٤٦٤٩٣

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

علوم و صنایع غذایی

بررسی و مقایسه خواص فیزیکی، ساختار شیمیایی و پایداری اکسایشی روغن ارقام رایج کانولا در ایران

سمانه پژوهان مهر

استاد راهنما

دکتر رضا فرهوش

استاد مشاور

دکتر هاشم پورآذرنگ

۱۳۸۷/۸/۱۵

شهریور ۱۳۸۷

۴۶۲۹۳

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بررسی و مقایسه خواص فیزیکی، ساختار شیمیایی و پایداری اکسایشی روغن ارقام رایج کانولا در ایران

اینجانب سمانه پژوهان مهر دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر رضا فرهوش متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

سمانه پژوهان مهر ۸۷/۶/۶

مالکیت نتایج و حق نشر

- ☐ **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.**
- ☐ **استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.**

چکیده

در این مطالعه ساختار فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی روغن چهار گونه رایج کانولا (اوکاپی، زرفام، طلایه و هایولا) در اقلیم های متفاوت ایران مقایسه شد. مقایسه ساختار اسید چربی روغنهای مورد مطالعه نشان داد نسبت USFA به SFA به ترتیب از ۱۱/۳۱ تا ۱۲/۸۳ در ارقام طلایه مشهد و زرفام تهران متغیر بود. شاخص اکسایش پذیری روغنهای کانولای مورد مطالعه نیز به ترتیب از ۴/۵۲ تا ۳/۹۳ در ارقام طلایه مشهد و اوکاپی بدست آمد. عدد یدی روغنهای مورد مطالعه بین ۱۰۴/۱۶ تا ۱۰۹/۶۲ به ترتیب در روغنهای اوکاپی و طلایه مشهد مشاهده شد. بین عدد صابونی روغنهای مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود نداشت. مواد صابونی نشونده و ترکیبات استرولی روغنهای کانولا به ترتیب بین ۳/۴۲ تا ۸/۵۶ و ۱/۱۱ تا ۲/۱۰ درصد متغیر بود. مقدار موم در این هفت روغن بین ۵/۵۸ تا ۱۰/۸۳ درصد بود. مقدار ترکیبات توکوفرولی (بر حسب آلفا-توکوفرول) و پلی‌فنلی (بر حسب اسید گالیک) در این هفت روغن به ترتیب از ۵۵۵/۹۷ تا ۷۹۳/۳۵ و از ۲۳/۸۱ تا ۱۲۴/۹۲ میلی گرم بر کیلوگرم روغن بدست آمد. ضریب شکست و دانسیته این هفت روغن در دامنه معمول روغنهای کانولا بود ولی ویسکوزیته آنها بسیار بیشتر از ویسکوزیته روغنهای کانولای رایج بود. عدد پراکسید اولیه هفت روغن مورد مطالعه از ۰/۳۲ تا ۳/۳۱ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم متغیر بود که تفاوت در این کمیت نشان دهنده شرایط متفاوت نگهداری بود. عدد اسیدی و ترکیبات قطبی روغنهای مورد مطالعه به ترتیب از ۰/۳۶ تا ۱/۸۸ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن و ۲/۱۸ تا ۱۲/۹۸ درصد بدست آمد. بر اساس بررسی روند تغییرات عدد کربونیل، عدد دی ان مزدوج و رنسیمت، ارقام زرفام تهران و طلایه مشهد به ترتیب پایدارترین و ناپایدارترین روغن در بین ارقام مورد مطالعه شناخته شدند.

کلید واژه‌ها: پایداری اکسایشی، روغن کانولا، ساختار فیزیکوشیمیایی، فرآیند حرارتی، واریته.

تقدیر و تشکر

سپاس و ستایش بی قیاس خدای را سزاست که جان آدمیان را اندیشه کردن و تفکر بیاموخت تا به سر انگشت معرفت، اسرار هستی را یک به یک پرده بردارد و با روشنایی دانش از تاریکنای جهل و نادانی خلاصی یابند. همو که در تمام زندگی از شجره رحمت و محبتش برخورده ام و از کان کبریایی و کرمش بهرها برده ام. رحمت و سعه اش فرصتی مغتنم داد تا به اقتضای توان و وسع خود از محضر اساتید گرانقدر بهره جویم و ره توشه ای از بار علمی آنان برگیرم. در این میان جناب آقای دکتر رضا فرهوش در مقام استاد راهنما به مثابه معلمی دلسوز در این مقطع تحصیلی و در تمامی مراحل انجام پایان نامه یاریم رساندند و از ارشادات و راهنماییهای ارزنده شان همیشه برخوردار بوده ام، از این همه محبت، دلسوزی و تشویق سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر هاشم پورآذرنگ بخاطر مشاوره بی دریغ و پیشنهادات ارزنده شان صمیمانه تشکر می کنم.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

