بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات

عنوان

بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر

استاد راهنما

دکتر سعید اهری‌زاد

استاد مشاور

دکتر محمد مقدم واحد

پژوهشگر

محسن برادری باویل علیایی

بهمن‌ماه ۱۳۹۰ شماره پایان‌نامه: ۹

تقدیم به محضر مقدس

آقا امام زمان حضرت حجه ابن الحسن العسکری (علیه السلام)

یا سیدی بأبی أنت و امی و نفسی لک الوقاءو الحمی

گفتم شبی به مهدی (عج) بردی دلم ز دستم　　من منتظر به راهت شب تا سحر نشستم

گفتا حجاب وصلت باشد، هوای نفست　　گر نفس را شکستی دستت رسد به دستم

اللهم عجل لولیک الفرج

و

تقدیم به شهدا و امام شهیدان (رحمة الله علیهم) که به ما درس ((ما می توانیم)) را آموختند.

و

تقدیم به دو شمع فروزان زندگانیم، پدر و مادر مهربانم

تقدیر و تشکر

هوالمحمود

حمد و سپاس بیکران خدایی را که ابتدای خلقت دنیاییم را نطفه‌ای بی‌قدر و آخر آن را جسدی عاجز و ناتوان قرار داد. نه در آمدنم اختیاری بود و نه در رفتنم اختیاری هست و نه در نفع و زیانم بدون اذن او مالکیتی دارم و اینها همه برای این است که مرا متوجه فقر ذاتی‌ام کند که "یا أیها الانسان انتم الفقراء الی الله و الله هو الغنی الحمید". اکنون که این پژوهش به اذن حق تعالی و در سایه لطف و رحمت بی‌پایانش به سرانجام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم تا از همه کسانی که به نحوی در انجام این پژوهش مرا یاری نمودند، تقدیر و تشکر نمایم که " من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق"

از استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر سعید اهری‌زاد کمال تشکر و سپاسگذاری را دارم، چرا که اگر راهنمایی‌های صبورانه ایشان نبود این پژوهش هرگز به سرانجام نمی‌رسید.

از استاد مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد مقدم کمال تشکر و قدردانی را دارم که همواره در طول پژوهش راهنمای اینجانب بودند.

از داور محترم، جناب آقای دکتر سید سیامک علوی‌کیا که زحمت بازخوانی و داوری پایان‌نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر اسلام مجیدی که مواد گیاهی پژوهش را در اختیار بنده قرار دادند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از تمامی اساتید محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات که در طول تحصیل خوشه‌چین خرمن علم و ادب آنها بوده‌ام نهایت سپاسگذاری را دارم.

از کارشناس محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات جناب آقای مهندس طباطبائی و کارگران محترم مزرعه تحقیقاتی به خاطر همکاری‌ها و زحماتشان تشکر می‌کنم.

از دوست عزیزم جناب آقای مهندس غفاری که در اجرای پایان‌نامه مرا یاری نمودند تشکر می‌کنم.

از دو فرشته مهربان زندگانی‌ام پدر و مادر فداکارم که هیچ وقت قدردان زحمات بی‌دریغشان نخواهم بود نهایت سپاسگذاری و تشکر را دارم. در پایان از تمام کسانی که به نحوی در اجرای پژوهش مرا یاری کردند ولی مجال ذکر نامشان نیست سپاسگذارم.

نام‌خانوادگی: برادری باویل علیایی نام: محسن

عنوان پایان‌نامه: بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر

استاد راهنما: دکتر سعید اهری‌زاد

استاد مشاور: دکتر محمد مقدم واحد

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی کشاورزی گرایش: اصلاح نباتات

دانشگاه: تبریز دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۹۰/۱۱/۱۹ تعداد صفحات: ۸۲

کلیدواژه: تنوع ژنتیکی، لاین های اینبرد نوترکیب گندم نان، صفات زراعی، عملکرد دانه

چکیده

محدود بودن اراضی کشاورزی و افزایش رشد جمعیت باعث شده است که تلاش‌های زیادی برای افزایش عملکرد در واحد سطح از راه های مختلف مانند عملیات پیشرفته زراعی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر صورت گیرد. در امر گزینش برای تولید ارقام جدید مطلوب و سازگار، اولین و مهمترین گام، اطلاع از وجود تنوع ژنتیکی است. در این مطالعه تنوع ژنتیکی ۹۶ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی دو رقم روشن (متحمل به خشکی) و سوپرهد ۲ (پرمحصول) به همراه والدین برای شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. به غیر از دو صفت تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله از نظر بقیه صفات بین لاین‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. عملکرد دانه، بیوماس، تعداد سنبله و عملکرد کاه تنوع ژنتیکی بالاتری نسبت به سایر صفات داشتند. تعداد روز تا سنبله‌دهی، ارتفاع بوته، طول گردن سنبله، سطح برگ پرچم و وزن هزاردانه از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند. طول گردن سنبله، تعداد سنبله، عملکرد دانه و سطح برگ پرچم بیشترین درصد بازده ژنتیکی را داشتند. در مقایسه میانگین‌ها، لاین‌های ۱۷۲، ۱۲۳، ۱۱۰ و ۱۰۶ به عنوان برترین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن شناسایی شدند. تجزیه رگرسیون چندگانه و علیت نشان داد که تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و وزن هزاردانه مهمترین اجزای موثر بر عملکرد دانه هستند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات و نیز بر اساس عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در رگرسیون گام به گام با داده‌های استاندارد شده و به روش Ward لاین‌ها را در چهار خوشه گروه‌بندی کرد. در هر دو تجزیه لاین‌های گروه اول از نظر عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن برتر بودند.

