دانشگاه تربیت معلم

دانشکده علوم – گروه زیست شناسی

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی‌ارشد رشته زیست شناسی علوم گیاهی

گرایش سلولی تکوینی گیاهی

عنوان

بررسی ساختارهای رویشی و زایشی کلزا (*Brassica napus* L.) در پاسخ به تنش سرما

اساتید راهنما

دکتر پریسا جنوبی

دکتر سعید آیریان

استاد مشاور

دکتر احمد مجد

نگارش

لسان‌اله عسگری‌مهر

شهریور ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه تربیت معلم

دانشکده علوم – گروه زیست شناسی

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشنا سی‌ارشد رشته زیست شناسی- علوم گیاهی

گرایش سلولی تکوینی گیاهی

عنوان

بررسی ساختارهای رویشی و زایشی کلزا (*Brassica napus* L.) در پاسخ به تنش سرما

اساتید راهنما

دکتر پریسا جنوبی

دکتر سعید آیریان

استاد مشاور

دکتر احمد مجد

نگارش

لسان‌اله عسگری‌مهر

شهریور ۱۳۸۹

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

به پاس دیروز، امروز و فردا

تقدیر و تشکر

به نام او که بلند است نام او

ستایش بی حد و حصر و ناتناهی دادار بزرگ و پروردگار بلند مرتبه را که انسان را آفرید و قلم را به دست این اشرف مخلوقات سپرد تا بتواند با جهل و ظلمت به مبارزه برخیزد و پیام آور کمال و روشنی باشد. خدا را بسیار شاکرم که به بنده توفیق داد اثر حاضر را به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زیست شناسی گرایش سلولی تکوینی گیاهی در دانشگاه تربیت معلم - دانشگاهی که بهترین سالهای عمرم را در آن گذرانده ام و خاطرات ماندگار و زیبای جوانی را در آیینه بی غبار آن به تماشا نشسته ام - به انجام برسانم.

در اینجا لازم می دانم که از زحمات و محبت های خالصانه خانواده عزیزم تقدیر و تشکر کنم. از راهنمایی ها و نظرات سازنده اساتید محترم راهنما سرکار خانم دکتر پریسا جنوبی و آقای دکتر سعید آریان و استاد محترم مشاور پروفسور دکتر احمد مجد که با راهنمایی های دلسوزانه خویش امکان نگارش و تدوین این پایان نامه را فراهم آوردند قدردانی می نمایم. لازم است از آقای دکتر فرخ قهرمانی نژاد نماینده محترم تحصیلات تکمیلی در دانشکده و داور داخلی پایان نامه و نیز سرکار خانم دکتر صدیقه اربابیان داور خارجی پایان نامه تشکر کنم. همچنین از کمک های آقایان دکتر جهانفر دانشیان و دکتر محمد نبیونی در انجام این پایان نامه صمیمانه سپاسگزارم. ضمنا از زحمات و محبت های بی شائبه اساتید محترم دوره کارشناسی آقایان دکتر احمد مجد، دکتر رمضانعلی خاوری - نژاد، دکتر کاظم پریور و زنده یاد دکتر حسن دیانت نژاد با تمام وجود تشکر می کنم.

از همکلاسی ها و همدوره ایهای کارشناسی ارشد آقایان مهدی جمالی که همیشه به من لطف داشتند و همواره یار و یاور بنده بودند، علی باقری، علی شرری، مسعود آزادبخت، فرهاد احمدی و خانم ها فاطمه مهدیه نجف آبادی و حامده صولت و نیز دوستان عزیزم آقایان تقی بیات، حبیب زارعی، سیامک یاری، احسان فریدونی، ارسطو خداپرست، جواد رسولی، میثم یزدانخواه، محمد ناجی، سید ابوذر حسینی زاده و مجتبی صافی قدردانی می نمایم. همچنین از خانم ها حقیقی، کرمی، زینی پور و باهنرکه در آزمایشگاه زیست شناسی مرا یاری رساندند و نیز از آقای مهندس رنجبر که در مزرعه تحقیقاتی به من کمک کردند سپاسگزارم. در خاتمه برای همه این عزیزان از درگاه خداوند متعال، سلامتی و سعادت روزافزون خواهانم.

