخی از ژنوتیپ‌ها از این لحاظ در محدوده تعریف شده قرار نداشته که با توجه به پروفیل اسید چرب آنها قابل توجه بود. به این ترتیب در مواردیکه اسید چرب لوریک و میریستیک در روغن تشخیص داده شده و نیز در مواردیکه میزان پالمیتیک اسید افزایش یافته، عدد صابونی نیز مقدار بیشتری را نشان داده

پروفیل تری گلیسریدی و در عین حال سطح اسیدهای فنولیک استری شده در دانه باشد، زیرا حضور این اسیدها در جلوگیری از تجزیه اکسیداتیو بسیار مؤثر است. از طرفی معمولاً روغن‌هایی که عدد یدی بالاتری دارند عدد پراکسید بزرگتری را نشان می‌دهند (۱۲).

در ارتباط با روغن گلرنگ محدوده تعیین شده برای عدد پراکسید کمتر از (mEq/kg) ۱۰ می‌باشد (۴). نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌ها از این لحاظ در محدوده تعیین شده قرار دارند، زیرا که عدد پراکسید روغن ژنوتیپ‌ها در محدوده ۲/۹۲ تا ۵/۰۸ متغیر بود. از بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بیشترین عدد پراکسید به وارپته مورد کشت در اصفهان یعنی کوسه اختصاص داشت که این میزان با توجه به عدد یدی بالای اندازه گیری شده برای آن قابل توجه است. روغن توده کوسه اصفهان دارای ۶/۲۳٪ اسید لینولنیک بود (جدول ۲) که به نظر می‌رسد بطور قابل توجهی باعث افزایش در عدد پراکسید روغن آن شده است. کمترین میزان عدد پراکسید به روغن ژنوتیپ M۱۱۲ تعلق داشت (جدول ۴) که این کاهش می‌تواند ناشی از افزایش قابل توجه در میزان اسید اولئیک (۲۱/۰۳٪) و کاهش اسید لینولنیک (۶۵/۱۴٪) در روغن حاصل از این ژنوتیپ باشد. از لحاظ عدد پراکسید در بین سایر ژنوتیپ‌ها اختلافها چندان قابل توجه نبودند (جدول ۴). در روغن ژنوتیپ‌هایی که عدد یدی در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها بالاتر بوده ولی عدد پراکسید افزایش چندانی نشان نداده است (مانند ژنوتیپ‌های H۲۷ و E۲۴۲۸)، چنانچه با توجه به پروفیل اسید چرب قابل توجه نباشد، می‌تواند به وجود میزان بالاتری از ترکیبات فنولیک به عنوان آنتی اکسیدان در نمونه، ربط داده شود. زیرا تحقیقات نشان داده است که در اغلب موارد افزایش غیر اشباعیت با افزایش میزان ترکیبات فنولیک در روغن گلرنگ همراه است (۱۲ و ۱۳).

آن متعلق به ژنوتیپ‌های A۲ و H۲۷ (به ترتیب ۰/۱۷۲۶ و ۰/۱۸۲۶) بود. بین سایر ژنوتیپ‌های داخلی و سه ژنوتیپ خارجی تفاوت مشاهده شده چندان قابل توجه نبود. عدد یدی شاخصی از تعداد پیوندهای دو گانه می‌باشد. معمولاً در دمای معمولی، روغن‌های حاوی اسیدهای چرب اشباع نشده به صورت مایع است. بنابراین عدد یدی با نقطه ذوب یا نرمی و سختی روغن ارتباط دارد. همچنین بین فساد چربی در اثر اکسیداسیون و عدد یدی رابطه‌ای وجود دارد به این صورت که روغن‌هایی که دارای تعداد بیشتری پیوند دوگانه یا چند گانه هستند در شرایط یکسان سریعتر اکسید شده و نسبت به فساد اکسیژنی حساس‌تر هستند (۵). میزان عدد یدی در روغن ژنوتیپ‌ها بین ۱۶۴/۳۹ تا ۱۸۹/۶۹ متغیر بود (جدول ۴). در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون، K۱۵ بیشترین عدد یدی را نشان داد که با توجه به پروفیل اسید چرب آن (جدول ۲) این نتیجه قابل انتظار بود. در این مطالعه کمترین عدد یدی به ژنوتیپ خارجی GE۶۲۹۱۶ تعلق داشت که دارای ۶۹/۷۷ درصد اسید لینولئیک و ۷/۹۳ درصد اسید اولئیک در روغن است (جدول ۲). در ارتباط با خصوصیات فیزیکیوشیمیایی روغن مطالعات محدودی بر روغن دانه گلرنگ صورت گرفته و اغلب مطالعات انجام شده نیز مربوط به اثر میزان رسیدگی بر این خصوصیات و متعلق به واریته‌های خارجی بوده است (۱۷، ۱۳، ۹). بطور کلی نشان داده شده است که خصوصیات فیزیکیوشیمیایی (به استثناء عدد یدی) در اغلب ژنوتیپ‌های گلرنگ مشابه بوده و میزان رسیدگی تأثیر قابل توجهی در این زمینه نداشته است. در مواردی عدد یدی اختلاف معنی‌داری را در مراحل مختلف رشد نشان داده است که با توجه به متفاوت بودن پروفیل اسید چرب مورد انتظار بوده است (۱۵، ۱۲، ۹). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که فعالیت‌های به نژادی بر خصوصیات مختلف دانه و روغن مؤثر بوده و لازم است