فهرست مطالب

عنوان

مقدمه ۱

فصل اول : بررسی منابع

۱- بررسی منابع

۱-۱- گندم ۳

۱-۱-۱- تاریخچه گندم ۳

۱-۱-۲- منشأ و ژنتیک گندم ۴

۱-۱-۳- ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای گندم ۵

۱-۲- تنوع ژنتیکی ۶

۱-۲-۱- سطوح تنوع ژنتیکی ۹

۱-۲-۲- عوامل موثر در ایجاد تنوع ژنتیکی ۱۰

۱-۲-۳- عوامل موثر در کاهش تنوع ژنتیکی ۱۳

۱-۳- برخی از مطالعات مربوط به ارزیابی تنوع ژنتیکی در گندم ۱۴

۱-۴- اهمیت صفات مورفولوژیکی ۱۷

۱-۵- لاین‌های اینبرد نوترکیب ۱۸

۱-۶- اهداف پژوهش ۱۸

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مشخصات محل اجرای طرح ۲۰

۲-۲- طرح آزمایشی و عملیات زراعی ۲۰

۲-۳- مواد گیاهی ۲۱

۲-۴- صفات مورد اندازه‌گیری ۲۱

۲-۵- تجزیه‌های آماری ۲۳

فصل سوم: نتایج و بحث

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ۲۶

۳-۲- وراثت‌پذیری خصوصی صفات ۳۰

۳-۳- بازده ژنتیکی ۳۱

۳-۴- مقایسه میانگین‌ها ۳۲

۵-۳- همبستگی بین صفات مورد ارزیابی ۵۱
۶-۳- رگرسیون چندگانه ۵۴
۷-۳- تجزیه علیت ۵۶
۸-۳- تجزیه خوشه‌ای ۵۹
۱-۸-۳- تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات مورد ارزیابی ۵۹
۲-۸-۳- تجزیه خوشه‌ای بر اساس عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن ۶۲
نتیجه‌گیری کلی ۶۹
پیشنهادها ۷۰
منابع مورد استفاده ۷۱

مقدمه

گندم یکی از قدیمی‌ترین و با ارزش‌ترین گیاهان زراعی است که تقریباً سطحی در حدود ۱۶ درصد زمین‌های زراعی دنیا را اشغال کرده است (هروی و لطیفی، ۱۳۸۲). گندم گیاه مناطق سرد و معتدل است و دارای بیشترین سازگاری نسبت به بقیه غلات بوده و در مناطقی که مقدار بارندگی سالانه از ۲۵۰ تا ۱۷۵۰ میلی متر می‌باشد رشد می‌کند (لئونارد و مارتین، ۱۹۶۳). دامنه سازگاری و اهمیت انواع مختلف گندم را می‌توان از این واقعیت استنباط کرد که این گیاه در هر ماه از سال در یکی از نقاط آب و هوایی جهان در حال برداشت است (امام، ۱۳۸۳).

در ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای جهان، نان گندم مهمترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می‌دهد و نقش عمده‌ای در تأمین انرژی و پروتئین مورد نیاز بدن دارد. نان گندم یکی از ضروری‌ترین مواد غذایی و قوت اصلی اکثریت عظیمی از مردم ایران را تشکیل می‌دهد. بر طبق آمار مختلف، متوسط سهم مصرف نان در تأمین کل انرژی مورد احتیاج حدود ۴۰ درصد است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶). اهمیت گندم در جهان با توجه به سطح زیر کشت و میزان تولید آن آشکار می‌شود به طوری که سطح زیر کشت گندم در سال ۲۰۰۹ میلادی ۲۲۳/۵۶ میلیون هکتار و میزان تولید جهانی آن ۶۸۹/۹۴۵ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۰۹).