خدایا چنان کن سرانجام کار تو خشنود باشی و ما رستگار

با احترام فراوان

شهریور ۱۳۸۹- لسان اله عسگری مهر

چکیده

تنش سرما یکی از مهمترین عواملی است که اثرات مختلفی بر رشد و نمو اندامهای رویشی و زایشی، ترکیبات شیمیایی و فیزیولوژی گیاهان دارد و از مهمترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود. باتوجه به اهمیت کلزا، به عنوان یک گیاه مهم روغنی، و به منظور ارزیابی اثرات تنش سرما بر ویژگیهای تشریحی، ریخت‌شناسی، بیوشیمیایی و جوانه‌زنی رقم Okapi کلزا سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. در آزمایش اول گیاهان شاهد در اواسط مهرماه کشت شدند و درآزمایش دوم و سوم گیاهان دیر کشت شده و تحت تنش متوسط و شدید سرما بودند. در هر سه سطح تنش گیاهان با مقادیر ۰ (N0)، ۷۵ (N1)، ۱۵۰ (N2)، ۲۲۵ (N3) کیلوگرم برهکتار نیتروژن تیمار شدند.

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که اثر تنش سرما بر روی ضخامت و تعداد لایه‌های پوست، ضخامت منطقه آوند آبکش، ضخامت منطقه آوند چوبی، قطر دهانه آوند چوبی، تعداد آوندها در ساقه، ضخامت مغز، ضخامت استوانه مرکزی و قطر ساقه معنی‌دار بوده است. مریستم راسی در گیاهان شاهد زودتر به مریستم زایشی تبدیل شد در حالی که در گیاهان تنش سرما دیده با تاخیر انجام گرفت و مراحل رویان‌زایی به تاخیر افتاد. البته کاربرد ازت موجب تسریع در رویان‌زایی شد.

در تیمارهای سرما شاخص‌های جوانه‌زنی مانند طول ریشه، وزن خشک هیپوکوتیل و وزن خشک ریشه، در سطح احتمال ۱٪ و وزن تر ریشه و وزن تر لپه و اپی‌کوتیل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود.

میزان پرولین تحت تأثیر تنش سرما در سطح احتمال ۱٪ افزایش نشان داد. نیمرخ الکتروفورزی پروتئین کل، افزایش شدت رنگ باندهای ۲۴، ۲۸، ۳۷، ۳۸، ۴۳ و ۹۸ کیلودالتونی را در گیاهان تحت تنش سرما نشان داد.

واژه‌های کلیدی: *تنش سرما، کلزا، پرولین، پروتئین کل، ویژگی‌های تشریحی، جوانه‌زنی*