فصل اول- مقدمه

مقدمه ۱

فصل دوم- بررسی منابع

۱-۱- روغن کانولا و تاریخچه آن ۳

۱-۲- گونه ها و ارقام کلزا ۴

۱-۳- انتخاب ارقام ۵

۱-۳-۱- ارقام رایج کانولا در ایران ۶

۱-۳-۱-۱- رقم اوکاپی ۶

۱-۳-۱-۲- رقم طلایه (کبری) ۶

۱-۳-۱-۳- رقم زرفام ۶

۱-۳-۱-۴- هیبرید هایولا ۴۰۱ ..... ۷

۱-۴- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی روغن کانولا و کلزا ۷

۱-۴-۱- ویژگیهای فیزیکی روغن کانولا ۷

۱-۴-۱-۱- دانسیته نسبی ۷

۱-۴-۱-۲- ویسکوزیته ۸

۱-۴-۱-۳- نقطه دود و اشتعال ۹

۱-۴-۱-۴- آزمون سرما ۹

۱-۴-۱-۵- اندیس کریسمر ۱۰

۱-۴-۱-۶- ضریب شکست ۱۰

۱-۴-۲- ترکیب اسیدهای چرب و ویژگیهای شیمیایی روغن کانولا ۱۱

۱-۴-۲-۱- ترکیب اسیدهای چرب روغن کانولا ۱۱

۱-۴-۲-۲- اندیس یدی ۱۲
۱-۴-۲-۳- عدد صابونی ۱۳
۱-۴-۲-۴- ترکیبات مومی ۱۳
۱-۴-۲-۵- لیپیدهای قطبی ۱۳
۱-۴-۲-۶- عدد اسیدی ۱۴
۱-۴-۲-۷- ترکیبات صابونی نشونده ۱۴
الف- توکوفرولها ۱۴
ب- استرولها ۱۵
ج- رنگدانه ها ۱۶
۱-۴-۲-۸- عناصر نادر ۱۸
۱-۵- استاندارد داخلی روغن کانولای تولید شده در ایران ۱۸
۱-۶- ارزیابی پایداری اکسایشی ۱۸
۱-۶-۱- بررسی پایداری اکسایشی به کمک پارامترهای تسریع کننده ۲۰
۱-۶-۲- تأثیر دما ۲۰
۱-۶-۳- آزمونهای استاندارد تعیین پایداری تحت شرایط تسریع شده ۲۱
۱-۶-۳-۱- نگهداری در شرایط معمولی ۲۱
۱-۶-۳-۲- نگهداری در شرایط تسریع شده ۲۱
الف- روش افزایش وزن ۲۱
ب- آزمون شال آون ۲۱
ج- روش اکسیژن فعال و آزمون رنسیمت ۲۲
۱-۶-۴- روشهای جانبی اندازه گیری پایداری اکسایشی ۲۲
۱-۶-۴-۱- روشهای ارزیابی حسی ۲۳
۱-۶-۴-۲- روش تجزیه گاز ۲۴
۱-۶-۴-۳- تجزیه ترکیبات فرار با کروماتوگرافی گازی ۲۴

۱-۶-۴-۴- هیدروپراکسیدها ۲۴
۱-۶-۴-۵- ترکیبات کربونیل ۲۵
۱-۶-۴-۶- هیدروپراکسیدهای دی ان مزدوج ۲۶
۱-۶-۴-۷- آزمون آنیزیدین ۲۶
۱-۶-۴-۸- آزمون توتوکس ۲۷
۱-۶-۴-۹- روش اسید تیوباربیتوریک ۲۷
۱-۶-۴-۱۰- اندازه گیری کاروتن رنگبری شده ۲۷

