بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی تنوع ژنتیکی و تاثیر تنش خشکی در گونه های جنس براسیکا (*Brassica* spp)

پایانامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات

فاطمه رشیدی

استاد راهنما

دکتر محمد مهدی مجیدی

۱۳۹۲

کلیه حقوق مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات خانم فاطمه رشیدی

تحت عنوان

بررسی تنوع ژنتیکی و تاثیر تنش خشکی در گونه های جنس براسیکا (*Brassica* spp)

در تاریخ ۱۳۹۲/٦/۱۸ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر محمد مهدی مجیدی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر مهدی قیصری
۳- استاد داور	دکتر آقافخرمیرلوحی
٤- استاد داور	دکتر امیر مساح
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر جهانگیر خواجه علی

تقدیم نامه

این اثر ناچیز تقدیم به

پدر دلسوزم

و

مادر مهربانم

که از نگاهشان صلابت

از رفتارشان محبت

و از صبرشان ایستادگی را آموختم

و تقدیم به

برادران بزرگوارم و خواهر عزیزم

تشکر و قدردانی

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و درود بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است.

سپاسگزار و قدردان زحمات پدر و مادرم هستم و زحمات و فداکاری های آنها را ارج می نهم که در تمام مراحل تحصیل با سختی و مشقت همواره پشتیبان و مشوق من بوده اند و زلال ترین سپاس ها را تقدیم می کنم به برادران و خواهر عزیزم.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر مجیدی به خاطر راهنمایی های علمی و رهنمودهای ارزنده شان که همواره در تمام مراحل این پژوهش مرا پشتیبانی نمودند کمال تشکر و امتنان را دارم. از جناب آقای دکتر مهدی قیصری که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می-کنم. از جناب آقای دکتر میرلوحی و دکتر مساح که به بنده افتخار دادند و زحمت داوری را بر عهده گرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دیگر اساتید گران قدر گروه زراعت و اصلاح نباتات که افتخار شاگردی ایشان را داشتم، دکتر سعیدی، دکتر ارزانی، دکتر سبز علیان و دکتر رحیم ملک کمال تشکر و قدردانی را دارم. از دوست همراه و بسیار عزیزم خانم مهشید پیربویری صمیمانه تشکر می نمایم و برایش آرزوی سلامتی و پیروزی از درگاه خداوند منان را دارم. از جناب آقای مقصودی که در به ثمر رساندن این پایان نامه مرا از کمک های شایانشان بی دریغ نساختند کمال تشکر و سپاس را دارم. از جناب آقای مهندس خزایی، کیان مهر و عراقی که در مسیر انجام این پایان نامه از مساعدت هایشان بسیار بهره مند شدم تشکر می نمایم. از دوستان و همکلاسی های دلسوز و مهربانم خانم ها فرشته رستم خانی، وحیده سادات رضوی، مهناز زرگر، الهام پاپی موسوی و آقایان مسعودی، ملکی، بهرامی و حسینی و دیگر همکلاسی های خوبم که بدون کمک های این عزیزان هیچ گاه این پایان نامه بدین شکل انجام نمی شد، کمال تشکر را دارم و لطف این دوستان همیشه در خاطرم خواهند ماند. از بچه های ارشد اصلاح ۸۹ و آقای برزویی تشکر و قدردانی می نمایم.

فاطمه رشیدی

تابستان ۱۳۹۲

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و تحمل به تنش خشکی در گونه های جنس براسیکا (*Brassica* spp) با بهره‌گیری از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انجام شد. مواد ژنتیکی تعداد ۳۶ ژنوتیپ از ۷ گونه‌ی جنس براسیکا بودند که در قالب ۳ محیط رطوبتی (عدم تنش، تنش متوسط، تنش شدید) در سال زراعی ۹۲-۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنوع بالایی بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد مطالعه وجود داشت. بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در هر سه سطح محیط رطوبتی مربوط به تعداد غلاف در شاخه اصلی و کمترین آن مربوط به صفت روز تا رسیدگی بود. اثر متقابل رقم و محیط برای اکثر صفات معنی‌دار مشاهده شد که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها به محیط‌های رطوبتی می باشد. میانگین اکثر صفات در سطوح تنش نسبت به شرایط عدم تنش کاهش نشان دادند ولی میانگین صفات میزان حساسیت به شته و میزان پرولین در سطوح تنش متوسط و تنش شدید نسبت به عدم تنش افزایش یافت. میانگین میزان کلروفیل و کارتنوئید در تنش متوسط افزایش ولی در تنش شدید کاهش یافت. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی متعلق به صفات طول غلاف(۹۹٪)، روز تا گلدهی(۹۷٪) و وزن هزار دانه(۹۰٪) و کمترین آن متعلق به صفات قطر طوقه(۲۲٪) و تعداد انشعاب فرعی(۳۵٪) بود. میانگین عملکرد دانه در محیط تنش متوسط ۳۰/۶۹ درصد و در محیط تنش ۴۷/۴۲ درصد نشان داد ولی این کاهش در تنش متوسط نسبت به عدم تنش معنی‌دار نبود. از بین گونه‌های مورد مطالعه گونه‌ی *B. napus* در هر سه محیط رطوبتی بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. گونه‌ی *B. rapa* در شرایط عدم تنش کمترین عملکرد را نشان داد ولی در شرایط تنش رطوبتی متوسط و شدید گونه‌ی *B. friticulosa* افت عملکرد بالایی نشان داد. کمترین میزان حساسیت به شته را گونه‌ی *B. nigra* نشان داد. همچنین در هر سه محیط رطوبتی گونه‌ی *B. rapa* زودرس‌ترین و گونه‌ی *B. juncea* بلند قامت‌ترین بود. ضرایب همبستگی نشان داد که در شرایط عدم تنش رطوبتی، بین عملکرد دانه با صفات روز تا رسیدگی، قطر طوقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، میزان کلروفیل و کارتنوئید همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همچنین در شرایط تنش متوسط عملکرد با اکثر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک همبستگی مثبتی نشان داد. در شرایط تنش شدید همبستگی عملکرد فقط با وزن هزار دانه، میزان پرولین و میزان کلروفیل مثبت و معنی‌دار بود. به منظور تعیین صفات دخیل در توجیه تنوع عملکرد دانه رگرسیون گام به گام انجام شد. نتایج رگرسیون گام به گام در بین گونه‌ها و تحت شرایط رطوبتی مختلف متفاوت بود ولی به‌طور کلی صفات روز تا رسیدگی و تعداد غلاف در بوته نسبت به سایر صفات در عدم تنش سهم بیشتری بر روی عملکرد نشان دادند. در شرایط تنش متوسط صفات روز تا رسیدگی و تعداد شاخه‌فرعی و در شرایط تنش شدید صفت محتوی نسبی آب بیشترین سهم را در توجیه عملکرد دانه دارا بودند. نتایج تجزیه خوشه‌ای گونه‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در هر سه سطح رطوبتی توانست تا حدودی گونه‌ها را بر اساس قرابت ژنومی و ژنتیکی از همدیگر تفکیک نماید. به منظور ارزیابی تحمل به خشکی از شاخص‌های حساسیت به خشکی(SSI)، شاخص تحمل(TOL)، شاخص متوسط تولید(MP)، شاخص میانگین هندسی تولید(GMP) و شاخص تحمل به تنش(STI) استفاده شد. در ترسیم نمودار سه بعدی بر اساس شاخص STI در شرایط تنش متوسط گونه *B. napus*، *B. carinata* و *B. juncea* در گروه A.(دارای تولید بالا در هر دو محیط تنش و عدم تنش) قرار گرفتند ولی در تنش شدید فقط گونه‌های *B. napus* و *B. carinata* در این گروه قرار گرفتند. همچنین نتایج بای‌پلات شاخص‌ها و تجزیه به مولفه‌های اصلی در شرایط تنش متوسط گونه‌های *B. napus* و *B. carinata* را به‌عنوان بهترین گونه‌ها از نظر عملکرد بالا و حساسیت پایین به تنش خشکی شناسایی کرد در حالی‌که در تنش شدید بهترین گونه از جنبه تولید بالا و حساسیت پایین گونه‌ی *B. napus* شناسایی شد.