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- اهداف پژوهش ۲

۱-۲- مشخصات گیاه شناسی تیره شب بو(Brassicaceae) ۳

۱-۲-۱- گیاه‌شناسی کلزا ۴

۱-۲-۲- مشخصات گیاه کلزا ۵

۱-۲-۳- فنولوژی گیاه کلزا ۵

۱-۲-۴- تاریخچه کلزا ۷

۱-۲-۵- اهمیت اقتصادی گیاه کلزا ۸

۱-۳- تنش‌های زیستی وغیرزیستی ۹

۱-۳-۱- مسیرهای نشانه‌دهی تنش در یک نظر اجمالی ۱۰

۱-۳-۲- تنش سرما ۱۰

۱-۳-۳- عادت به سرما و نقش آن در ایجاد تحمل به انجماد ۱۳

۱-۴- مکانیسم‌های بردباری به سرما ۱۴

۱-۴-۱-نقش اسمولیت ها درالقای تحمل به تنش سرما ۱۴

۱-۴-۲- نقش پروتئین ها در ایجاد تحمل به تنش سرما ۱۶

۱-۴-۳-نقش قندهای محلول و نامحلول در تحمل تنش سرما ۱۹

۱-۴-۴- نقش کلسیم در ارتباط با تحمل تنش سرما ۲۰

۱-۴-۵- نقش نیتروژن در بردباری تنش سرما ۲۰

۱-۵- نقش ABA در تنش های غیر زیستی ۲۱

فصل دوم: مواد و روشها ۲۳

۲-۱- شرایط و مشخصات اجرای طرح ۲۴

۲-۲- مطالعات سلولی- بافت‌شناخت ۲۴

۲-۲-۱- برداشت و تثبت نمونه‌ها ۲۴

۲-۲-۲ برش‌های دستی ۲۵

۲-۲-۳- برشهای میکروتومی ۲۷
۲-۳- آزمون جوانه‌زنی ۳۳
۲-۴- آنالیزهای بیوشیمیایی ۳۴
۲-۴-۱- سنجش غلظت پرولین ۳۴
۲-۴-۲- استخراج پروتئین ۳۵
۲-۴-۳- سنجش پروتئین ۳۶
۲-۴-۴- الکتروفورز به روش SDS-PAGE در سیستم بافری ناپیوسته..... ۳۷
۲-۴-۴-۱- طرز تهیه بافرها و محلولهای لازم ۳۸
۲ -۴-۴-۲- طرز تهیه ژل زیرین و رویی ۴۰
۲-۴-۴-۳- تثبیت پروتئین ۴۴
۲-۴-۴-۴- رنگ‌آمیزی ژل با کوماسی بلو ۴۵
۲-۴-۴-۵- رنگبری ژل ۴۵
۲-۴-۴-۶- تجزیه و تحلیل نوارهای پروتئینی روی ژل ۴۵
۲-۵- محاسبات آماری ۴۶

فصل سوم: نتایج ۴۷

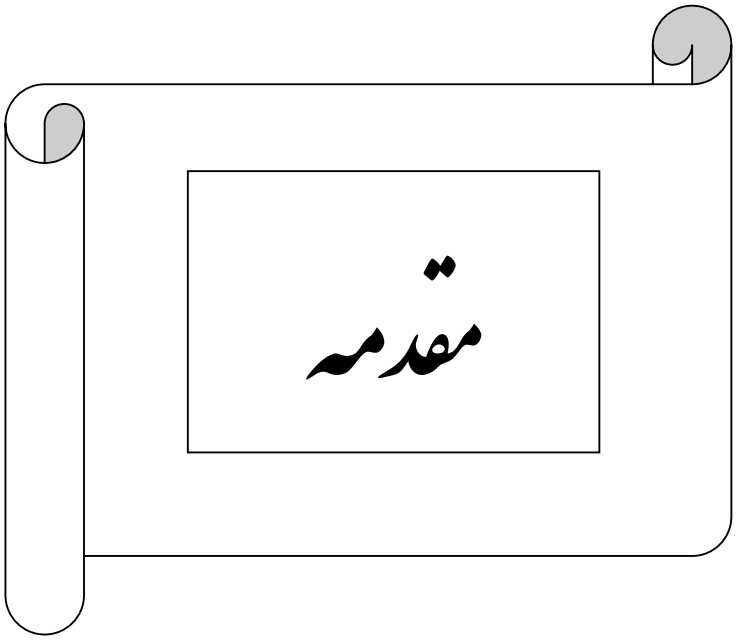
۳-۱- بررسی ساختارهای تشریحی ۴۸
۳-۱-۱- قطر ساقه ۴۹
۳-۱-۲- ضخامت پارانشیم پوست و نسبت آن به کل ساقه ۵۰
۳-۱-۳- تعداد لایه های پارانشیم پوست ۵۰
۳-۱-۴- ضخامت استوانه مرکزی و نسبت آن به کل ساقه ۵۱
۳-۱-۵- ضخامت منطقه آوند آبکشی و نسبت آن به کل ساقه ۵۳
۳-۱-۶- ضخامت منطقه آوند چوبی ۵۴
۳-۱-۷- ضخامت پارانشیم مغز و نسبت آن به کل ساقه ۵۵
۳-۱-۸- نسبت منطقه آوند چوبی به آوند آبکشی ۵۶
۳-۱-۹- تعداد کل آوندهای چوبی در ساقه ۵۷
۳-۱-۱۰- قطر آوندهای چوبی متازایلم ۵۷
۳-۲- مریستم راسی ساقه ۶۵