فصل سوم- مواد و روشها

۳-۱- مواد اولیه ۲۹
۳-۲- عملیات استخراج ۲۹
۳-۳- فرایند حرارتی ۳۰
۳-۴- تجزیه اسیدهای چرب ۳۰
۳-۵- محاسبه شاخص اکسایش‌پذیری ۳۰
۳-۶- اندازه‌گیری عدد یدی ۳۱
۳-۷- اندازه‌گیری عدد صابونی ۳۱
۳-۷-۱- طرز تهیه پتاس الکلی ۳۱
۳-۸- اندازه‌گیری مواد صابونی‌نشونده ۳۱
۳-۹- اندازه‌گیری ترکیبات استرولی ۳۲
۳-۹-۱- ترسیم منحنی کالیبراسیون ۳۲
۳-۹-۲- تهیه محلول کلسترول استاندارد ۳۳
۳-۹-۳- تهیه معرف لیبرمن- بورچارد ۳۳
۳-۹-۴- محاسبه ترکیبات استرولی در نمونه ۳۴
۳-۱۰- اندازه‌گیری ترکیبات توکوفرولی ۳۴
۳-۱۰-۱- ترسیم منحنی کالیبراسیون ۳۴

۳-۱۰-۲- اندازه‌گیری ترکیبات توکوفرولی نمونه ۳۵
۳-۱۱- اندازه‌گیری ترکیبات فنلی ۳۵
۳-۱۱-۱- ترسیم منحنی کالیبراسیون ۳۵
۳-۱۱-۲- اندازه‌گیری ترکیبات فنلی نمونه ۳۶
۳-۱۲- اندازه‌گیری موم ۳۷
۳-۱۳- اندازه‌گیری دانسیته ۳۸
۳-۱۴- اندازه‌گیری ویسکوزیته دینامیکی ۳۸
۳-۱۵- اندازه‌گیری ضریب شکست ۳۸
۳-۱۶- اندازه‌گیری عدد پراکسید ۳۸
۳-۱۶-۱- ترسیم منحنی کالیبراسیون ۳۸
۳-۱۶-۲- تهیه محلول استاندارد آهن III ۳۹
۳-۱۶-۳- تهیه محلول تیوسیونات آمونیوم ۴۰
۳-۱۶-۴- تهیه محلول آهن II ۴۰
۳-۱۶-۵- اندازه‌گیری عدد پراکسید نمونه روغن ۴۰
۳-۱۷- عدد اسیدی ۴۰
۳-۱۸- اندازه‌گیری ترکیبات قطبی کل ۴۱
۳-۱۸-۱- آماده سازی سیلیکاژل ۴۱
۳-۱۸-۲- اندازه‌گیری ترکیبات قطبی کل ۴۱
۳-۱۸-۲-۱- پر کردن ستون کروماتوگرافی ۴۱
۳-۱۸-۲-۲- تهیه و آماده سازی نمونه و حلال جداسازی ۴۱
۳-۱۸-۲-۳- عملیات کروماتوگرافی و محاسبه درصد ترکیبات قطبی کل ۴۲
۳-۱۹- اندازه‌گیری عدد دی‌ان مزدوج ۴۲
۳-۲۰- اندازه‌گیری عدد کربونیل ۴۲
۳-۲۰-۱- خالص سازی حلال ۴۲

۳-۲۰-۲- محاسبه میزان ترکیبات کربونیل کل تحت عنوان عدد کربونیل ۴۳
۳-۲۱- آزمون رنسیمت ۴۳
۳-۲۲- تجزیه و تحلیل آماری ۴۴

فصل چهارم- بحث و نتایج

۴-۱- ساختار اسید چربی روغنهای کانولای مورد مطالعه ۴۵
۴-۲- ویژگیهای شیمیایی روغنهای کانولای مورد مطالعه ۴۷
۴-۲-۱- عدد صابونی ۴۷
۴-۲-۲- اندیس یدی ۴۸
۴-۲-۳- مواد غیر قابل صابونی ۵۱
۴-۲-۴- ترکیبات استرولی ۵۱
۴-۲-۵- ترکیبات توکوفرولی ۵۲
۴-۲-۶- ترکیبات فنلی ۵۳
۴-۲-۷- ترکیبات مومی ۵۳
۴-۳- ویژگیهای فیزیکی روغنهای کانولای مورد مطالعه ۵۴
۴-۳-۱- دانسیته ۵۴
۴-۳-۲- ویسکوزیته دینامیکی ۵۴
۴-۳-۳- ضریب شکست ۵۵
۴-۴- بررسی پایداری اکسایشی ۵۵
۴-۴-۱- عدد پراکسید ۵۵
۴-۴-۲- عدد اسیدی ۵۷
۴-۴-۳- ترکیبات قطبی کل ۵۷
۴-۴-۴- آزمون رنسیمت ۵۸
۴-۴-۴-۱- روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی ۵۸
۴-۴-۴-۲- بررسی و مقایسه شیب تغییرات شاخص پایداری اکسایشی طی حرارت دهی ۵۹

