فصل اول:

مقدمه

روغن کانولادر کشورهای مختلف تولید می شود و روندی در حال رشد دارد. این روغن از دانه های گیاه براسیکا ناپوس و براسیکا راپا که اصلاح شده به طریق ژنتیکی هستند به دست می آید و دارای مقدار کمی اسید اروسیک (C ۲۲:۱) و گلوکوزینولات می باشد. ویژگی های شیمیایی و فیزیکی و تغذیه ای آن کاملاً متفاوت از روغن کلزایی است که حاوی اسید اروسیک بالاست (مالک، ۱۳۷۹). کلزا با نام علمی *Brassica napus* از جنس براسیکا و از تیره چلیپاییان است. خاستگاه اصلی کلزا کرانه های دریای مدیترانه بوده و تا به امروز نوع وحشی آن مشاهده نشده است (آقایف، ۱۳۷۵ ؛ عزیزی، ۱۳۷۸). کلزا در حدود سه هزار سال قبل از میلاد در دوره ی ایندوس وجود داشته است و استفاده از روغن آن به چند قرن قبل از میلاد مسیح برمی گردد (آلن، ۱۹۷۱). کلزا یکی از مهمترین گیاهان روغنی است که دانه های کوچک آن حاوی بیش از ٤٠ درصد روغن هستند و کنجاله آن نیز در همین حدود پروتئین دارد (احمدی، ۱۳۷۹؛ شیرانی، ۱۳۷٤). در بین گیاهان روغنی، روغن کلزا یکی از مهمترین دانه های روغنی می باشد که روغن استحصال شده از آن بسته به ترکیب اسید چرب برای مصارف انسانی و نیز صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد (آئولد، ۱۹۸٤). کلزا طی قرن سیزدهم در اروپا کشت می‌شد، اما احتمالاً کشت آن در آسیا به هزاران سال قبل برمی گردد. این گیاه در آسیا همیشه برای تغذیه انسان و در اروپا به عنوان منبعی برای روغن چراغ و روغن نرم کننده استفاده می شده است. در طول جنگ جهانی

دوم، کانادا هزاران هکتار از اراضی خود را برای رفع نیاز نرم کننده های ناوگان دریایی به کشت این گیاه اختصاص داد ولی با جایگزینی موتور دیزل به جای موتور بخار این میزان کاهش یافت (رودی، ۱۳۸۲). در سال ۱۹۸۰ در ایالات متحده مصرف کلزای روغنی حاوی کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک بدون ضرر تشخیص داده شد. یک سال بعد انجمن پزشکی قلب آمریکا از مردم این کشور قاطعانه درخواست کرد که مقدار اسیدهای چرب اشباع را در تغذیه روزانه خود کاهش دهند. روغن کلزا دارای ٦ درصد اسید چرب اشباع است که پایین ترین میزان در بین روغنهای گیاهی تجارتی می باشد (رودی، ۱۳۸۲). با انجام تحقیقات و بررسی نتایج حاصله، مشخص شد که توسعه کشت کلزا در کشور ما امکان پذیر است و می تواند به موازات توسعه کشت زیتون در کاهش میزان وابستگی به خارج در زمینه روغن گیاهی مؤثر باشد. بر اساس بررسی و پیش بینی های انجام شده درغالب برنامه پنج ساله سوم توسعه اقتصادی– اجتماعی کشور، در زیر بخش کشاورزی تا سال آخر اجرای برنامه، افزایش سطح زیر کشت کلزا تا میزان ۳٦۰ هزار هکتار به منظور تولید ۵۸۰ هزار تن دانه با حداقل ۳۸ درصد روغن دانه و در نتیجه تأمین حدود ۲۲۲ هزار تن روغن کلزا پیش بینی گردیده است. همچنین ۲۱٦ هزار تن روغن از طریق کشت سایر گیاهان روغنی در نظر گرفته شده که جمعاً با تولید تقریبی ٤۳۸ هزار ن روغن، حدود ۵۰ درصد نیاز داخلی به روغن گیاهی را برطرف کند (شریعتی، ۱۳۷۹؛ شیرانی، ۱۳۸۱).

طی بیست سال اخیر کشت کلزا در جهان گسترش بسیار یافته و تولید جهانی آن در بین گیاهان عمده تولیدکننده روغن به رتبه سوم ارتقا یافته است (شهیدی، ۱۳۷٦؛ شیرانی، ۱۳۷٤). این گیاه روغنی به دلیل دارا بودن ارقام و گونه های مختلف با خواص متفاوت، قابلیت کشت در مناطق مختلف و شرایط آب و هوایی متنوع را دارد، به گونه ای که امروزه در سطح وسیعی از مناطق گرم و معتدل هندوستان و چین در آسیا تا نقاط سرد و شمالی اروپا و کانادا کشت می شود و به عنوان یکی از معدود نباتات روغنی مطرح است که قابلیت کشت پاییزه در مناطق سرد و ارتفاعات بالا را دارد. عملکرد دانه و