۳-۲-۱- مقایسه مریستم راسی گیاهان شاهد و تحت تنش سرما ۶۵
۳-۲-۲- مقایسه مریستم راسی گیاهان تحت تیمار ازت و تنش سرما ۶۶
۳-۳- بررسی دستگاه زایشی ۶۸
۳-۳-۱- بررسی مراحل نموی دستگاه زایشی گیاه کلزا ۶۸
۳-۳-۲- مقایسه اثر سرما و ازت بر مراحل تکوینی دستگاه زایشی ۶۹
۳-۴- آزمون جوانه زنی ۷۴
۳-۵- آنالیزهای بیوشیمیایی ۸۸
۳-۵-۱- تجمع پرولین آزاد ۸۹
۳-۵-۲- پروتئین کل ۹۰

فصل چهارم: بحث و تفسیر ۹۲
۴-۱- ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و زایشی ۹۳
۴-۲- آزمون جوانه زنی ۹۷
۴-۳- بررسی‌های بیوشیمیایی ۱۰۰
۴-۳-۱- میزان تجمع پرولین ۱۰۰
۴-۳-۲- غلظت و تنوع پروتئین..... ۱۰۲
۴-۴- نتیجه‌گیری ۱۰۵

فصل پنجم: منابع ۱۰۷

فصل اول



۱-۱- اهداف پژوهش

از بین انواع تنشهای محیطی، تنش سرما و انجماد، صدمات فراوانی را بـه محصـولات کشاورزی وارد می‌کند. با توجه به نیاز کشور به واردات بیش از هشتاد درصد روغن، توجه بـه کشت و توسعه گیاهان روغنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بین گیاهان روغنـی، کلـزا به علت تولید روغن مرغوب در بین دانه‌های روغنی حائز اهمیت است. ازآنجایی که برخـی از ارقام گیاه کلزا در پاییز در کشور کشت می‌شود، بـروز تـنش سـرما در ایـن گیاهـان در فصـل زمستان ممکن است موجب خسارت شود. از این رو بررسی اثر تـنش سـرما بـر سـاختارهای رویشی و زایشی این گیاه در مراحل مختلف نموی مد نظر بود.

کلزا فصل نامساعد سرد را به صورت روزت گذرانده و در اوایل بهار مبادرت به تولید ساقه گل‌دهنده می‌نماید. از این رو تأثیر تنش سرما درمراحل مختلف نموی قبل از سـرمادهی، در اواسط دوره سرمادهی، از سرگیری رشد رویشی و مرحله گلـدهی مـدنظر بـود. بـرای ایـن منظور نمونه برداری‌هایی از اندامهای رویشـی و زایشـی در مراحـل ذکـر شـده انجـام شـد و ارزیابی‌های مورفولوژیک و ساختار تشریحی صورت گرفت. به منظور بررسی اثر تـنش سـرما بر جوانه‌زنی کلزا و تأثیر آن بر نمو دانه‌رستها آزمون جوانه زنی برروی بذور حاصل از گیاهـان تحت تنش سرما و شاهد انجام گرفت.

به منظور بررسی اثر تنش سرما بر گیاه کلزا، آزمایشـی بـا رقـم Okapi در سـه تـاریخ کشت مختلف، تاریخ کشت مناسب (اواسط مهرماه) کشت دیر (اول آبان مـاه) تـاریخ کشـت نامناسب (اواسط آبان ماه) در کرج کشت شده بود. نمونه‌برداریهایی در مراحل مختلـف نمـوی

در قبل از شروع سرما به عنوان شاهد، اواسط دوره سرمادهی (اواسط بهمن ماه)، از سرگیری رشد رویشی (اواخر اسفند)، شروع گلدهی و مرحله زایشی (فروردین ماه) صورت گرفت.