۴-۴-۵- عدد کربونیل ۶۰
۴-۴-۵-۱- روند تغییرات عدد کربونیل ۶۰
۴-۴-۵-۲- بررسی و مقایسه شیب تغییرات عدد کربونیل طی حرارت دهی ۶۱
۴-۴-۶- عدد دی ان مزدوج ۶۳
۴-۴-۶-۱- روند تغییرات عدد دی ان مزدوج ۶۳
۴-۴-۶-۲- بررسی و مقایسه شیب تغییرات عدد دی ان مزدوج طی حرارت دهی ۶۴
۴-۵- رتبه بندی نهایی ارقام مورد مطالعهٔ روغن کانولا ۶۵

فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات

نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۷

فصل ششم- منابع

منابع ۶۹

فهرست اشکال

عنوان ..... صفحه

شکل۳-۱- منحنی کالیبراسیون میزان کلسترول در برابر جذب خوانده شده در طول موج ۶۴۰ نانومتر ۳۳

شکل ۳-۲- منحنی کالیبراسیون میزان آلفا- توکوفرول در برابر جذب خوانده شده در طول موج ۵۲۰ نانومتر ۳۵

شکل ۳-۳- منحنی کالیبراسیون غلظت ترکیبات پلی فنلی در برابر جذب خوانده شده در طول موج ۷۶۵ نانومتر ۳۶

شکل۳-۴- منحنی کالیبراسیون غلظت آهن III در برابر جذب خوانده شده در ۵۰۰ نانومتر ۳۹

شکل ۳-۵- دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳ ..... ۴۴

شکل۴-۱- روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی طی حرارت دهی ۶۰

شکل ۴-۲- روند تغییرات عدد کربونیل طی حرارت دهی ۶۳

شکل ۴-۳- روند تغییرات عدد دی ان مزدوج طی حرارت دهی ۶۵

فهرست جداول

عنوان ..... **صفحه**

جدول ۱-۱- ویژگیهای فیزیکی روغن کانولا و کلزا ۸

جدول ۱-۲- ترکیب اسیدهای چرب اصلی روغنهای کانولا و کلزا ۱۲

جدول ۱-۳- ویژگیهای شیمیایی روغن کانولا و کلزا ۱۴

جدول ۱-۴- توکوفرولهای موجود در روغنهای کانولا و کلزا ۱۵

جدول ۱-۵- استرولهای اصلی روغنهای کلزا و کانولا ۱۶

جدول ۱-۶- داده های تجزیه شیمیایی روغن کانولای خام و روغن کانولای تصفیه، رنگبری و بوگیری شده ۱۷

جدول ۱-۷- ویژگیهای روغن کلزا ۱۸

جدول ۱-۸- روشهای اندازه گیری پایداری اکسایشی ۲۳

جدول ۴-۱- ساختار اسید چربی (درصد) روغنهای کانولای مورد مطالعه ۴۹

جدول ۴-۲- ویژگیهای شیمیایی روغنهای کانولای مورد مطالعه ۵۰

جدول ۴-۳- ویژگیهای فیزیکی روغنهای کانولای مورد مطالعه ۵۰

جدول ۴-۴- روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی طی فرآیند حرارت دهی ۵۹

جدول ۴-۵- پارامترهای معادله خطی تغییرات شاخص پایداری اکسایشی در مقابل زمان ۶۰

جدول ۴-۶- روند تغییرات عدد کربونیل روغنهای کانولای مورد آزمایش طی فرآیند حرارت دهی ۶۲

جدول ۴-۷- پارامترهای معادله خطی تغییرات عدد کربونیل در مقابل زمان ۶۲

جدول ۴-۸- روند تغییرات عدد دی ان مزدوج روغنهای کانولای مورد آزمایش طی فرآیند حرارت دهی ۶۴