روغن کلزا تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه، عوامل زراعی و عوامل محیطی است. در این بین زمانبندی تاریخ کاشت از اهمیت ویژه ای برخوردار است و می تواند باعث همزمانی مراحل حساس نموّی گیاه با شرایط نامساعد محیطی شده و یا از آن جلوگیری کند و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. کلزا یکی از حساس ترین گیاهان زراعی به تغییرات تاریخ کاشت در پاییز می باشد (یزدی صمدی، ۱۳۷۳). از این رو تعیین بهترین تاریخ کاشت به گونه ای که حداکثر عملکرد دانه و روغن به دست می آید، اهمیت دارد. در مناطق با آب و هوای مرطوب هیچ گیاه روغنی دیگر نمی تواند به اندازه کلزا روغن و پروتئین با ارزش در واحد سطح تولید کند. کلزا بطور مثال در آلمان با میانگین عملکرد ۲۷۰۰ کیلوگرم در هکتار حدود ۱۱۰۰ کیلوگرم روغن و ۵۰۰ کیلوگرم پروتئین با کیفیت عالی به دست می دهد. چین با بیش از ۱۰ میلیون تن بزرگترین تولید کننده کلزا در جهان است. کشورهای عضو جامعه اروپا دومین تولید کننده عمده ی کلزا در جهان به شمار می روند. ایجاد ارقام اصلاح شده و پر محصول جدید عامل مهمی برای گسترش این دانه روغنی به شمار می روند (احمدی، ۱۳۸۰).

کلزا یکی از گیاهان روغنی است که اخیراً بشر با کمک روش های به نژادی توانسته است میزان گلوکوزینولات را در کنجاله و اسید اروسیک را در روغن آن به میزان مجاز کاهش دهد. هم اکنون انواع کلزای دوصفر در سطح وسیع در کشورهای مختلف کشت می گردد. در سال ۱۹۹۹ سطح زیر کشت کلزا در جهان بین گیاهان روغنی مقام دوم را داشته است و در سال مزبور ۲۷۰۵۹۲۵٤ هکتار بوده است. سطح زیر کشت کلزا در ایران در سال زراعی ۷۵-۷٤ ، ۳۰۰۰ هکتار، سال زراعی ۷۸-۷۷ ، ۱۱۰۰۰ هکتار و در سال ۷۹-۷۸ ، ۱۸۰۰۰ هکتار بوده است. این گیاه مانند غلات سردسیری دارای دو تیپ بهاره و زمستانه است و قدرت تطابق با شرایط مختلف زراعی را داراست ولی بیشتر مناسب کشت در مناطق معتدل است. تا سال ۱۹۹٤ بیش از ۷۰۰ رقم کلزا در کشورهای پیشرفته تهیه و معرفی شده است. تحقیقات به نژادی کلزا از سال های نخست دهه ۷۰ با وارد کردن ارقام سازگار و استفاده در برنامه های

به نژادی توسط بخش تحقیقات دانه های روغنی آغاز گردید؛ از آن زمان تا کنون ارقام پیشرفته کشورهای مختلف دریافت و عملکرد و خواص زراعی آنها در مراکز و ایستگاه های تحقیقاتی مختلف کشور بررسی گردیده است (سعیدی، ۱۳۸۱). از جمله نتایج این بررسی ها معرفی کلزا رقم استقلال می باشد که رقمی است نیمه بهاره–نیمه پاییزه و جزء رقمهای اصلاح شده دوصفر است که روغن آن کمتر از ۲درصد اسید اروسیک داشته ومیزان گلوکوزینولات کنجاله آن زیر ۳۰ میکرو مول در هر گرم ماده خشک می باشد. این رقم در مقابل بیماری اسکلروتینا از تحمل نسبتاً خوبی برخوردار است (احمدی، ۱۳۷۹). در کانادا برای اولین بار در سال ۱۹۵٦ روغن خوراکی از دانه های کلزا استخراج و به مصرف رسید. این روغن که دارای مقدار زیادی اسید ایکوزانوئیک و اسید اروسیک بود و مقدار زیادی گلوکوزینولات در کنجاله باقیمانده از روغن کشی وجود داشت که از بدو مصرف از نظر تغذیه ای مورد سوال قرار گرفت. بررسی های انجام شده نشان داد که غلظت های زیاد اسید اروسیک در رژیم غذایی موش های آزمایشگاهی سبب رسوب چربی در قلب، عضله ها و غدد فوق کلیوی شد و رشد حیوانات مختل گردید. طولی نکشید که اجازه مصرف روغن کلزا برای مصرف انسان در کانادا لغو و از آن زمان بررسی ها برای پیدا کردن راهی برای کاهش مقدار اسید اروسیک در روغن آغاز و برنامه های اصلاح ژنتیکی برای رسیدن به این هدف دنبال شد. در سال ۱۹٦۸ اولین نوع روغن کلزا دارای اسید اوروسیک کم به نام اورو (**Oro**) به دست آمد و آثار بهداشتی آن توسط خوراندن روغن به حیوانات جوان آزمایشگاهی بررسی و مضراتی مشاهده نگردید. در سال ۱۹۷٤ در حدود ۹۵درصد کلزا کشت شده در کانادا از نوع اسید اروسیک کم بود. گلوکوزینولات های موجود در کنجاله نیز در تغذیه طیور و حیوانات غیر نشخوار کننده مشکل ایجاد می کرد. در اثر هیدرولیز این ترکیبات، ایزوتیوسیانات ها و ترکیبات گوگردی دیگر تشکیل می‌شود که در مصرف ید توسط غده تیروئید مداخله نموده، سبب بیماری کبدی در طیور شده و دارای اثر منفی در رشد و افزایش وزن حیوانات است. در سال ۱۹۷٤ محققان موفق به