برای پی بردن به تغییرات ساختاری برشهایی از اندامهای رویشی و زایشی گیاهان شاهد (کشت در زمان مناسب) و در شرایط تنش (کشت دیرهنگام) تهیه شده و مورد بررسی قرار گرفت.

ارزیابی‌های مولکولی در سطح پروتئین و سنجش پرولین برروی گیاهان شاهد و تیمار شده انجام گرفته است. همچنین آزمون جوانه‌زنی با تیمار سرمایی برروی بذور این رقم کلزا صورت گرفته تا تأثیر تنش سرما بر میزان جوانه‌زنی، وضعیت گیاهک و دانه‌رستها بررسی شود تا بتوان پاسخ آن را به سرما ارزیابی نمود.

۱-۲- مشخصات گیاه‌شناسی تیره شب بو (Brassicaceae)

گیاهان تیره شب بو گیاهانی علفی یکساله، دوساله ویا چند ساله و پایا که گاهی به صورت بوته‌های چوبی و سخت هستند. برگها متناوب، فاقد گوشوارک واغلب دارای تقسیمات کم وبیش عمیق وسلول‌هایی با محتوای میروزین می‌باشند. گل‌ها اغلب زرد رنگ شامل ۴ کاسبرگ و چهار گلبرگ، گل آذین خوشه و عاری از برگک است. گلبرگ ها در قاعده باریک و سیخ مانند که دو به دو، متقابل و چلیپایی هستند و بطور متناوب با کاسبرگ‌ها قرار دارند. پرچم ها به تعداد ۶ عدد بوده که به ندرت به ۴ یا ۲ عدد تقلیل می یابند. از ۶ پرچم موجود ۴ عدد بلند و۲ عدد کوتاه و به اصطلاح Tetradyname هستند که دو پرچم کوتاه در حلقه خارجی واقعند. میله پرچم‌ها معمولا بالدار یا دارای زائده و یا دندانه‌دار و غدد نکتاری

موجود می‌باشد. تخمدان آزاد و شامل دو برچه متصل به هم با تمکن کناری که با چهار شکاف طولی باز می‌شود. میوه کپسول دوخانه و دارای دو قاچ که از قاعده باز می‌گردد و گاهی درازی قابل ملاحظه‌ای داشته و در این صورت خورجین (Silique) و گاهی کروی یا قلب مانند بوده و در این حالت خورجینک (Silicule) نام می‌گیرد. در بعضی موارد میوه ناشکوفا و گاهی نیز به شکل تسبیح بوده و میوه در بین دانه‌ها فشرده و دانه‌ها همراه پوسته به شکل فندقه‌هایی در می‌آید، در این حالت میوه در بین دانه‌ها مسدود می‌شود. دانه‌ها اغلب دارای موسیلاژ، فاقد آندوسپرم، رویان به ندرت شیاردار، راست یا خمیده است (مبین، ۱۳۶۴).

۱-۲-۱- گیاه‌شناسی کلزا

گیاه کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. در زبان انگلیسی Rapeseed و در زبان فرانسه Colza نامیده می‌شود. سلسله مراتب رده‌بندی این گیاه به قرار زیر است (احمد قهرمان، ۱۳۷۳):

Kingdom : Plantae
Division : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
SubClass : Magnoliidae
Order : Capparales
Family : Crucifereae (Brassicaceae)
Genus : Brassica
Species: *Brassica napus* L.