جدول ۴-۹- پارامترهای معادله خطی تغییرات عدد دی ان مزدوج در مقابل زمان ۶۵

فصل اول:

مقدمه

کانولا یا کلزای اصلاح شده از ارقام براسیکا ناپوس و براسیکا راپا تولید می شود که میزان گلوکزینولات کنجاله و اسید اروسیک روغن موجود در آنها به ترتیب کمتر از ۳۰ میکرومول و کمتر از ۲ درصد در هر گرم روغن می باشد. کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می رود. روغن کانولا در مقایسه با روغنهای آفتابگردان، ذرت و سویا به دلیل حضور اسیدهای چرب اشباع نشده و فاقد کلسترول از کیفیت تغذیه ای بالایی برخوردار است. میزان اسیدهای چرب اشباع موجود در روغن کانولا بسیار پایین (۷ درصد)، در حالیکه میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع آن (بخصوص اسید چرب امگا ۳ آلفا لینولنیک) بالاست (۱۱ درصد). روغن کانولا به دلیل دارا بودن ۶۱ درصد اسید اولئیک به عنوان منبعی غنی از اسیدهای چرب تک غیراشباع مطرح می گردد و از این نظر بعد از روغن زیتون در مقام دوم قرار دارد. میزان توکوفرول آن بیش از روغن سویا و زیتون است که از این رو اثر آنتی اکسیدانی بیشتری را می توان به آن نسبت داد. بالا بودن نقطه دود، روغن کانولا را به عنوان منبع خوبی از روغنهای سرخ کردنی مطرح می سازد. به علاوه، تحقیقات نشان داده است برخلاف برخی از روغنها، استفاده از روغن کانولا به عنوان منبع سرخ کردنی هیچ گونه اثر سوئی در رنگ، تردی و طعم محصولات سرخ شده نخواهد داشت.

در بین ویژگیهای کیفی روغنها و چربیهای خوراکی، پایداری اکسایشی از اهمیت ویژه ای برخوردار است، چرا که طی فرآیندهای حرارتی از دماهای حداقل ۱۷۰ درجه سانتیگراد استفاده می شود که در صورت پایدار نبودن روغن در این دماها محصولات اولیه و ثانویه اکسایشی نظیر آلدئیدهای زنجیر کوتاه، هیدروپراکسیدها و مشتقات کتونی تولید می گردند. این ترکیبات موجب تولید طعم و بوی نامطلوب در روغن می شوند؛ علاوه بر این که به آسانی جذب خون انسان شده، آثار نامطلوبی از قبیل اختلال در عملکرد سلولهای اندوتلیال شریانی و تسریع در بروز

تصلب شرایین از خود بر جای می گذارند. از آنجایی که پایداری اکسایشی روغن کانولا نیز همچون سایر روغنهای خوراکی متأثر از ساختار شیمیایی آن بخصوص ساختار اسید چربی و ترکیبات شیمیایی موثر بر پایداری اکسایشی است، لزوم بررسی ساختار شیمیایی نیز در تعیین خواص کیفی و پایداری اکسایشی روغن امری ضروری می نماید. برای بررسی پایداری اکسایشی روغنها روشهای متعددی نظیر عدد پراکسید، کربونیل، رنسیمت، ترکیبات قطبی کل وجود دارد که بیشتر آنها زمان بر هستند. بنابراین، می توان با ارائه روشهایی که در عین حال سریع و دارای ارتباط قوی با پارامترهای اندازه گیری پایداری اکسایشی هستند، کنترل سریعی از میزان کیفیت روغن انجام داد، مضاف بر اینکه با انجام صرفاً یک آزمون تعیین پایداری نمی توان تفسیر مناسبی از شرایط حرارتی عرضه داشت. از این رو، این نیاز احساس می شود تا با بررسی همزمان چند آزمون تعیین پایداری اکسایشی در طول فرآیند حرارتی و نیز بررسی ساختار شیمیایی روغن ارقام مختلف، پایداری اکسایشی این ارقام را تعیین و با هم مقایسه کرد.