کشت اولین گونه براسیکاناپوس که دارای اسید اروسیک کم و گلوکوزینولات کم بود به نام تاور (**Tower**) شدند. در سال ۱۹۷۸ نام کانولا به انواعی از کلزا که روغن آن دارای کمتر از ۵درصد اروسیک بوده و در هر گرم از کنجاله کمتر از ۳۰ میلی گرم گلوکوزینولات ها در آن وجود داشت، نسبت داده شد و در سال ۱۹۸٦ نام تجارتی کانولا برای بیان گونه های براسیکاناپوس و براسیکاراپا که روغن آنها دارای کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک بوده و کمتر از ۳۰ میکرو مول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله بدون روغن (بر اساس وزن خشک) وجود داشت به کار برده شد. در اروپا کمتر از ۱۰ سال گونه های دارای اسید اروسیک کم [1](**LEAR**) جانشین کلزا گردید و از سال ۱۹۷۷ کشت انواع کلزا دارای اسید اروسیک کم در اروپا عملی شد. در ابتدا بازده گونه های **LEAR** کشت شده کمتر از گونه های کلزای معمولی بود که این مشکل نیز توسط پژوهش هایی که با کمک اصلاح ژنتیک انجام گرفت رفع شد. تولید این روغن در اروپا در سال ۱۹۸٤ بیش از دو برابر مقدار تولید در سال ۱۹۷۹ بود. کانولا می تواند در درجات حرارت پایین رشد کند و در نواحی سردتر بیشتر از سایر دانه های روغنی محصول دهد. همچنین تنها محصول دانه های روغنی است که به گرما نیز عادت کرده و در نواحی گرم اروپا و آسیا که رطوبت محدود نباشد کشت می شود. در آسیا هنوز عمدتاً انواع کلزا که دارای بازده زیاد و از نوع اسید اروسیک زیاد[2] (HEAR) است کشت داده می شود و بیشتر محصول تولید شده به مصرف محلی می رسد. در سال ۱۹۹٤ کلزا و کانولا سومین محصول دانه های روغنی جهان پس از سویا و تخم پنبه با بیش از ۲۷/۲ میلیون تن متریک در جهان بوده است. روغن کانولا و کلزا نزدیک به ۱٦درصد روغنهای خوراکی جهان را تأمین می کند که پس از روغن سویا با ۳۲درصد ، روغن پالم با ۱۸درصد در مقام سوم قرار دارد (مالک، ۱۳۷۹).

[1]Low erusic acid rapseed
[2] High erusic acid rapseed

جدول ۱-۱. تولید جهانی دانه کلزا و کانولا در سال زراعی ۱۹۹٤-۱۹۹۳

کشور	تولید (میلیون تن متریک)
چین	۷
جامعه مشترک اروپا	٦/۰۳
هند	٥/٦
کانادا	٥/۳٥
اروپای شرقی	۱/۱۸
اروپای غربی	۰/٦۱
شوروی سابق	۰/٤
استرالیا	۰/۳۲
پاکستان	۰/۲۳
سایر کشورها	۰/٥۲
جهان	۲۷/۲

جدول ۱-۲. وضعیت تولید جهانی دانه های روغنی عمده (میلیون تن متریک)

	سال زراعی (متوسط تولید)	
دانه روغنی	۱۹۹٤-۱۹۹۳	۱۹۹۸-۱۹۹٤
سویا	۱۱۲/۷٥	۱۰٦/٦۳
پنبه دانه	۲۹/۸	۳۳/٥٦
کانولا/کلزا	۲٦/۹۷	۲٤/۸٦
آفتابگردان	۲۰/٤٥	۲۱/۹۲
ده دانه روغنی اصلی	۲۲۱/۹۲	۲۱۷/۸۸

جدول ۱-۳. تولید جهانی روغنهای نباتی (هزار تن متریک) در سال زراعی ۱۹۹۴-۱۹۹۳

روغن	سال زراعی۱۹۹۴-۱۹۹۳
سویا	۱۷۷۳۱
نخل روغنی	۱٤۱۹۲
کانولا/کلزا	۹٤٥۲
مقدار تولید شده در چین	۲۲٤۹
مقدار تولید شده در بازار مشترک اروپا	۲۲۸٥
مقدار تولید شده در هند	۱۸٦۹
مقدر تولید شده در کانادا	۹۰۹
آفتابگردان	۷٥٤۳
بادام زمینی	٤۱٦۹
پنبه دانه	۳٥۹۳

سرخ کردن مواد غذایی در روغن از جمله فرایندهای متداول در زمینه ی آماده سازی محصولات غذایی در مقیاس خانگی و صنعتی به شمار می آید. طی فرایند سرخ کردن عمقی از دماهای حدود ۱۸۰ تا ۲۲۰ سانتیگراد استفاده می شود. در این زمینه متأسفانه با وجود آثار تغذیه ای مفید روغنهای سرخ کردنی، این روغنها در پخت و پز بسیار ناپایدار هستند (بویژه برای مصارف سرخ کردن عمقی تجاری). در این حالت، روغن در مدت زمان طولانی و درجه حرارت بالا و شرایط اکسایشی قرار می‌گیرد که این امر باعث تولید آلدئیدهای زنجیره کوتاه، پراکسیدها و مشتقات کتونی می گردد. به واسطه تولید این مواد، طعم نامطلوبی در روغن ایجاد می شود و کارایی سرخ کردن بر اثر افزایش ترکیبات قطبی کاهش می یابد.علاوه بر این، برخی از مواد حاصل از فساد روغنهای اکسید شده در اثر حرارت به آسانی جذب

خون انسان می شوند و آثار نامطلوب تغذیه ای شامل اختلال در عملکرد سلول های اندوتلیال شریانی و تسریع در بروز تصلب شرایین را ایجاد می کند.