۱-۲-۲- مشخصات گیاه کلزا

کلزا با عدد کروموزومی ۲n=۳۸ (آلوتتراپلوئید) یک گونه آمفی دیپلوئید است که از تلاقی بین گونه‌ای کلم روغنی (*B.oleracea*) و گونه شلغم روغنی (*B.campestris*) و دوبرابر شدن کروموزوم‌های هیبرید حاصل به وجود آمده است. کلزا گیاهی علفی با دوره رشد یکساله است که دارای دو تیپ بهاره و پاییزه می‌باشد. ارتفاع این گیاه بین ۲۰۰-۵۰ سانتی متر متغیر است. پس از به گل نشستن ساقه اصلی، رشد ساقه‌های فرعی آغاز می‌شود. برگ‌های کلزا به سه فرم چسبیده ساقه‌آغوش، چسبیده معمولی ودارای دمبرگ مشاهده می‌شود. گل‌آذین به شکل خوشه بلندی است که درآن گلها از قسمت پایین خوشه شروع به شکفتن می‌کند. این گیاه عمدتا خودگشن بوده که میزان خودگشنی آن ۶۷ تا ۷۸ درصد می‌باشد. میوه کلزا خورجینی به طول ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است که فاقد کرک بوده و در انتها به یک منقار منتهی می‌شود. هر خورجین دارای ۲ برچه می‌باشد و در هر خورجین ممکن است ۱۵ تا ۴۰ دانه تشکیل شود. خورجین‌ها پس از رسیدن از قسمت پایین باز می‌شوند و دانه‌ها می‌ریزند. با اصلاح ارقام مقاوم به ریزش، تا حد زیادی از میزان این خسارت کاسته شده است. دانه کلزا دارای شکل کروی بوده و معمولا به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه می‌باشد. دانه‌ها هر چه نارس‌تر باشند، روشن‌تر خواهند بود (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۸۱).

۱-۲-۳- فنولوژی گیاه کلزا

کلزا گیاهی است یک‌ساله که همانند سایر نباتات دارای مراحل خاص فنولوژیکی می‌باشد. آگاهی از هریک از این مراحل خاص رشدی، امکان شناسایی نقاط ضعف و قوت

گیاه را در هر یک از این مراحل روشن می‌سازد و نیازهای خاص گیاه را برای مبارزه با آفات و بیماری‌ها، مشخص می‌نماید. اصولا مراحل رشدی گیاه کلزا را می‌توان به ۷ مرحله، A ، B، C، D، E F و G تقسیم نمود.

الف) مرحله A یا مرحله جوانه زدن: در این مرحله گیاه دو برگ ابتدایی قلبی شکل داشته و حالت ایستاده به خود می‌گیرد.

ب) مرحله B یا مرحله روزت: این مرحله با عنایت به تعداد برگ ظاهر شده، به چند مرحله B_1، B_2، B_3، B_4، B_5 و...و B_N تقسیم می‌گردد. این مرحله در گیاه زمانی ایجاد می‌شود که به غیر از دو برگ لپه‌ای، برگ‌های دیگر ظاهر می‌شوند. در مراحل اولیه رشد برگ‌ها رو به بالا متمایل شده و سپس به حالت خوابیده در سطح خاک قرار می‌گیرند. فواصل بین گره‌ها کوتاه است.

پ) مرحله C یا مرحله رشد رویشی: در این مرحله پس از پایان مرحله روزت، گیاهان به شدت به رشد رویشی متمایل شده و شروع به ساقه دهی می‌نمایند. در این مرحله میان‌گره‌ها قابل قابل دیدن هستند.

ت) مرحله D یا مرحله ظهور غنچه‌های گل: از این مرحله به بعد به تدریج غنچه‌های گل به طور مجتمع ظاهر شده و به تدریج گل‌آذین‌های اولیه و ثانویه ظاهر می‌شوند.

ث و ج) مرحله E و F یا مرحله گل‌دهی: در این مرحله ابتدا غنچه‌های گل از هم مجزا شده و اولین گل‌ها باز شده و به تدریج به تعداد گل‌های باز افزوده می‌شود.

چ) مرحله G یا مرحله شکل‌گیری غلاف: این مرحله بسته به وضعیت رشد غلاف‌ها، خود به ۵ مرحله دیگر تقسیم می‌شود که طی آن طول آنهابه مرور از کمتر از ۲ سانتی‌متر به حدود ۴

سانتی‌متر افزایش یافته و سرانجام غلاف‌ها به صورت توده‌ای در روی گیاه دیده می‌شود (صدق آمیز و همکاران، ۱۳۸۰).