کلمات کلیدی: بای پلات،کلزا، گونه وحشی، تنوع بین گونه ای، تنش خشکی

فهرست مطالب

عنوان — **صفحه**

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-کلیات و اهداف ۲

۱-۲- منشا و اهمیت گیاهی ۴

۱-۳- گیاهشناسی کلزا ۵

۱-۴- سازگاری ۶

۱-۵-ارقام کلزا ۸

۱-۶- اهداف و روش‌های اصلاحی در کلزا ۸

۱-۷- تنوع ژنتیکی و اهمیت آن ۹

۱-۸- تنش خشکی و اثر آن بر گیاه ۱۱

۱-۹- مکانیسم‌های تحمل به خشکی در گیاهان ۱۲

۱-۱۰-اصلاح برای تحمل به خشکی ۱۳

۱-۱۱- شاخص‌های انتخاب برای مقاومت به تنش خشکی ۱۴

۱-۱۲- تحمل به خشکی در کلزا ۱۶

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- مکان آزمایش و مواد ژنتیکی مورد استفاده ۱۹

۲-۲- نحوه اجرای آزمایش در مزرعه ۲۱

۲-۳- نحوه‌ی اعمال تنش ۲۱

۲-۴- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری ۲۲

۲-۴-۱- صفات مورفولوژی ۲۲

۲-۴-۲- صفات فیزیولوژی ۲۴

۲-۴-۳- محاسبه شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی ۲۶

۲-۵-تجزیه و تحلیل آماری ۲۷

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- آمار توصیفی، ضریب تغییرات فنوتیپی، ژنوتیپی و قابلیت توارثپذیری عمومی ۲۹

۳-۲- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات ۳۳

۳-۲-۱- تعداد روز تا رسیدگی ۳۶
۳-۲-۲- تعداد غلاف در بوته ۳۷
۳-۲-۳- وزن هزار دانه ۴۴
۳-۲-۴- عملکرد دانه در بوته ۴۴
۳-۲-۵- تعداد شاخه فرعی در بوته ۴۵
۳-۲-۶- ارتفاع بوته ۴۶
۳-۲-۷- طول غلاف ۴۶
۳-۲-۸- میزان حساسیت به شته ۴۷
۳-۲-۹- درصد روغن ۴۸
۳-۲-۱۰- محتوی نسبی آب برگ (RWC) ۴۸
۳-۲-۱۱- پرولین ۴۹
۳-۲-۱۲- محتوی کلروفیل(a+b) ۵۰
۳-۲-۱۳- میزان کارتنوئید ۵۱
۳-۳- همبستگی بین صفات ۵۲
۳-۴-تجزیه رگرسیون مرحله‌ای ۵۷
۳-۵- تجزیه ضرایب مسیر (علیت) ۶۲
۳-۶- گروهبندی گونه‌ها (تجزیه کلاستر) ۶۷
۳-۷- شاخص های تحمل و حساسیت به خشکی ۷۲
۳-۷-۱- تجزیه واریانس و مقایسات میانگین شاخص ها ۷۲
۳-۷-۲- مقایسات میانگین شاخص ها در گونه‌ها ۷۷
۳-۷-۳- ضرایب همبستگی بر اساس مقادیر شاخص‌ها ۷۹
۳-۷-۴-ترسیم نمودار سه بعدی بر اساس شاخص ها در ارقام کلزا ۸۰
۳-۷-۵-ترسیم نمودار سه بعدی بر اساس شاخص ها در گونه‌های کلزا ۸۲
۳-۷-۶- تجزیه به مولفه‌های اصلی و ترسیم بای پلات ارقام ۸۴
۳-۷-۷- ترسیم بای پلات گونه‌های مختلف کلزا ۸۷

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۴-۱- نتیجه‌گیری ۸۹
۴-۲- پیشنهادها ۹۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: مشخصات ۳۶ نمونه از ۷ گونه و زیر گونه جنس Brassica ۲۰

جدول۲-۲: امید ریاضی مربوط به منابع تغییرات طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی ۲۷