ارقام مختلف کانولا با بیشتر شرایط اقلیمی کشور سازگاری داشته، کشت آن در راستای سیاستگذاریهای مرکز توسعه کشت دانه های روغنی ایران می باشد. با وجود این، بررسیها نشان می دهد هیچ تحقیق جامعی در خصوص ویژگیهای ساختاری و نیز پایداری روغن ارقام مختلف کانولا در کشور صورت نپذیرفته است. از طرفی، با توجه به رشد روز افزون کشت ارقام مختلف دانه کانولا و تولید هر چه بیشتر روغن از آن در کارخانجات روغنکشی داخلی و نیز عنایت متخصصین علوم تغذیه به این روغن به لحاظ ساختار اسید چربی منحصر به فرد آن از نظر وجود اسیدهای چرب اشباع پایین و اسیدهای چرب امگا ۳ بالا، این نیاز احساس می شود تا با بررسی ساختار شیمیایی و خواص کیفی روغن ارقام مختلف کانولا طی حرارت دهی از سلامت کیفی و تغذیه ای آن اطمینان حاصل آید.

فصل دوم:

بررسی منابع

۱-۱- روغن کانولا و تاریخچه آن

مطالعه و بررسی وضعیت و روند رشد محصولات زراعی نشانگر این است که برخی از گیاهان زراعی به واسطه پاره ای از خواص برجسته، امکان تولید در اکثر نقاط را دارا هستند. دانه های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می باشند. استفاده از پروتئینهای گیاهی به جای گوشت و نیز معرفی دانه های روغنی جدیدی چون کلزا[1] به بازارهای جهانی سبب افزایش روز افزون این محصولات شده است.

کلزا گیاهی یکساله، علفی و از خانواده شب بویان یا چلیپاییان با نام علمی *Brassica* با دو نوع بهاره و پاییزه است. ارقام بهاره به دلیل دوره رشد کوتاهتر، عملکرد پایین تری دارند. به علت درصد بالای روغن، کلزا یکی از گیاهانی است که رشد آن در بیست ساله اخیر به هیچ عنوان با سایر گیاهان قابل مقایسه نیست. در ایران نیز سطح زیر کشت کلزا بیش از دانه های روغنی دیگر است. دانه این گیاه نقش مهمی در تأمین روغن خوراکی مردم دنیا ایفا می کند. روغن کلزا که میزان آن در برخی ارقام به ۴۸ درصد وزن خشک دانه بالغ می گردد طبق آخرین آمار پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می رود (عبدالرحمنی، ۱۳۸۲؛ شریعتی و قاضی شهنی زاده، ۱۳۷۹؛ حجازی، ۱۳۷۹).

کشت تجاری کلزا از سال ۱۹۴۲ در کشور کانادا شروع شد و با افزایش سریع سطح زیر کشت این محصول، در حال حاضر چین و کانادا بزرگترین تولید کنندگان کلزا به شمار می روند. به نظر می رسد منشأ کلزای امروزی،

---

[1] Colza (rapeseed)

جنوب اروپاست و در اوایل قرن ۱۸ به آسیا وارد شده است. در دو دهه گذشته آزمایشهای به نژادی و به زراعی متعدد و متنوعی در بخش تحقیقات دانه های روغنی (واقع در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر) روی کلزا صورت گرفته است. با انجام این تحقیقات و بررسی نتایج حاصل مشخص شده است توسعه کشت کلزا در کشور میسر بوده و ممکن است به موازات توسعه کشت زیتون در کاهش میزان وابستگی کشور به روغن گیاهی از خارج کشور مؤثر باشد (شریعتی و قاضی شهنی زاده، ۱۳۷۹).

برای اولین بار در کانادا در سال ۱۹۵۶ روغن خوراکی از دانه های کلزا استخراج و به مصرف رسید. این روغن که دارای مقدار زیادی اسیدهای ایکوزنوئیک[۱] و اروسیک[۲] بود و مقدار زیادی گلوکزینولات در کنجاله باقیمانده از روغنکشی آن وجود داشت، از همان ابتدا مورد تردید متخصصین تغذیه قرار گرفت. طولی نکشید که اجازه مصرف روغن کلزا برای مصرف انسان در کانادا لغو و از آن زمان بررسیها برای پیدا کردن راهی برای کاهش مقدار اسید اروسیک در روغن آغاز و برنامه های تولید مثلی و اصلاح ژنتیکی برای رسیدن به این هدف دنبال شد.