از بحث فوق می توان به ضرورت تولید روغنهای سرخ کردنی با پایداری اکسایشی بالا پی برد. برای بررسی پایداری اکسایشی روغنهای سرخ کردنی طی فرایند، روش های متعددی نظیر عدد پراکسید، کربنیل، رنسیمت، ترکیبات قطبی کل وجود دارد که بیشتر آن ها زمان بر هستند؛ لذا از آن ها نمی توان در کنترل سریع فرایند سرخ کردن استفاده کرد. بنابراین می توان با ارائه روش هایی که در عین حال سریع و دارای ارتباط قوی با پارامترهای اندازه گیری پایداری اکسایشی هستند، کنترل سریعی از میزان کیفیت روغن سرخ کردنی طی فرایند انجام داد. برای بالا بردن پایداری اکسایشی روغنهای سرخ کردنی طی فرایند سرخ کردن باید میزان اسید های چرب لینولئیک و لینولنیک، پایین و میزان اسید چرب اولئیک آن بالا باشد. از جمله روش های متداول در تولید روغنهای سرخ کردنی به هیدروژنه کردن جزئی می توان اشاره نمود. این روش باعث پایداری اکسایشی روغنها در عین حفظ ماهیت مایع بودن آن ها می شود. روغنهای هیدروژنه سویا، پنبه دانه و کانولا به طور وسیعی در دهه های اخیر به عنوان روغنهای سرخ کردنی مورد استفاده قرار گرفته اند. روش دیگر در تولید روغنهای سرخ کردنی، مخلوط کردن روغنهای مقاوم است، به عنوان مثال به مخلوط پالم اولئین-کلزا-آفتابگردان در این خصوص می توان اشاره کرد. همچنین در فناوری های نوین، روغنهای سرخ کردنی از طریق اصلاح ژنتیک و تغییرات عمده در اسیدهای چرب در طیفی از دانه های روغنی با روشهای مرسوم شامل سلکسیون و موتاسیون القایی و خاموش سازی ژنها تولید شده اند.

آثار تغذیه ای روغنهای سرخ کردنی در این زمینه نیز دارای اهمیت بسیاری است. تحقیقات نشان داده است اسیدهای چرب ترانس خطر بروز بیماری های قلبی و عروقی را افزایش می‌دهند. همچنین اسیدهای چرب ترانس سبب کاهش تولید پروستاگلاندینها و اختلال در تولید اسیدهای چرب ضروری

دوکوزاهگزانوئیک و آراشیدونیک می شوند اما در مقابل اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک دارای خواص مفیدی در پایین آوردن سطح کلسترول هستند و به این طریق می‌توانند خطر بروز بیماری های قلبی و عروقی را پایین بیاورند. برای افزایش پایداری روغن سرخ کردنی، روش های مختلف از جمله اختلاط با روغنهای مختلف (حائز شرایط)، افزودن آنتی اکسیدانهای مختلف، افزودن[1] G.F (روغنهای غنی از آنتی اکسیدان که در سطوح خاص جهت پایداری روغن سرخ کردنی به آن اضافه می گردد) و اصلاح ژنتیک وجود دارد که در این تحقیق از برخی از روش های فوق برای پایدارسازی روغن کانولا طی فرایند سرخ کردن استفاده شد

روغنها و چربیهای خوراکی بخش عمده ای ازترکیبات مواد غذایی و غذای مصرفی روزانه را به خود اختصاص می‌دهند. این مواد غذایی علاوه برتأمین انرژی، نقش مهمی در حفظ سلامت و ادامه حیات دارند و در گروه مواد مصرفی ضروری قرار می‌گیرند و منبع متراکمی از انرژی بوده، ویتامینهای محلول در چربی را به بدن می‌رسانند. همچنین اسیدهای چرب ضروری از راه مصرف روغنهای گیاهی تامین می‌شوند.روغنها و چربیها به عنوان محیط انتقال حرارت، گرمای لازم برای پخت را به ماده غذایی می‌رسانند و سبب خوش طعم و لذیذ شدن و بهبود رنگ و بافت مواد غذایی می‌شوند. این دسته از ترکیبات لیپیدی حائز ویژگیهای عملکردی مهمی از جمله روان کنندگی (در مایونز و سس های سالاد) و عمل‌آوری خمیر (در محصولات نانوایی) بوده، کاربرد گسترده ای در صنایع غذایی دارند. روغنها و چربیهای خوراکی تر کیباتی نامحلول در آب با منشأ حیوانی یا گیاهی هستند و عمدتاً از تری‌گلیسیریدها ساخته شده اند. تری‌گلیسریدها عبارت از استر گلیسرول و اسیدهای چرب می‌باشند (فنما، ۱۹۹۶).