جدول ۲-۳: تجزیه واریانس مرکب طرح بلوک کامل تصادفی برای صفات مرفولوژی، زراعی و فیزیولوژیک ۲۷

جدول ۳-۱: آمار توصیفی صفات مورفولوژیک بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ جنس براسیکا در سه سطح تنش خشکی ۳۱

جدول ۳-۲: دامنه صفات مورفولوژیک بررسی شده در۶گونهی براسیکا در سه سطح تنش خشکی ۳۲

جدول ۳-۳: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ۳۶ ژنوتیپ جنس براسیکا در شرایط شاهد ۳۴

جدول ۳-٤: تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد ۳۶ ژنوتیپ جنس براسیکا در شرایط شاهد ۳۴

جدول ۳-۵: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ در شرایط تنش متوسط ۳۴

جدول ۳-٦: تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ در شرایط تنش متوسط ۳۵

جدول ۳-۷: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ در شرایط تنش شدید ۳۵

جدول ۳-۸: تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ در شرایط تنش شدید ۳۵

جدول ۳-۹: تجزیه واریانس مرکب صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ جنس براسیکا ۳۶

جدول ۳-۱۰: تجزیه واریانس مرکب صفات عملکرد و اجزای عملکرد بررسی شده در ۳۶ ژنوتیپ جنس براسیکا ۳۶

جدول ۳-۱۱: مقایسه میانگین ارقام کلزا در سطوح رطوبتی و اثر متقابل ارقام و سطوح رطوبتی برای برخی صفات ۳۸

جدول ۳-۱۲: مقایسه میانگین ارقام کلزا در سطوح رطوبتی و اثر متقابل ارقام و سطوح رطوبتی برای برخی صفات ۳۹

جدول ۳-۱۳: مقایسه میانگین ارقام کلزا در سطوح رطوبتی و اثر متقابل ارقام و سطوح رطوبتی برای برخی صفات ۴۰

جدول ۳-۱٤: مقایسه میانگین ارقام کلزا در سطوح رطوبتی برای صفات پرولین، کلروفیل و کارتنوئید ۴۱

جدول ۳-۱۵: میانگین صفات بررسی شده در ۷ گونهی براسیکا در سه سطح تنش خشکی ۴۲

جدول ۳-۱٦: ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی و تنش متوسط رطوبتی ۵۵

جدول ۳-۱۷: ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی و تنش شدید رطوبتی ۵۶

جدول ۳-۱۸: نتایج رگرسیون مرحله ای برای عملکرد دانه در هر سه سطح تنش خشکی در گونهی *B. napus* ۵۹

جدول ۳-۱۹: نتایج رگرسیون مرحله ای برای عملکرد دانه در هر سه سطح تنش خشکی در گونهی *B. rapa* ۶۰

جدول ۳-۲۰: نتایج رگرسیون مرحله ای برای عملکرد دانه در هر سه سطح تنش خشکی در گونهی *B. oleracea* ۶۱

جدول ۳-۲۱: تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه ارقام کلزا در هر سه سطح تنش خشکی در گونهی *B. napus* ۶۳

جدول ۳-۲۲: تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه ارقام کلزا در هر سه سطح تنش خشکی در گونهی *B. rapa* ۶۵

جدول ۳-۲۳: تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه ارقام کلزا در هر سه سطح تنش خشکی در گونهی *B. olerace* ۶۶

جدول۳-۲٤: میانگین صفات در هر یک از گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر در شرایط بدون تنش ۶۹

جدول۳-۲۵: میانگین صفات در هر یک از گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر در شرایط تنش متوسط ۷۱

جدول۳-۲٦: میانگین صفات در هر یک از گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر در شرایط تنش شدید ۷۲

جدول ۳-۲۷: تجریه واریانس شاخص های مقاومت به خشکی در شرایط عدم تنش، تنش متوسط و تنش شدید ۷۳
جدول۳-۲۸: مقایسه میانگین عملکرد و شاخص‌های مقاومت و حساسیت به خشکی در عدم تنش و تنش متوسط ۷۵
جدول۳-۲۹: مقایسه میانگین عملکرد و شاخص‌های مقاومت و حساسیت به خشکی در عدم تنش و تنش شدید ۷۶
جدول۳-۳۰: مقایسه میانگین عملکرد و شاخص‌های مقاومت و حساسیت گونه‌های کلزا در عدم تنش و تنش متوسط ۷۸
جدول۳-۳۱: مقایسه میانگین عملکرد و شاخص‌های مقاومت و حساسیت گونه‌های کلزا در عدم تنش و تنش شدید ۷۸
جدول ۳-۳۲: همبستگی ساده شاخص های مقاومت به خشکی ارقام کلزا در شرایط تنش متوسط تنش شدید ۸۰
جدول ۳-۳۲ : نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس شاخص‌های خشکی در شرایط تنش متوسط و تنش شدید ۸۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: روابط ژنومی گونه‌های مختلف جنس براسیکا براساس مثلث یو..... ۶

شکل ۳-۱- نمودار خوشه‌ای به روش ward گونه‌های مختلف کلزا در شرایط عدم تنش رطوبتی..... ۶۸

شکل ۳-۲- نمودار خوشه‌ای به روش ward گونه‌های مختلف کلزا در شرایط تنش متوسط رطوبتی..... ۷۰

شکل ۳-۳- نمودار خوشه‌ای به روش ward گونه‌های مختلف کلزا در شرایط تنش شدید رطوبتی..... ۷۲

شکل ۳-۴- نمودار سه بعدی بر اساس شاخص STI و عملکرد در دو محیط تنش متوسط خشکی و عدم تنش در ارقام..... ۸۱

شکل ۳-۵- نمودار سه بعدی بر اساس شاخص STI و عملکرد در دو محیط تنش شدید خشکی و عدم تنش در ارقام..... ۸۲

شکل ۳-۶- نمودار سه بعدی شاخص STI و عملکرد در دو محیط تنش متوسط خشکی و عدم تنش در گونه‌ها..... ۸۳