طی کمتر از ۱۰ سال در اروپا گونه های دارای اسید اروسیک کم (LEAR)[۳] جانشین کلزا گردید و از سال ۱۹۷۷ کشت انواع کلزای با اسید اروسیک کم در اروپا عملی شد. در سال ۱۹۸۶ نام تجاری کانولا[۴] برای بیان گونه های براسیکا ناپوس[۵] و براسیکا راپا[۶] که روغن آنها دارای کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک بود و کمتر از ۳۰ میکرومول گلوکزینولات در هر گرم از کنجاله بدون روغن (بر اساس خشک) وجود داشت، به کار برده شد. در حال حاضر، روغن کانولا و کلزا نزدیک به ۱۶ درصد از روغنهای خوراکی جهان را تأمین می کنند (شهیدی، ۲۰۰۵).

۱-۲- گونه ها و ارقام کلزا

گیاهان جنس براسیکا بر حسب میزان اسید اروسیک به دو گروه عمده تقسیم می شوند. دسته اول که با علامت اختصاری HEAR [۷] دارای مقادیر زیادی اسید اروسیک بوده، مصرف خوراکی ندارند. در سال ۱۹۷۴

---

[1] Eicosenoic acid (C20:1)

[2] Erucic acid (C22:1)

[3] Low Erucic Acid Rapeseed

[4] Canola oil

[5] *Brassica napus*

[6] *Brassica rapa*

[7] High Erucic Acid Rapeseed

روغنهایی که کمتر از ۵ درصد اسید اروسیک داشتند تحت عنوان LEAR نامگذاری شدند. بعدها محققین کانادایی نام کانولا را برای ارقام اصلاح شده کلزا انتخاب نمودند.

علاوه بر اسید اروسیک، ماده مضر دیگری در کنجاله و علوفه کلزا وجود دارد که تحت عنوان گلوکزینولات خوانده می شود. گلوکزینولات ها گروهی از مواد شیمیایی هستند که در برخی از گیاهان وجود دارند و باعث طعم تند و بوی گزنده اندامهای آنها می شوند. در ارقام جدید کلزا مشکل گلوکزینولات نیز حل شده است و میزان این ماده مضر بسیار کاهش یافته است. فیبر نیز از دیگر موادی است که باعث افت کیفیت کنجاله می گردد و در آخرین کارهای اصلاحی، ارقامی معرفی شده اند که مقدار فیبر آنها نیز بسیار کاهش یافته است. بدین ترتیب، روند اصلاح کلزا در مسیر کاهش این مواد به ایجاد ارقام اصلاح شده ای با ترتیب ذیل منجر شد:

- ارقام سنتی[1] : اسید اروسیک و گلوکوزینولات این ارقام در بالاترین سطح ممکن است؛
- ارقام صفر (0) : میزان اسید اروسیک این ارقام به حد بسیار پایینی رسانده شده است؛
- ارقام دو صفر (00) : علاوه بر اسید اروسیک، میزان گلوکزینولات این ارقام نیز بسیار کاهش یافته است؛ و
- ارقام سه صفر (000) : میزان اسید اروسیک، گلوکزینولات و فیبر این ارقام به حداقل رسیده است (شریعتی و قاضی شهنی زاده، ۱۳۷۹).

۱-۳- انتخاب ارقام

انتخاب رقم برای موفقیت در تولید محصول حائز اهمیت است. برخی از ویژگیهایی که در انتخاب ارقام مختلف کلزا مد نظر می باشد شامل عملکرد محصول، درصد روغن دانه، میزان گلوکوزینولات دانه، وزن هزار دانه، زمان رسیدن، میزان مقاومت به اقلیم های مختلف و غیره می باشند (حجازی، ۱۳۷۹).

[1] Traditional

۱-۳-۱- ارقام رایج کانولا در ایران

۱-۳-۱-۱- رقم اوکاپی[1]

این رقم دارای سازگاری عمومی، عملکرد بیش از ۳ تن در هکتار و مقدار روغن ۴۳ درصد، خاص مناطق معتدل سرد و سرد کشور و مقاوم به سرماست. از ارقام دو صفر، متوسط رس و نوع بینابینی[2] است؛ دمای ۳ درجه سانتیگراد و کمتر را به مدت یک ماه و نیم تحمل می کند و گل می دهد. وزن هزار دانه آن ۴/۳ گرم است و به دلیل سازگاری عمومی و عملکرد بالا از گزینه های اساسی برای کاشت در کشور محسوب می شود؛ به طوری که ۶۰ درصد اراضی کشت کانولا در کشور را به خود اختصاص داده است (شریعتی و قاضی شهنی زاده، ۱۳۷۹؛ وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۹).