کشور ایران در زمینه تولید روغن نباتی به واردات از کشورهای دیگر وابسته است و بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج از ایران تأمین می‌شود. بنابراین استفاده از منابع موجود در کشور برای

[1] Good-fry

رسیدن به خودکفایی امری ضروری می‌نماید (واردات سالانه روغن تصفیه نشده به طور متوسط نزدیک به ۹۵۰ هزار تن می‌باشد). با توجه به افزایش کشت کانولا در کشور نیاز به تحقیق در مورد این روغن و روغنهای دیگر و رسیدن به بهترین فرمول از این روغنها امری مهم است. به این منظور ساختار فیزیکوشیمیایی روغن کانولا، روغن زیتون ، روغن ذرت و روغن پالم به لحاظ اسید چرب، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند ترکیبات فنولی و توکوفرولی، ترکیبات استرولی و اندیسهایی مانند عدد یدی، عدد صابونی، و همچنین پایداری اکسایشی آنها به کمک آزمونهایی مانند رنسیمت، پراکسید، کربونیل، ترکیبات دی ان مزدوج، اندیس اسیدی، ترکیبات قطبی، اندیس رنگی بررسی شد و فرمولهای مخلوط روغن نیز بر مبنای پروفیل اسید چرب و شاخصهای حاصل از آن تعیین گردید و بهترین فرمول بر مبنای پایداری در برابر سرخ کردن که با پارامترهای اندیس اسیدی، ترکیبات قطبی، اندیس رنگی، ترکیبات دی ان مزدوج، عدد کربنیل، اندیس رنگی و آزمون رنسیمت که در هر ٤ ساعت سرخ کردن اندازه گیری می شد تعیین شدو در مرحله بعدی بهترین سطوح G.F اضافه شده در طی مراحل سرخ کردن با پارامترهای فوق تعیین شد. همچنین فرمولهای مختلف آنتی اکسیدان بر روی کانولا طی سرخ کردن از لحاظ پایداری بااندازه گیری پارامترهای فوق در هر چهار ساعت انجام شد که در نهایت بهترین فرمولاسیون آنتی اکسیدان برای پایدار نمودن کانولا معرفی شد. در مرحله آخر بهترین سطوحG.F و بهترین سطوح آنتی اکسیدان را به بهترین فرمول مخلوط روغن اضافه نموده و پایداری آن با بهترین فرمول حاصل از مراحل قبل مورد مقایسه قرار گرفت.

جزئیات مراحل انجام شده این تحقیق بصورت زیر می باشد:

مرحله اول:فرمولهای مخلوط مورد مقایسه در طی سرخ کردن

۱) Canola(۱۰۰درصد)

۲) Olive(۱۰۰درصد)

۳) Canola,Palm(۷۵:۲۵)

٤) Canola,Olive(۷۵:۲۵)

٥) Canola,Corn(۷۵:۲۵)

٦) Canola,Palm,Corn(۵۰:۲۵:۲۵)

۷) Canola,Palm,Corn(۷۵:۱۵:۱۰)

۸) Canola,Palm,Olive(۷۵:۱۵:۱۰)

.

مرحله دوم (فاز ۲) به روغن کانولا، روغن سبوس برنج و روغن کنجد بـه صـورت سـطوح زیـر اضافه نمودیم:

۱) Canola,Rice bran oil(۹۷:۳)

۲) Canola,Rice bran oil(۹٤:٦)

۳) Canola,Sesame oil(۹۷:۳)

٤) Canola Sesame oil(۹٤:٦)

٥) Canola,Rice bran oil,Sesame oil(۹٤:۳:۳)

کلیه فرمول های فوق را نیز مطابق مرحله ی قبل جهت سرخ کردن سیب زمینی استفاده نمـودیم و بر مبنای پارامترهای فوق الذکر، پایدارترین فرمول را انتخاب نمودیم.

مرحله بعدی فاز (۳) افزودن فرمول های مختلف آنتی اکسیدان به همراه ۱۰۰بخش در ملیون به همراه اسید سیتریک به روغن کانولا بوده است که به صورت زیر تعیین نمودیم:

۱) TBHQ(100ppm)

۲) β-Caroten(100ppm)

۳) α-Tocopherol(100ppm)

٤) α-Tocopherol وTBHQ(50:50ppm)

که در این مرحله نیز کلیه فرمول های فوق جهت سرخ کردن همانند روش های قبل مورد استفاده قرار گرفت و بر مبنای پارامترهای اشاره شده، بهترین فرمول در این مرحله نیز انتخاب گردید.

مرحله نهایی (فاز ٤):

به بهترین فرمول مخلوط (فاز ۱)، بهترین سطوح Good-Fry (فاز ۲) و بهترین فرمول آنتی اکسیدان (فاز ۳) اضافه گردید و جهت سرخ کردن مورد استفاده قرار گرفت و بر مبنای پارامترهای (عدد کربنیل، عدد اسیدی،OSI ، ترکیبات قطبی،عدد کنژوگه، اندیسرنگی) تعیین خصوصیت شد و با بهترین فرمول حالص از مراحل ۳،۲،۱ مقایسه گردید.