شکل ۳-۷- نمودار سه بعدی شاخص STI و عملکرد تحت دو محیط تنش شدید خشکی و عدم تنش در گونه‌ها..... ۸۴

شکل ۳-۸- نمودار بای پلات بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی در شرایط تنش متوسط خشکی..... ۸۶

شکل ۳-۹- نمودار بای پلات بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی در شرایط تنش شدید خشکی..... ۸۷

شکل ۳-۱۰- نمودار بای پلات شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی در گونه‌ها در شرایط تنش متوسط..... ۸۸

شکل ۳-۱۱- نمودار بای پلات شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی در گونه‌ها در شرایط تنش شدید..... ۸۸

فصل اول
مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-کلیات و اهداف

گیاهان زراعی نقش عمده‌ای در تغذیه جمعیت جهان دارند و این موضوع به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران مشهودتر است. در میان گونه های مختلف گیاهان تنها ۵ یا ٦ گونه گیاهی است که نزدیک به ۸۰ درصد نیازمندی‌های انسان را تامین می‌کند که عمده‌ترین آن‌ها شامل غلات، گیاهان روغنی، قندی و علوفه‌ای است [۵۶].

گیاهان دانه روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. از جمله گیاهان دانه روغنی مهم آفتاب‌گردان، کلزا، سویا و گلرنگ می‌باشند [۳۷]. این محصولات حاوی ۲۰ الی ۵۰ درصد روغن می‌باشند که در اغلب موارد حاوی ترکیبات متوازنی از اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع هستند [۱۷]. کلزا یکی از مهمترین گیاهان روغنی است که نقش عمده‌ای در تامین روغن خوراکی انسان داشته و از این نظر مقام سوم را بعد از سویا و نخل روغنی دارد [۹۱].

تنش معمولاً به‌عنوان یک عامل خارجی که اثرات سوء بر گیاه بجا می‌گذارد، تعریف می‌شود [۱۱]. تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران شناخته شده است [۴۸]. خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته است. حدود یک سوم اراضی جهان با کمبود بارندگی مواجهند و نیمی از این اراضی دارای بارندگی سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلیمتر می‌باشند [۵۵]. در کشور ما نیز به‌جز سواحل دریای خزر و قسمت‌های کوچکی از شمال غربی کشور بقیه مناطق جزء نقاط خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردند و این درحالی است که مناطق خشک کشورمان نسبت به مناطق نیمه خشک آن، از وسعت بیشتری برخوردار است [۵۹].

گیاه روغنی کلزا، به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی اغلب نقاط کشور در جهت افزایش تولید بذر برای روغن خوراکی از سال‌ها پیش مورد توجه واقع شده است و سطح زیر کشت آن در کشور افزایش قابل توجهی یافته به‌طوری که در سال ۱۳۷۹ به ۱۹ هزار هکتار رسید [۲۷]. کلزا به آب زیادی احتیاج ندارد ولی در مراحل جوانه زنی، دوره رزت، ساقه‌روی، تولید گل آذین، تشکیل میوه و رشد دانه‌ها نیاز آن به آب محسوس است [۳]. عمل انتخاب برای مکانیسم تحمل به خشکی در برنامه‌های به‌نژادی به دلیل عدم وجود سازوکارها و روش‌های آزمایشگاهی مناسب محدود است. فقدان ژنوتیپ‌هایی که بتوانند در مراحل مختلف رشد به تنش محیطی واکنش نشان دهند نیز مزید بر علت شده است. احتمال اینکه ژن‌های مقاومت به خشکی در یک گیاه جمع شده و توسط روش‌های فیزیولوژیک شناخته شود، بسیار کم است. به همین دلیل عملکرد دانه و ثبات و پایداری عملکرد در شرایط تنش محیطی معیار خاصی برای انتخاب گیاهان متحمل به خشکی در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد [۴۴]. همواره هدف از تهیه ارقام و گونه‌های متحمل به خشکی، معرفی ارقام و گونه‌هایی بوده که بطور نسبی در مقایسه با سایرین تنش را بهتر تحمل کرده و در شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد یکسانی بوده و یا تفاوت عملکرد کمی داشته باشند [۱۰۴].

اصلاح گیاهان دارای اهدافی است که از آن جمله می‌توان به افزایش تولید، مقابله با بیماری‌ها و بهبود کیفیت اشاره نمود. از طرفی دخالت انسان در اصلاح گیاهان باعث کاهش تنوع در مخازن ژنی این گیاهان شده است [۲۳]. پیشرفت در اصلاح گیاهان نیاز به تنوع ژنتیکی و شناخت صحیح تنوع موجود در ژرم‌پلاسم دارد. آگاهی از تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی و ارتباط آن‌ها با گونه‌های وحشی یکی از مهم‌ترین جنبه‌ها در بهبود عملکرد محصولات است [۳۱]. بیشترین تنوع ژنتیکی یک گونه گیاهی را می‌توان در ارقام بومی و نیز در گونه‌های وحشی خویشاوند آن مشاهده کرد [۵]. موفقیت کلزا به عنوان یک گیاه دانه روغنی تجاری بطور عمده به عملکرد و محتوای روغن آن بستگی دارد، با این حال تنوع ژنتیکی درون گونه‌های زراعی محدود است [۱۹]. آگاهی از پتانسیل ژنتیکی خویشاوندان وحشی گونه‌های زراعی براسیکا و جنس‌های مربوط به قبیله براسیکا به منظور تثبیت و انجام برنامه‌های اصلاح بلند مدت برای این گیاهان امری حیاتی

است. به علاوه گونه‌های وحشی وخویشاوندان محصولات زراعی سازگاری وسیعی به شرایط آب و هوائی مختلف داشته و حامل ژن‌های بسیار مفیدی هستند [۱۳۰]. در بدو امر این ذخایر ژنتیکی به‌عنوان منابع مقاومت به انواع بیماری‌ها محسوب شدند، اما اخیراً این گونه‌های گیاهی به‌عنوان منابع بالقوه برای صفاتی نظیر کیفیت، مقاومت به شوری، مقاومت به سرما، مقاومت به خشکی، مقاومت به ورس، زودرسی، کیفیت و عملکرد موردتوجه قرار گرفته اند [۱۳۶].