۱-۲-۴-تاریخچه کلزا

در آثار به جای مانده از دوران نوسنگی در مصر، در نوشته‌های هندوها که از ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد به دست آمده و به ویژه در کتیبه‌های یونانی، رومی و چینی باقی‌مانده از سال‌های ۲۰۰ تا ۵۰۰ سال قبل از میلاد به گیاهان روغنی جنس Brassica و ارزش دارویی آن‌ها اشاره شده است (Li, 1980). اعتقاد بر این است که زراعت تجاری کلزا و خردل در اروپا از اوایل قرون وسطی آغاز گردیده است. از اوایل قرن شانزدهم، زراعت تجاری کلزا در هلند ثبت شده است. در آن زمان از روغن این گیاه به عنوان سوخت چراغ و روان‌کننده ماشین‌های بخار استفاده می‌شده است. در نیمه دوم قرن ۱۷ گونه‌های مختلف کلزا به همراه جو و کنجاله یولاف در اسکاتلند مورد استفاده قرار می‌گرفت (Smout, 1969). کشت تجاری کلزا از سال ۱۹۴۲ در قسمتی شمالی آمریکا یعنی کشور کانادا شروع شده و امکان استفاده از روغن کلزا برای مصرف خوراکی مورد توجه قرار گرفت و منجر به استخراج روغن خوراکی از کلزا در سال‌های ۱۹۵۶ تا ۱۹۷۵ گردید. در سال ۱۹۶۸، اولین رقم کلزا با میزان اسید اروسیک[1] پایین در کانادا تولید شد. امروزه کانادا به یک تولیدکننده عمده کلزا تبدیل شده است. زراعت کلزا در استرالیا از سال ۱۹۶۸ آغاز شد و رقم‌های مورد کشت متعلق به هردو گونه کلزا و شلغم روغنی بود که از کانادا و ژاپن به این کشور وارد شده بود.

[1]. Erosic acid

تولید کلزا در ایران از هنگام آغاز برنامه‌های کشت دانه‌های روغنی در دهه ۱۳۴۰ خورشیدی به چشم می‌خورد. سطح زیرکشت کلزا در سال ۱۳۷۲، ۹۴/۵ هکتار، در سال ۱۳۷۹ برابر ۲۵۹۳۹ هکتار و در سال ۱۳۸۱ بالغ بر ۷۰ هزار هکتار بوده است. با بررسی نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده، مشخص شده است که توسعه کشت کلزا در کشور امکان‌پذیر بوده و توجه به مسائل به زراعی و به نژادی آن حائز اهمیت می‌باشد (جنوبی و همکاران، ۱۳۸۳).

۱-۲-۵- اهمیت اقتصادی گیاه کلزا

روغن کلزا هم اکنون سومین منبع مهم روغن خوراکی پس از سویا و نخل روغنی است (Nowlin, 1991). ارقام بدون اروسیک اسید مقادیر زیادی اسیدهای چرب اشباع نشده مانند اولئیک اسید، لینولئیک اسید و لینولنیک اسید اندوخته می‌کنند که برای تغذیه پستانداران کاملا مناسب هستند. روغن کلزا با ۶۱٪ اولئیک اسید، ۲۰٪ لینولئیک اسید و ۱٪ لینولنیک اسید، در حال حاضر بهترین روغن مورد قبول در تغذیه انسان است (Spasibionek *et al*., 2004).

دانه کلزا دارای ۴۰ تا ۴۸ درصد روغن در دانه و ۳۸ تا ۴۵ درصد پروتئین در کنجاله می باشد ومیزان رطوبت دانه آن در حدود ۵ درصد است نسبت اسید لینولئیک به اسیدلینولنیک در روغن کلزا تقریبا ۱/۲ می‌باشد که برای مصرف انسان نسبت متعادلی به شمار می‌رود. کنجاله کلزا حاوی ۱۳ درصد فیبر می‌باشد. وجود مقدار نسبتاً زیاد فیبر در کنجاله یک عامل محدود کننده در استفاده از آن به عنوان خوراک دام محسوب می‌شود، زیرا توان تولید انرژی را در جیره غذایی کاهش می‌دهد. پوسته کلزا تقریبا ۱۶/۵ تا ۱۸/۵ در صد وزن خشک دانه را

تشکیل می‌دهد ثابت شده است که رنگ پوسته دانه کلزا با ترکیب شیمیایی دانه در ارتباط می‌باشد (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۸۱).