فصل دوم:

بررسی منابع

۲-۱. معرفی گیاه کلزا

کلـزا گیـاهی اسـت یکـساله علفـی و از خـانواده شـب بویـان یـا چلیپاییـان بـا نـام علمـی *brassica napus* که دارای دو تیپ بهاره و پاییزه می باشد. در جـدول ۲-۱ میـانگین هـای پـنج سـاله عملکرد جهانی دانه های روغنی از سال ۱۹۵۷ تا سال ۱۹۹۷ مشاهده می شود. همانطور که در جدول۲-۱ ملاحظه می شود در طول سالهای ۱۹۵۷ تا ۱۹۹۷ تولید جهانی سویا، پنج برابـر، پنبـه دانـه، دو برابـر، بادام زمینی، ۱/۷ برابر، آفتابگردان، چهار برابر، کلزا، ۷/۵ برابر و نخـل روغنـی، ۱۰ برابـر افـزایش یافتـه است.

در ایران نیز سطح زیر کشت کلزا بیشتر از دانه های روغنی دیگر است . در جدول۲-۲ سطح زیر کشت پیش بینی شده مهمترین دانه های روغنی در برنامه ۵ ساله دوم کشور مشاهده می شود.

مزایای تولید کلزا عبارتند از :

۱- دانه کلزا به لحاظ داشتن بیش از ٤٤ درصد روغن یکی از دانه های ارزشمند روغنی است و به دلیل داشتن نزدیک به ٦٠ درصد اولئین بهتر از اغلب روغنهای نباتی است.

۲- کلزا در برابر شوری خاک نیمه مقاوم است.

۳- وجود ارقام زودرس؛ ارقام زودرس کلزای پاییزه را می توان در فصل بهار در مناطقی از کشور که کشت بهاره گندم انجام می شود برداشت کرد و زمین را برای کشت بعدی سریعا آماده نمود.

٤- بهای بذر کلزا در بازار های جهانی در وضعیت عادی بیشتر از نرخ دانـه هـای روغنـی دیگـر نظیـر آفتابگردان، سویا و پنبه دانه و در حدود دو برابر قیمت گندم، جو و۲/۵ برابر ارزش ذرت دانه ای است.

۵- زراعت پاییزه کلزا در طول دوره زمستان از فرسایش خاک جلو گیری می کند و با استفاده از ریشه عمیق خود نیترات اضافی خاک را جذب نموده و شستشوی آن را در اثر بارندگی های زمستانه محدود می سازد

٦- نیاز آبی کلزا در مقایسه با دانه های روغنی مهم کمتر است. برای تولید هر کیلوگرم روغن از طریق توسعه کشت پنبه به حدود ۵۰ متر مکعب آب نیاز است در حالی که برای کشت کلزای پاییزه حدود ۲ تا ۵ متر مکعب آب نیاز است .

۷- کشت کلزا در تناوب غلات پاییزه با ایجاد فاصله در کشت متوالی این محصولات با قطع چرخه زندگی آفات بیماریها و علفهای هرز باعث کاهش جمعیت آنها و صرفه جویی در مصرف سموم و کاهش آلودگی محیط زیست می شود .

۸- اغلب دانه های روغنی نیاز به آب و هوای گرم دارند در حالی که کلزا محصول مناطق معتدل وسردسیر است که با شرایط آب و هوای کشور ما سازگاری وسیعی دارد.

۹- پروتئین کنجاله کلزا ارزان تر و دارای فسفر و ویتامین بیشتری نسبت به کنجاله سویا است.

۱۰- کنجاله کلزا دارای کاربرد وسیعی است و در داخل سیلوها متراکم می شود .

۱۱- مقاومت به سرما، دارا بودن صفات زراعی مطلوب، ثبات عملکرد، وجود بازار مطمئن، مقاومت به بیماریها و رطوبت های بالا، مقاومت به خشکی، امکان انجام عملیات مکانیزه، استفاده از مواد فرعی و امکان ایجاد صنعت زنبور داری از سایر مزایای کلزا می باشند.

جدول ۲-۱. میانگین های پنج ساله عملکرد جهانی(میلیون تن) دانه های روغنی از سال ۱۹۵۷ تا سال ۱۹۹۷

	سـال							
دانه روغنی	۹۲/۹۳	۸۷/۸۸	۸۲/۸۳	۷۷/۷۸	۷۲/۷۳	٦۷/۹۸	٦۲/٦۳	۵۷/۵۸
	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا
	۹٦/۹۷	۹۱/۹۲	۸٦/۸۷	۸۱/۸۲	۷٦/۷۷	۷۱/۷۲	٦٦/٦۷	٦۱/٦۲
سویا	۱۲٦/۸۲۰	۱۱۱/۱۵۹	۹۳/۰۰۰	۸۲/۳۵٦	۵۸/۳۱۱	٤۲/٦٦۹	۳۰/۵۲۰	۲۵/٤۰۰
پنبه دانه	۳٤/۸۳۰	۳۲/۵٦۳	۲۹/۳۳۱	۲۵/۱۷۱	۲۳/۵۰۰	۲۱/۷۱۲	۲۰/٦۱۳	۱۷/۸٤٦
بادام زمینی	۱٦/۸۳۳	۱۵/٤۷۳	۱۳/٦۹٦	۱۲/٤۷۹	۱۱/۵۳۵	۱۱/۹۲٦	۱۰/۸۰٦	۹/٤۱۳
آفتابگردان	۲٤/۱۵۰	۲۱/۹۱۷	۱۷/۷۹۵	۱۳/۹۵۷	۱۰/۵۳۷	۹/۹۲٤	۷/۸۷۲	۵/۸۷٤
کلزا	۲٦/۱۲٦	۲۳/۱۵۲	۱٦/۹۸٦	۱۰/۵۲۷	۷/۵٦۳	٦/۱۷۸	٤/۱۲٦	۳/۵۳۳
نخل	۱۲/۲۳٤	۱۰/۱۰۱	٦/۷٤۵	٤/٤۸۲	۲/۷٦۳	۱/۷۲۵	۱/۳۵۸	۱/۱٦۲