تنوع و تغییرات ژنتیکی، اساس شروع هر برنامه‌ی به‌نژادی است و موفقیت برنامه‌های اصلاحی در گرو وجود تنوع مناسب وکافی بین ارقام و گونه‌های مورد استفاده می‌باشد. از طرفی خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی می‌باشندکه تولیدات کشاورزی را در کشور ما با محدودیت روبرو می‌سازد. بنابراین با توجه به مطالعات اندک در زمینه بررسی قرابت ژنتیکی گونه‌ها و تنوع ژنتیکی در گونه‌های کلزا به‌ویژه در شرایط مختلف رطوبتی این پژوهش اهداف زیر را دنبال می‌کند.

۱- بررسی تنوع ژنتیکی و روابط فیلوژنی در ارقام وگونه‌های جنس *Brassica* با استفاده از ارزیابی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک.

۲- بررسی اثر سطوح تنش خشکی بر روی عملکرد دانه، روغن، صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی گونه‌های جنس براسیکا و شناسایی گونه‌ها و ارقام مقاوم و حساس به خشکی.

۳- مقایسه تحمل به خشکی ارقام و گونه‌های کلزا بر اساس صفات مختلف و شاخص‌های تحمل به خشکی و تعیین متحمل‌ترین آن‌ها برای استفاده در مطالعات به‌نژادی آینده.

۱-۲- منشا و اهمیت گیاهی

کلزا (*Brassica napus*) گیاهی متعلق به تیره شب بو (*Cruciferae-Brassicaceae*) است. این تیره ازجدا گلبرگان، گیاهی علفی با دوره رشد یک ساله است. میوه به شکل‌های خورجین و خورجینک دیده می‌شود [۶]. ارقام زراعی کلزا به دو گونه براسیکا نیپوس (*Brassica napus*) یا کلزای معمولی و براسیکا راپا مترادف با براسیکا کمپستریس (*B. rapa, B. campestris*) یا شلغم روغنی تعلق دارند. کلزای معمولی در اروپای جنوبی و از تلاقی شلغم روغنی (*Brassica rapa*) با کلم (*B. oleracea*) منشاء یافته و ظاهرا در قرن هیجدهم به آسیا و سایر نقاط جهان گسترش پیدا کرد. شلغم روغنی از حدود ۲۰۰۰ سال پیش در منطقه وسیعی از غرب اروپا تا چین و کره و از نروژ تا صحرای آفریقا و هند مورد کشت و کار بوده است. شواهد نشان می دهندکه شلغم روغنی نیز در اروپا منشاء یافته است. اما بعضی آسیای مرکزی، افغانستان و هند را نیز به عنوان منشاء شلغم روغنی شناخته اند [۲۲]. منقرض شدن گونه‌های اجدادی اصلی و وجود ترکیبات گیاهی مشابه در بیش از یک گونه‌ی این جنس باعث سردرگمی و طبقه بندی‌های اشتباه توسط گیاهشناسان اولیه شده بود، درهرحال پنج گونه از آن به عنوان گیاهان روغنی در سراسر دنیا کشت می شوند. *Brassica*

napus با ژنوم AC و n=۱۹ ، *Brassica rapa* با ژنوم A و n=۱۰ ، *Brassica juncea* با ژنوم AB و n=۱۸، *Brassica carinata* با ژنومBC و n=۱۷ و *Sinapsis alba* با ژنوم D و n=۱۲ این پنج گونه را تشکیل می‌دهند [171]. روابط ژنومی گونه‌های اصلی جنس براسیکا پیچیده است. از تلاقی بین سه گونه دیپلوئید خردل سیاه *B. nigra*، کلم*B. oleracea* و شلغم روغنی *B. campestris* ، همچنین سه گونه آمفی دیپلوئید کلزای معمولی، خردل هندی *B. juncea* و خردل حبشی *B. carinata* به وجود آمده‌اند. این گونه ها بر اثر تلاقی طبیعی و گزینش مصنوعی در یک دوره طولانی تکامل یافته‌اند و اکثر آنها دارای تیپ‌ها و زیرگونه‌های متعدد می‌باشند که از لحاظ مورفولوژیک و فیزیولوژیک با هم تفاوت دارند [۶۳]. یو [۱۹۸] با تولید آمفی دیپلوئیدهای مزبور بصورت مصنوعی، روابط بین دیپلوئیدها و آمفی دیپلوئیدهای مذکور را اثبات نمود که بعدها تحت عنوان مثلث یو نامگذاری شد (شکل ۱-۱). کلزا به دلیل بالا بودن روغن زیاد (۴۰ تا ۴۵ درصد روغن خالص در دانه)، کیفیت خوب روغن (فاقد کلسترول)، کشت‌وکار آسان، عملکرد مطلوب در مقایسه با سایر محصولات، صفات زراعی ویژه و ثبات نسبی عملکرد، قابلیت استفاده صنعتی از روغن آن، استفاده در صنعت زنبورداری، امکان استفاده از فرآورده‌های جانبی آن، قابلیت جایگزینی در تناوب، کشت به صورت بهاره و پاییزه، تحمل در برابر شوری خاک، توقع اندک نسبت به مواد غذایی موجود در خاک، مقاومت به سرما و شرایط اقلیمی مناطق مختلف کشور، توانایی بالقوه بالایی برای تامین قسمت عمده‌ی روغن مورد نیاز کشور و کمک به اقتصاد خانواده‌های کشاورز را داراست [۱۶ و ۶۰].