۱-۳- تنش‌های زیستی وغیرزیستی

تنش زیستی یک نیرو یا شرایط مخالف است که بازدارنده عملکرد نرمال در یک سیستم بیولوژیکی به عنوان مثال در گیاهان می‌باشد (Mahajan and Tuteja, 2005). در یک شرایط بیولوژیکی ممکن است برای یک گیاه تنش محسوب شود و برای گیاه دیگر مطلوب باشد. پاسخ های سلولی اصولا بوسیله برهم کنش ماده خارج سلولی با یک پروتئین غشای پلاسمای است. مولکول خارج سلولی به عنوان لیگاند است و پروتئین غشای پلاسمای که با لیگاند باند و بر هم کنش می‌دهد، رسپتور است (Jones *et al*., 1989).

تنش‌های غیرزیستی و زیستی باعث از دست دادن ارزش هزاران میلیون دلار در سال به علت کاهش و خسارت در محصولات زراعی می‌شوند درحقیقت این تنش‌ها تهدیدی برای ثبات صنعت کشاورزی هستند. جمعیت جهان با سرعت فراوانی رو به افزایش است و انتظار می‌رود تا پایان سال ۲۰۵۰ به حدود شش میلیارد نفر برسد. از طرف دیگر تولیدات غذایی به علت اثرات تنش‌های غیرزیستی در حال کاهش هستند. بنابراین برای به حداقل رساندن این تلفات روش‌های گوناگونی مورد نیاز است. سرما ، خشکی و شوری در میان تنش‌ها، رشد و تولیدات گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این جاست که گسترش محصولات مقاوم به تنش‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است (Mahajan and Tuteja, 2005).

۱-۳-۱- مسیرهای نشانه‌دهی تنش در یک نظر اجمالی

تنش ابتدا توسط گیرنده‌های موجود در غشای سلول‌های گیاهی دریافت می‌شود. سیگنال سپس به پایین‌دست منتقل می‌شود و این موجب تولید پیامبرهای ثانویه که شامل کلسیم، گونه‌های واکنش‌گر اکسیژنی (ROS[1]) و اینوزیتول فسفات‌ها می‌شود.

ژن‌های پاسخ دهنده به تنش‌های مختلف می‌توانند به طور عمده به ژن‌های اولیه و آخری طبقه‌بندی شوند. ابتدا ژن‌ها در مدت چند دقیقه از دریافت نشانه تنش القاء می‌شوند در عوض، بسیاری از ژن‌های دیگرشامل دسته القاء شده دیر می‌شوند، که توسط تنش آرام‌تر فعال می‌شوند، مثال بعد از ساعت‌ها پس از دریافت تنش، القاء می شوند. این ژن‌ها شامل ژن‌های اصلی پاسخ دهنده به تنش هستند مانند RD[2] (پاسخ دهنده به کم‌آبی)/KIN[3] (القاء توسط سرما) و COR[4] (تنظیم شونده با سرما)، که پروتئین‌هایی را رمز و تنظیم می‌کنند. برای مثال پروتئین‌های LEA[5] (پروتئین‌های فراوان در مراحل پایانی رویان‌زایی)، آنتی‌اکسیدان‌ها، پروتئین‌های پایدارکننده غشاء و اسمولیت‌ها را می‌سازند (Mahajan and Tuteja, 2005).

۱-۳-۲- تنش سرما

هرگیاه دارای یک مجموعه منحصر به فرد از نیاز دمایی است که برای رشد و نمو مناسب بهینه هستند. یک مجموعه از شرایط دما که برای یک گیاه بهینه است ممکن است برای گیاه دیگر بسیار تنش‌زا باشد. بسیاری از گیاهان، به خصوص آنهایی که بومی مکان‌های گرم

1. Reactive oxygen species
2. Responsive to dehydration
3. Cold-induced
4. Cold-regulated
5. Late-embryogenesis abundant