است. روغن ژنوتیپ S۳۱۱۰ و پس از آن روغن ژنوتیپ‌های S۴۱۱، H۲۷ و GE۳۴۰۷۸ (به ترتیب ۱۹۳/۸۱، ۱۹۳/۱۰، ۱۹۲/۰۸ و ۱۹۱/۱۶) میزان عدد صابونی بیشتری را دارا بودند. کمترین میزان عدد صابونی به روغن ژنوتیپ C۱۲۸ اختصاص داشت (۱۲۴/۰۱). در برخی موارد مانند واریته کوسه اصفهان که با وجود داشتن اسیدهای چرب کوتاه زنجیر لوریک و میریستیک اسید، عدد صابونی پایینی داشته (۱۶۲/۷۰) و نیز در مورد ژنوتیپ C۱۲۸ که کاهش شدیدی را در میزان عدد صابونی نشان می‌دهد (در مقایسه با ژنوتیپ‌هایی که از نظر پروفیل اسید چرب تفاوت معنی‌داری با این ژنوتیپ نشان نداده‌اند)، احتمالاً کاهش غیر منطقی در عدد صابونی می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات غیر قابل صابونی زیاد در روغن باشد (۱). در ارتباط با اصلاح گلرنگ، محدود شدن پروفیل اسید چرب به انواع اسید پالمیتیک (۱۶ کربنه) و اسید استئاریک، اولئیک و لینولئیک که ۱۸ کربنه می‌باشند، مد نظر است و در این بین نیز کاهش میزان اسیدهای چرب اشباع و افزایش غیر اشباعیت (به ویژه غیر اشباعیت ناشی از اولئیک اسید) مطلوبیت بیشتری داشته و بنابراین می‌توان عنوان کرد که هرچه میزان عدد صابونی کمتر باشد، مطلوبتر است.

عدد اسیدی نشان دهنده کیفیت روغن می‌باشد. این شاخص فاکتوری از مقدار اسید چرب آزاد شده در نتیجه هیدرولیز بوده و بنابراین مقدار آن تابعی از خلوص، تازگی، درجه هیدرولیز و درجه اکسیداسیون چربی‌ها است (۵). عدد اسیدی روغن در ژنوتیپ‌ها در محدوده ۰/۱۲۵۳ تا ۰/۵۵۹۳ اندازه‌گیری شده است که میزان پائین این فاکتور می‌تواند نشان دهنده مقاومت دانه‌ها به فساد ناشی از حشرات و فساد قارچی در طول دوره رشد باشد (۱۵). در بین ژنوتیپ‌ها، بیشترین عدد اسیدی مربوط به ازاک ۱۱-۲۸ (۰/۵۵۹۳) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ M۱۱۲ (۰/۱۲۵۳) و پس از

نتیجه گیری کلی

روغن دانه گلرنگ با توجه به مزایای برشمرده در این تحقیق اهمیت بالایی داشته و می‌توان با انجام برنامه‌های اصلاحی و بهبود ویژگی‌های کیفی این محصول، کاربرد آن را در صنعت افزایش داده و وابستگی صنعت داخل را به واردات روغن به حداقل کاهش داد. لازم به ذکر است که انجام تحقیقات وسیع‌تری در این زمینه به منظور جهت دهی به برنامه‌های اصلاحی ضروری به نظر می‌رسد.