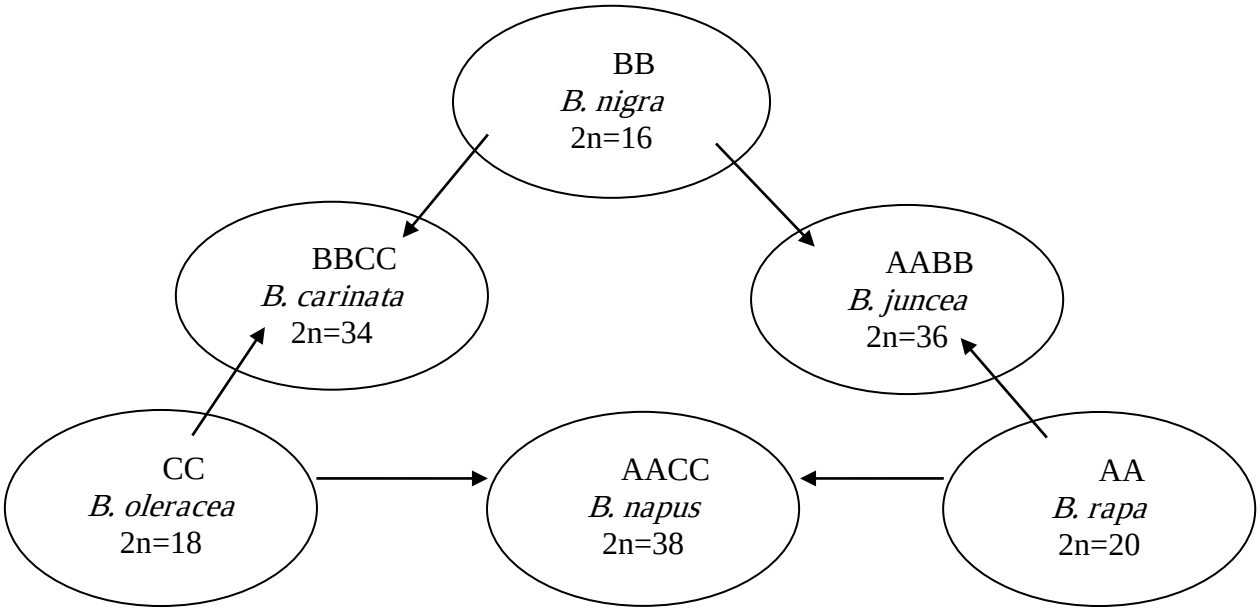
۱-۳- گیاهشناسی کلزا

کلزا گیاهی علفی با ریشه‌های مستقیم، ضخیم و طویل با عمق بیش از ۱/۵ متر می‌باشد. ارتفاع ساقه این گیاه در دامنه‌ای از ۵۰ تا ۲۵۰ سانتی‌متر (بسته به محیط و ژنوتیپ) می‌باشد که دارای رنگ سبز کمرنگ می-باشد [۲۲]. گیاهی است یکساله با دوره‌ی رشد یکساله که به دو تیپ بهاره و پاییزه تقسیم می‌شود [۴۵]. گل‌ها عمدتاً به رنگ زرد روشن و دارای ٤ کاسبرگ ، ٤ گلبرگ و ٦ پرچم بود که دو عدد آنهاکوتاهتر و ٤ عدد آنها بلند است وگل‌ها روی یک گل آذین خوشه‌ای بلند قرار دارند که در انتهای ساقه اصلی وشاخه ها بوجود می‌آید و تعداد تابع آب و هوا، روش‌های زراعی ونوع واریته است. دوره گلدهی نیز ۳ تا ۵ هفته و گاه حتی بیشتر طول می‌کشد.گل‌ها معمولاً خودگشن بوده ولی حدود ۳۰ درصد دگرگشنی دارند که در به-کارگیری حشرات وکندوهای زنبور می‌تواند در باردهی بیشتر دانه موثر باشد. میوه کلزا غلافی بلند و باریک به نام خورجینک است که پس از تلقیح از پایین به طرف بالا شروع به تشکیل شدن می‌نماید وطول آن به ۵ تا ۱۰ سانتیمتر می‌رسد که در موقع رسیدن ممکن است باز شده و موجب ریزش بذرها شود. این غلاف‌ها محتوی ۱۵ تا۴۰ بذر کوچک گرد هستند و استحکام غلاف‌ها یک صفت مفید واریته است[۲۲]. در مرحله‌ی روزت ارتفاع گیاه بسیار کم بوده و فاصله‌ی بندها به هم نزدیک می‌باشد. برگ‌های روزت اغلب بیضوی و

چند قسمتی با یک لوب بزرگ در راس برگ بوده و دارای دمبرگ نیز می‌باشند. مرحله‌ی روزت مهمترین پدیده فنولوژیک است که در نحوه زمستان گذرانی و تحمل به سرمای گیاه کلزا و بقای آن نقش بسیار حیاتی ایفا می‌کند. یک روزت خوب و قوی با ۸ برگ حقیقی، قطر طوقه ۵ میلیمتر و طول ریشه ۷ تا ۹ سانتیمتر قادر است سرمای ۱۳- تا ۱۷- سانتیگراد را تحمل کند [۳۰ و ۳۷].

۱-۴- سازگاری

کلزا ابتدا در مناطقی از نیمکره شمالی و نیمکره جنوبی که آب و هوای معتدل دارند کشت شد ولی اصلاح نباتات حدود کاشت آن را به نحو قابل ملاحظه‌ای گسترش داد و امروزه به صورت تجارتی در بسیاری از کشورهای جهان کاشت می‌شود. طیف سازگاری اقلیمی این گیاه نسبتا وسیع است و از عرض جغرافیایی نزدیک به ٤٠ درجه جنوبی (در قاره استرالیا) تا بیش از ٦٠ درجه شمالی (در نروژ و کانادا) مورد کشت‌و کار قرار می‌گیرد. در ایران می‌تواند در ارتفاع کمتر از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی) تولید گردد [۲۲].



شکل ۱-۱: روابط ژنومی گونه‌های مختلف جنس براسیکا براساس مثلث یو.