جدول ۲-۲. سطح زیر کشت پیش بینی شده مهمترین دانه های روغنی در برنامه پنج ساله دوم کشور

دانه روغنی	سطح زیر کشت	درصد سطح زیر کشت
کلزا	٤۰۰/۰۰۰	٦۷/۳
آفتابگردان	۸۰/۰۰۰	۱۳/۵
سویا	۷۰/۰۰۰	۱۱/۸
کنجد	۳۰/۰۰۰	۵
گلرنگ	۱٤/۰۰۰	۲/٤
مجموع	۵۹٤/۰۰۰	۱۰۰

۲-۱-۱. گونه های کلزا

پنج گونه کلزا به عنوان گیاهان روغنی در سراسر دنیا کشت می شوند. این گونه ها عبارتند از:

۱- *Brassica napus L.* با ژنوم AC و n=۱۹ : این گونه همان کلزای معمولی است که عموماً در اروپا و کانادا کشت می شود.

۲- *Brassica rapa L.* با ژنوم A و n=۱۰ : این گونه شلغم روغنی نامیده می شود.

۳- *Brassica juncea L.* با ژنوم AB و n=۱۸: این گونه به طور گسترده ای در شمال هند و بخشهای مختلف چین کشت می شود.

٤- *Brassica caninata* با ژنوم BC و n=۱۷ : کشت این گونه به فلات اتیوپی و نواحی همجوار آن در شرق آفریقا محدود می شود.

۵- *Sinapis alba L.* با ژنوم D و n=۱۲ : این گونه *Brassica hirrta* نیز نامیده می شود. این گونه در اروپا به خردل سفید و در شمال آمریکا به خردل زرد معروف است.

۲-۱-۲. طبقه بندی کیفی کلزا

کلزا دارای طبقه بندی های مختلف مانند صنعتی ، خوراکی و ... می باشد بهترین گونه طبقه بندی عبارت است از:

۱- **کلزای سنتی**[1]: این گروه حاوی ۲٦ تا ٦۰ درصد اسید اروسیک در روغن و ۱۰۰ تا ۲۰۵ میکرو مول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله است به ارقامی که دارای این ویژگی هستند ارقام هیر[2] گفته می شود.

[1] Traditional Rapseed
[2] High Erusic Acid Rapeseed (HEAR)

۲- ارقام یک صفر (۰)[1]: ارقام کانادایی که کمتر از پنج درصد اسید اروسیک و ۱۰۰ تا ۲۰۵ میکرو مول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله هستند به این ارقام لیر[2]گفته می شود.

۳- ارقام دو صفر (۰۰)[3]: که حاوی کمتر از دو درصد اسید اروسیک و ۱۸ تا ۳۰ میکرومول گلوکوزینولات است.

٤- ارقام سه صفر (۰۰۰)[4]: که شامل ارقام اصلاح شده کلزا[5] می باشند که به این ارقام کندل[6] نیز گفته می شود. این ارقام دارای حداقل میزان اسید اروسیک هستند .

به کلیه ارقام زراعی کلزا که دارای حداکثر دو درصد اسید اروسیک و کمتر از ۳۰ میکرومول گلوکوزینولاتهای آلیفاتیک در هر گرم کنجاله باشند، کانولا گفته می شود.

۲-۲. ترکیبات نامطلوب موجود در کلزا و محل حضور آنها

ترکیبات نامطلوب موجود در کلزا شامل گلوکوزینولات، اسید اروسیک، فیتات، اسید فسفریک و فیبر می باشد. محل حضور گلوکوزینولات، فیتات، اسید فسفریک و فیبر در کنجاله و اسید اروسیک در روغن است.

۲-۲-۱. گلوکوزینولات ها

گلوکوزینولات ها گروهی از مواد شیمیایی هستند که در برخی از خانواده های گیاهی وجود دارند و اغلب سبب بروز طعم تند و بوی گزنده اندامهای آنها می شوند. گلوکوزینولات ها ایجاد کننده

[1] Single Zero
[2] Low Erusic Acid Rape (LEAR)
[3] Double Zero
[4] Triple Zero
[5] Brassica camperist
[6] Candle