بطور جدی مورد توجه قرار گیرند. از جمله ژنوتیپ‌های دارای اهمیت دو ژنوتیپ داخلی M112 و M420 می‌باشند که از نظر پروفیل اسید چرب و نیز پایداری روغن، کیفیت مطلوبی را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها و بویژه واریته مورد کشت در اصفهان دارا می‌باشند و کاربرد آنها در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند زمینه سازی تولید ارقامی باشد که علاوه بر افزایش عملکرد و مقاومت به آفات از نظر کیفیت روغن حاصل نیز مورد توجه قرار گیرند.

منابع

- ۱- جلالی ح. ۱۳۸۷. روغن‌ها و چربیها از دیدگاه شیمیایی، انتشارات عمیدی.
- ۲- فروزان ک. ۱۳۷۸. گلرنگ، انتشارات شرکت دانه‌های روغنی، ۱۵۱ صفحه.
- ۳- لکزیان ا. ۱۳۶۷. بررسی خصوصیات کانی‌های رسی خاک‌های خمینی شهر در لورک نجف آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۴- مالک ف. ۱۳۷۹. چربیها و روغن‌های نباتی خوراکی، ویژگیها و فرآوری (ترجمه)، انتشارات فرهنگ و قلم، ۴۶۴ صفحه.
- ۵- واکس و. ۱۳۵۵. آزمایش روغن، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۳ صفحه.
- 6- Berger, K. G., and N. A. Idris. 2005. Formulation of zero-trans acid shortenings and margarines and other food fats with products of the oil palm. *Journal of American Oil Chemist,s Society*, 82: 775–782.
- 7- Bergman, J. W. 1996. Safflower Oil. European Patent. *PN*. EP0469144.
- 8- Bergman, J. W., N. R. Riveland., C. R. Flynn., G. R. Carlson., D. M. Wichman and K. D. Kephart. 2006. Registration of ‘montola 2004’ safflower. *Crop science*, 46: 1818.
- 9- Eugene, N.O. and N.A. Gloria. 2002. Chemical composition of selected Nigerian oil seeds and physicochemical properties of the oil extracts. *Food Chemistry*, 77:431-437.
- 10- Fuller, G., G. O. Kohler and T. H. Applewhite. 1996. High oleic acid safflower oil: a new stable edible oil. Western Utilization Research and Development Division ARS, USDA Albany, California. PP. 477-478
- 11- Gecgel, U., M. Demirci and E. Esendal. 2007. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Journal of American Oil Chemist,s Society*, 84: 47-54.
- 12- Isigigur, A., F. Karaosmanoglu and H. A. Aksoy. 1995. Characteristics of Safflower Seed Oils of Turkish Origin. *Journal of American Oil Chemist,s Society*, 72: 1223-1225.
- 13- Knowles, P. F. 1969. Modification of Quantity and Oil Quality Through Plant Breeding of Safflower. *Journal of American Oil Chemist,s Society*, 46: 130-132.
- 14- Ortega, J., A. Lopez-Hernandez, H. S. Garcia and C. G. Hill Jr. 2004. Lipase-mediated acidolysis of fully hydrogenated soybean oil with conjugated linoleic acid. *Journal of Food Science*, 69: 1-6.
- 15- Rahamatalla, A. B., E.E. Babiker, A.G. Krishna and A.H. El Tinay. 2001. Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four

- safflower cultivars. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56: 385–395.
- 16- Valenzuela, S. M., G. Chanda Musa., L. Coronado and V. M. Rivera-Rojas. 2007. Evaluation of Safflower Genotypes in Northwest Mexico. In: J. Janick, A. Whipkey (Eds), ASHS Press, Alexandria, VA. PP. 193-195.
- 17- Weisker, A.C., D.W. Robinson and M.L. Kimball. 1999. Safflower products with very high levels of unsaturated fatty acids. US Patent. *PN*. 5912416.