گونه‌های مختلف به شرایط اقلیمی معینی سازگار شده‌اند. به واسطه تنوع گسترده اقلیمی و سیستم‌های زراعی، معمولا ارقام، بهترین سازگاری را در منطقه‌ای نشان می‌دهند که برای کشت در آن اصلاح شده‌اند. دوره رشدکلزا ممکن است به کوتاهی ۷۰ روز یا در برخی ارقام زمستانه چینی به بلندی ۳۸۰ روز باشد [۱۹۴]. کلزا در تمام مراحل رشد در مقابل سرما مقاوم است. می‌توان آن را به صورت بهاره و هم به صورت پاییزه کشت نمود. برای بیشتر ارقام حداقل دما برای زنده ماندن منهای ۱۰ درجه سانتیگراد است و در مرحله

نمو می‌تواند دمای ٤٠ درجه سانتیگراد را برای دوره‌های محدود تحمل نماید [۲۲]. در کشورهای تولید کننده کلزا گونه‌های جنس براسیکا به دامنه وسیعی از خاک‌ها متحمل هستند. این گونه‌ها می‌توانند PH بین ۵/۵ تا ۸ را تحمل کنند و در حالت ایده‌آل، خاک باید دارای ساختمان خوب، زه‌کشی مناسب، دارای قابلیت نگهداری رطوبت و عمیق باشد [۷۳]. برای حصول جوانه زنی سریع و رشد مناسب گیاهچه لازم است بذر کلزا در یک بستر بذر مرطوب، گرم و تهویه‌دار و دارای خاک مناسب کشت شود. کلزا از قدرت شاخه‌دهی خوبی برخوردار است و در تراکم‌های کم می تواند با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی تا حدود زیادی تراکم کم گیاه در واحد سطح را جبران نماید. برای رسیدن به عملکرد بالا، تراکم کلزا در پاییز باید بین ۶۰ تا ۸۰ بوته در متر مربع باشد. برای رسیدن به این نتیجه، استفاده از ۶ تا ۸ کیلوگرم بذر در هر هکتار الزامی می‌باشد. فاصله ردیف‌های کاشت از ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها از هم از ۲ تا ۳ سانتی متر متغییر است [۲]. کلزا به هنگام جوانه زنی و در مراحل رشد غلاف‌ها حساس به خشکی بوده وحساسیت مسئله زمانی اوج می‌گیرد که رشد گیاهچه جوان تازه استقرار یافته با کمبود آب مواجه گردد. معمولا در کشت کلزا به طورگسترده از آبیاری استفاده نمی‌شود [۴۵].

ارقام پاییزه جهت ایجاد ساقه و گل به طور حتم باید در معرض حرارت‌های پایین قرار گیرند. دمای مناسب برای بهاره شدن ۱ تا ۴ درجه سانتیگراد بوده که انجام آن ۲۰ الی ۶۰ روز به درازا می‌کشد. در مرحله ساقه‌روی و رشد سریع، مناسب‌ترین درجه حرارت ۲۰ الی ۲۲ درجه سانتی گراد می‌باشد. درجه حرارت بالا در زمان گلدهی باعث ایجاد تنش رطوبتی، عدم جذب عناصر غذایی و کاهش عناصر غذایی و کاهش عملکرد خواهد شد. کلزا در خلال رشد رویشی، قادر است حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد را به مدت محدودی تحمل کند. بروز سرمای شدید در مرحله روزت، برگ‌های مسن و پیر را از بین می‌برد ولی به طور معمول طوقه، سالم مانده و رشد مجدد توسط برگ‌های جوان و یا از طریق مریستم طوقه صورت می‌پذیرد. همچنین تولید ریشه‌های جدید توسط رشد مجدد مریستم‌های ریشه انجام خواهد پذیرفت [۲]. رشد کلزا اغلب در دماهای بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد انجام می‌گیرد. کلزا به دماهای بالا بخصوص در زمان گلدهی بسیار حساس است، حتی اگر رطوبت کافی در دسترس گیاه باشد. به دلیل تبخیر وتعرق بالای این گیاه که در حدود ۷۴۰ میلی متر در یک دوره رشد می‌باشد، شرایط آب و هوایی مرطوب را به خشکی ترجیح می‌دهد [۴۵]. در طول دوره پر شدن دانه، در کلزا تحمل بیشتری به دمای بالا وجود دارد. هر چند که مقدار روغن دانه وقتی که بذرها در دمای پایین (۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی گراد) پر شوند، بیشترین حد است، دوره‌های طولانی با دمای بالا در طول پر شدن دانه‌ها باعث کاهش مقدار روغن و کاهش کیفیت بذر خواهد شد [۱۹۲].

آفات عمومی مانند سفیده کلم، کرم آگروتیس، کرم غوزه، پنبه، کرم برگ‌خوار چغندر قند، شب پره گاما، تریپس‌ها، زنجره‌ها و غیره که به کلزا حمله نموده و خسارات زیادی کلزا وارد می‌سازند. کلزای زراعی

به خصوص به خسارات شته‌ها حساس بوده و آسیب زیادی از آن‌ها می‌بیند. شته‌ها با تغذیه از جوانه انتهایی گیاه سبب کاهش شدیدی در دانه‌بندی می‌شوند [۲۲]. بیماری‌های شایع در کلزا عبارتند از لکه سیاه برگ که لکه‌های سیاه یا قهوه ای روی برگ‌ها و ساقه‌ها بوجود می‌آورد، سفید شدن ساقه یا پوسیدگی ساقه که روی ساقه زخم‌هایی به رنگ سفید و روی برگ‌ها به رنگ خاکستری ایجاد می‌نمایند. از دیگر بیماری‌های کلزا می‌توان زنگ سفید، سوختگی سیاه کلم و سفیدک داخلی کلم را نام برد. با توجه به اینکه خویشاوندان وحشی گونه‌های زراعی، به‌صورت انکار ناپذیری ذخایر ژنتیکی خوبی به‌خصوص برای مقاومت به بیماری‌ها می‌باشند با بهره‌گیری از گونه‌های وحشی می‌توان نسبت به اصلاح برخی از این ویژگی‌ها اقدام کرد.

۱-۵-ارقام کلزا

ژنوتیپ‌های کلزا را ممکن است از نظر مقدار اسیدهای اروسیک و اولئیک در روغن و مقدار گلوکوزینولات‌ها در کنجاله گروه‌بندی نمود [۲۲]:

- ارقام یا ژنوتیپ‌هایی که بیش از ۴۵ درصد اسید اروسیک دارند، برای استخراج اسید اروسیک که کاربرد وسیعی در صنعت دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ارقامی که اسید اروسیک آن پایین است اما مقدار زیادی اسید اولئیک و مقدار کمی لینولنیک دارند. روغن این ارقام نیز کاربرد وسیعی در صنایع مختلف دارد.
- ارقامی که کمتر از 2 درصد اسید اروسیک در روغن و کمتر از ۳۰ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله دارند و درگروه کانولا قرار می‌گیرند.