گواتر و بازدارنده رشد در دام ها هستند.در کنجاله خام کلزا آنزیمی به نام آنزیم میروزیناز وجود دارد که این آنزیم قادر است سولفور۳- بوتینل گلوکوزینولات را به یک فرآورده سمی به نام ۳- بوتینل ایزوسیانات هیدرولیز کند. با وجود اینکه آنزیمهای هیدرولیز کننده توسط گرما غیر فعال می شوند اما گلوکوزینولات ها وجود خواهند داشت و ممکن است بوسیله میکرو فلور روده به مواد سرطان زا تبدیل شوند . میزان گلوکوزینولات در ارقام یک صفر حدود ۸۰ تا ۱۵۰ میکرومول بر اساس هر گرم ماده خشک می‌باشد اما در ارقام دو صفر جدید بر اثر عملیات به نژادی به کمتر از ۱۸ میکرومول در هر گرم ماده خشک کاهش یافته است. علاوه بر پایین بودن ژنتیکی میزان گلوکوزینولات ارقام دو صفر، عوامل محیطی نظیر وجود گازهای گوگرددار هنگام استفاده از کود گوگردی، عوامل جوی، تفاوت از نظر درجه رسید بذر تغذیه گیاه با سایر مواد غذایی و غیره همگی می توانند باعث نوسان در میزان گلوکوزینولات ها شوند؛ به طوری که میزان گلوکوزینولات موجود در ارقام دو صفر، ممکن است به کمتر از ۱۰ میکرومول در هر گرم ماده خشک نیز کاهش یابد.

۲- ۲-۲. اسید اروسیک[1]

یکی از اسیدهای چرب غیر اشباع و نامطلوب موجود در دانه کلزا که به میزان قابل ملاحظه ای کیفیت و ارزش غذایی آن را کاهش می دهد اسید چرب اروسیک است که وجود آن در روغن مانع از مصرف آن بصورت خالص می شود. اسید اروسیک باعث صدمه زدن به عضلات قلب، غده فوق کلیه و کبد می شود. امروزه، کارهای اصلاحی به منظور تولید ارقام بدون اسید اروسیک آغاز شده است و ارقامی اصلاح شده اند که دارای میزان ناچیزی اسید اروسیک هستند. به این ارقام کانولامی‌گویند (پیروز بخت، ۱۳۷۵؛ رودی،۱۳۸۲).

[3]-Erusic acid

جدول ۲-۳. میزان ترکیبات موجود در بذر کلزا (درصد)

خاکستر	ایزوتیوسیونات	پروتئین	روغن	رطوبت
۵/۳۱	۰/۲۲	۲۲/۹۹	۳۹/۳۷	۷/۳

جدول ۲-٤. میزان ترکیبات موجود در کنجاله

منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	ازت
۰/۲۷	۰/٤	۱/۷۷	۰/٥٦	٦/۰۷

۲-۳. انتخاب رقم

انتخاب رقم برای موفقیت تولید محصول حائز اهمیت می باشد. در انتخاب رقم باید به گونه، نوع و سازگاری رقم ، کیفیت بذر، ویژگیهای خاک و بازار توجه نمود(شهیدی، ۱۳۷٦؛ ،شیرانی،۱۳۸۱؛ عزیزی،۱۳۷۸).

براساس مقررات استاندارد بذر کلزا ویژگیهای بذر اصلاح شده کلزا عبارت است از :

۱- مواد خارجی حداکثر ۲ درصد

۲- خلوص رقم حداقل ۹۸ درصد

۳- رطوبت حداکثر ۸ درصد

٤- قوه نامیه حداقل ۸۵ درصد

۲-٤. تاریخچه اصلاح کلزا

از جمله اهداف اصلاحی در کلزا، افزایش مقدار روغن و همچنین بهبود کیفیت روغن است. کاهش اسید اروسیک و گلوکوزینولات سبب بهبود کیفیت محصول و در نتیجه تولید ارقام کلزای (دو صفر) با میزان اسید اروسیک و گلوکوزینولات ناچیزشد. در سال ۱۹٦۸ اولین رقم کلزا با میزان اسید اروسیک پایین در کانادا تولید شد و در سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۷ میزان اسید اروسیک روغن رقم های کلزا به کمتر از ۲ درصد کاهش یافت. در سال ۱۹۷٤ رقم تور[1] به عنوان اولین رقم دو صفر کلزا که هم اسید اروسیک و هم گلوکوزینولات کم داشت، معرفی شد (صبّاغ نیا ،۱۳۸٤). خاموش کردن ژن[2] و افزایش میزان بیان ژن[3] دو روش رایج در مهندسی ژنتیک برای تغییر در کیفیت روغن کلزا به شمار می رود(صبّاغ نیا،۱۳۸٤).

۲-۵. گذری اجمالی بر چند رقم متداول کانولا در ایران

۲-۵-۱. رقم اکاپی

این رقم دارای سازگاری عمومی و عملکرد بیش از ۳ تن در هکتار می باشد؛ خاص مناطق معتدل سرد و سرد کشور است و مقاوم به سرماست. جزء ارقام دو صفر، متوسط رس ونوع بینابینی می باشد که دمای $-۳۰^{\circ}C$ و کمتر را به مدت ۱/۵ ماه تحمل می کند و گل می‌دهد. وزن هزار دانه این رقم ٤/۳ گرم است و به دلیل سازگاری عمومی و عملکرد بالا جزء گزینه های اصلی برای کاشت در کشور می باشد.

۲- ۵-۲.رقم زرفام

[1] tower
[2] Expression knock-out
[3] Overe-expression