۱-۳-۱-۲- رقم طلایه[3] (کبری)[4]

این رقم به دلیل عملکرد بیش از ۸ تن در هکتار در استان فارس به عنوان شاخصی در این خصوص مطرح است اما در مناطق دیگر دارای عملکرد بین ۲/۱ تا ۴/۳ تن در هکتار است. از ارقام دو صفر، دیررس، پاییزه و مقاوم به سرماست و با مناطق معتدل سرد و سرد سازگاری دارد. میزان روغن حدود ۴۱ تا ۴۱/۳ درصد و وزن هزاردانه ۴ گرم از خصوصیات این رقم می باشد (شریعتی و قاضی شهنی زاده، ۱۳۷۹؛ وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۹).

۱-۳-۱-۳- رقم زرفام[5]

این رقم در مشهد عملکردی در حدود ۴/۵ تن در هکتار دارد. کشت تأخیری آن در نواحی هم اقلیم مشهد، افت عملکردی حدود ۲۰ تا ۲۸ درصد دارد و میزان این افت در مناطق معتدل گرم به ۲۵ درصد می رسد ولی در مجموع نظر به عملکرد آن، رقم مناسبی برای کشت در کشور محسوب می گردد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۹).

---

[1] *Okapi*

[2] Intermediate

[3] *Talaye*

[4] *Cobra*

[5] *Zarfam*

۱-۳-۱-۴- هیبرید هایولا ۴۰۱ [1]

این رقم دارای سازگاری اختصاصی است زیرا کشت آن به نواحی خاصی از کشور (مناطق شمالی کشور مانند استان های مازندران و گلستان؛ و شالیزارهای جنوب) محدود می شود. از جمله ارقام بهاره مقاوم به سرما محسوب می شود و میزان روغن آن ۴۳ تا ۴۵ درصد است. در زمره ارقام دو صفر قرار می گیرد و عملکرد آن از ۲/۸ تا ۳/۲ تن در هکتار متغیر می باشد. کشت پاییزه هیبریدهای هایولا ممکن است عملکردی معادل ۴ تن در هکتار داشته باشد. افت عملکرد آن در مناطق معتدل گرم به دلیل کشت تاخیری تا حداکثر ۵ آبان ماه حدود ۲۵ درصد است (شریعتی و قاضی شهنی زاده، ۱۳۷۹؛ وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۹).

۱-۴- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی روغن کانولا و کلزا

ویژگیهای فیزیکوشیمیایی روغن کانولا مانند سایر روغنهای گیاهی تابعی از ترکیبات موجود در آن است. بسته به ساختار اسید چربی، خواص فیزیکی و شیمیایی روغن متفاوت خواهد بود. ضمن اینکه نوع اسید چرب بر پایداری محصول تأثیر بسزایی خواهد گذاشت. همچنین وجود برخی ترکیبات شیمیایی در روغنها مانند ترکیبات توکوفرولی، فنلی، کلروفیل و مشتقات آن، رنگدانه های کاروتنوئیدی، فلزات سنگین، اسیدهای چرب آزاد، ترکیبات آلدئیدی و غیره بر پایداری اکسایشی آنها تأثیر گذارند. بنابراین، انجام برخی آزمونها به منظور تعیین ساختار شیمیایی و پایداری اکسایشی روغنهای خوراکی امری ضروری به نظر می رسد (فنما، ۱۹۹۶).

۱-۴-۱- ویژگیهای فیزیکی روغن کانولا

۱-۴-۱-۱- دانسیته نسبی

ویژگیهای فیزیکی روغن کانولا در جدول ۱-۱ نشان داده شده است (گانستون، ۲۰۰۲). دانسیته از جمله شاخصهای شناسایی روغنهاست. برای روغنها و چربیها از دانسیته نسبی استفاده می شود که عبارت از نسبت حجم مقدار معینی از ماده مورد نظر به مقدار آب هم حجم آن در ۴ درجه سانتیگراد می باشد (حداد خداپرست، ۱۳۷۳).

[1] *Hyola 401*