۱-۶- اهداف و روش‌های اصلاحی در کلزا

اهداف اصلاحی با اولویت بالا شامل تحمل به دیرکشتی و مقاومت زمستانه، ارتفاع گیاه و مقاومت به ورس، مقاومت به بیماری ساق سیاه، پژمردگی ورتیسیلیوم و اسکلروتینیا، مقادیر بسیار اندک اسید اروسیک و گلوکوزینولات‌ها، مقدار بالای روغن و عملکرد بازار پسند بذر می‌باشند [۱۰۸]. اصلاح ژنتیکی کلزا از نظر صفات زودرسی، پاکوتاهی، شاخص برداشت و عملکرد بیشتر در واحد سطح وبهبود کیفیت روغن وکنجاله از جمله اهداف مهم به‌نژادی این گیاه روغنی برای تولید ارقام مناسب در اغلب کشورهای جهان بوده است [۴۸].

از جمله روش‌های اصلاحی کلاسیک در کلزا می‌توان به انتخاب شجره‌ای و بک‌کراس اشاره کرد که در سطح وسیعی در تولید لاین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸۱]. کلزا به دلیل سیستم گرده‌افشانی خاص خود و به‌منظور تولید ارقام آزاد گرده افشان، ارقام هیبرید ویا ارقام سینتتیک (مخلوط چندرقم یا لاین) اصلاح می‌شود. انتخاب توده‌ای یکی ازقدیمی‌ترین روش‌ها بوده که دراصلاح کلزا بکاررفته است. این روش

به‌ویژه دردوگونهٔ *B. napus* و *B. Juncea* کاربرد بیشتری دارد زیرا این گونه‌ها خود گرده‌افشان بوده وحساس به پسروی ناشی ازخویش آمیزی اجباری نیستند. روش شجره‌ای نیز دراصلاح کلزا کاربرد داشته است. تلاقی برگشتی روشی است که برای انتقال صفاتی جدید مثل مقاومت‌ها، ترکیب مختلف اسید چرب، رنگ بذر ومقاومت به علفکش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتخاب دوره‌ای نیز یکی ازروش‌های مؤثر دراصلاح کلزا است. اصلاح ازطریق روش دی‌هاپلوئید ازطریق کشت بساک ودانه گرده درهرسه گونه‌ی کلزا انجام شده است. البته تلفیق روش دی‌هاپلوئید وشجره‌ای هم امکان پذیر است. تهیه هیبرید درصورت وجود هتروزیس یکی ازروش‌های بسیاد مفید می‌باشد. درکشورهای چین، استرالیا وکانادا هیبریدها به صورتی تجارتی تولید وکشت می‌شوند. به‌نژادی ازطریق ژنتیک مولکولی یا مهندسی ژنتیک درکلزا به عنوان گیاه پیش قراول بکار برده شده است و ارقام ترانس ژنیک بسیاری تولید شده است. به نظر می‌رسد تلفیق روش‌های اصلاح نوین با روش‌های به‌نژادی کلاسیک، آینده‌ی درخشانی را در اصلاح کلزا نوید می‌دهد [۴]. برای گونه‌های خود ناسازگار مانند *B. rapa* روش‌های اصلاحی مناسب برای گونه‌های آلوگاموس جزیی (به استثنا روش بک‌کراسینگ) مناسب نیست. برای این گونه انواع مختلف از انتخاب دوره‌ای به منظور تولید ارقام با عملکرد بالا مناسبتر است [۱۰۱].

۱-۷- تنوع ژنتیکی و اهمیت آن

اساس علم اصلاح نباتات بر وجود تنوع ژنتیکی در جوامع گیاهی استوار است و اصولاً بدون وجود تنوع، به‌نژادی و انتخاب مفهومی نخواهد داشت [۴۱]. وجود تنوع ژنتیکی جهت انتخاب والدین در برنامه‌های اصلاح نباتات دارای اهمیت زیادی می‌باشد [۱۴۳]. موفقیت در اصلاح یک گیاه زراعی، در درجه اول به دسترسی تنوع ژنتیکی موجود در آن گیاه بستگی دارد، ضمن اینکه تنوع ژنتیکی یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار است و وجود تنوع ژنتیکی در نظام‌های زراعی با درس گرفتن از طبیعت باید همواره مد نظر قرار گیرد [۸]. تنوع ژنتیکی اساس به نژادی است که از تکامل طبیعی ناشی شده و از اجزاء مهم پایداری نظام‌های بیولوژیک محسوب می‌شود. تنوع ژنتیکی به علت تمایز جغرافیایی و یا به علت موانع ژنتیکی تلقیح-پذیری و تلاقی‌پذیری می‌باشد [۷]. مدیریت و استفاده صحیح از تنوع موجود در ارقام محلی و خویشاوندان وحشی یک گونه گیاهی در اجرای برنامه‌های موثر اصلاحی بسیار مهم است. اولین قدم در اصلاح یک گیاه، شناسائی دقیق ساختار ژرم‌پلاسم آن گیاه است که این مطلب خود نمونه‌گیری منظم و دقیق از ژرم‌پلاسم را برای اهداف اصلاحی و حفاظتی امکان‌پذیر خواهد ساخت [۱۱۶، ۱۲۲ و ۱۲۳].

در مجموع تنوع زیستی به تغییرات درون موجودات زنده جهان در حالیکه تنوع ژنتیکی به مجموع تغییرات ژنتیکی درون هر گونه یا جنس اشاره دارد. به طور کلی تنوع را می‌توان به دو بخش تنوع بین و درون گونه‌ای تقسیم نمود [۱۹۰]. گونه‌های وحشی ذخایر ژنتیکی بسیار خوبی هستند که حاوی ژن‌های