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان از یک طرف و افزایش سطح زیر کشت گیاهان از طرف دیگر، بشر در تأمین غذای خود با مشکلات جدی روبرو است و رفع آن‌ها مستلزم افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. افزایش عملکرد در واحد سطح به دو روش به زراعی و به نژادی قابل حصول است که در این راستا تولید ارقام برتر از لحاظ عملکرد و مقاومت به تنش‌های محیطی

از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایجاد ارقام برتر با استفاده از روش‌های پیشرفته اصلاحی امکان‌پذیر است. این روش‌ها عمدتاً بر پایه گزینش استوار هستند و لازمه گزینش نیز وجود تنوع می‌باشد.

گندم از نظر خصوصیات مختلف کمی و کیفی و سازگاری با عوامل و انواع مقاومت‌ها دارای تنوع ژنتیکی وسیعی می‌باشد. بررسی‌های متعدد بیانگر این واقعیت است که هنوز از تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای و بین گونه‌ای گندم به طور کامل استفاده نشده است. در این رابطه مشخص شده است که لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گندم تنوع مطلوبی از حیث صفات کمی و کیفی نشان می‌دهند (رهایی جهرمی، ۱۳۸۰). گندم‌های وحشی ایران امروزه به عنوان مهمترین منبع بالقوه وراثتی بیش از گذشته می‌توانند در اصلاح و اعتلای عملکرد گندم زراعی به کار روند. رویشگاه‌های گندم‌های وحشی نیز که بویژه در غرب و شمال غرب ایران انتشار دارند به عنوان غنی‌ترین کلکسیون زنده اجداد گندم‌های زراعتی موجود در هلال حاصلخیز جهان محسوب می‌شوند (فخر طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۰). علاوه بر استفاده از توده‌های بومی و گونه‌های وحشی پژوهشگران علاقه‌مند به ایجاد تغییرات در داخل ارقام اصلاح‌شده نیز می‌باشند و به این منظور لاین‌های مختلف با ویژگی‌های مکمل را با هم تلاقی داده و در بین نتاج حاصل نسبت به گزینش ژنوتیپ‌های برتر اقدام می‌کنند. یکی از انواع این جمعیت‌ها جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب (RIL)[1] است. RILها لاین‌های خالصی هستند که به روش بالک تک بذری از جمعیت F_2 با خود باروری‌های مکرر تولید می‌شوند.

[1]Recombinant Inbred Lines

۱. بررسی منابع

۱-۱- گندم

۱-۱-۱- تاریخچه گندم

شواهد حاصل از کاوش‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهد که گندم به عنوان یکی از گیاهان مهم زراعی از مدت‌ها پیش مصرف خوراکی داشته است، به طوری که از سالیان بسیار دور، قبل از آنکه بشر به موارد مصرف سایر گیاهان پی‌ببرد، گندم مهمترین منبع غذایی برای آن‌ها بوده است (خدابنده، ۱۳۸۲؛ ایران‌نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۴). مدارک متعدد، مرکز پیدایش و اهلی شدن گندم را هلال حاصلخیز (منطقه‌ای در جنوب غربی آسیا) ذکر کرده‌اند (کافی، ۱۳۸۴). این گیاه حدود ۱۲ تا ۱۷ هزار سال قبل از میلاد در خاورمیانه کشت می‌شده و حدود ۱۰ تا ۱۵ هزار سال قبل از میلاد نیز در آسیا وجود داشته است. مرکز اصلی گندم‌های اولیه که شامل*Triticum monococcum* و *T. dicoccum* می‌باشند، سوریه و فلسطین بوده و گندم‌ها از این دو منطقه به مصر و بین‌النهرین و سپس به ایران آمده و از طریق ایران به هندوستان، ترکستان، چین و روسیه و سرانجام به اروپا برده شده و از طریق اروپا به سایر نقاط جهان انتقال یافته است. برخی از گیاه‌شناسان مرکز اولیه گندم را از مصر می‌دانند زیرا مقداری از دانه‌های گندم در مقبرهٔ مصریان قدیم و در کنار رود نیل به دست آمده است. این گیاه حدود شش هزار سال قبل از میلاد در مناطقی از آسیا مانند ایران، عراق، هندوستان، قفقاز و همچنین اطراف دریای مدیترانه وجود داشته و حدود سه هزار سال قبل از میلاد در چین کشت می‌شده است (خدابنده، ۱۳۸۲).

۲-۱-۱- منشأ و ژنتیک گندم

منشأ ژنتیکی گندم مثال بارزی از ترکیب گونه‌های خویشاوند در طبیعت برای تشکیل یک سری پلی‌پلوئیدی است. گونه‌های جنس *Triticum* در سه گروه پلوئیدی متشکل از دیپلوئید (۲n=۲x=۱۴)، تتراپلوئید (۲n=۴x=۲۸) و هگزاپلوئید (۲n=۶x=۴۲) طبقه‌بندی می‌شوند. در حال حاضر، ۱۱ گونهٔ دیپلوئید، ۱۲ گونهٔ تتراپلوئید و شش گونهٔ هگزاپلوئید *Triticum* شناسایی شده است. تنها دو گونهٔ *T. aestivum* (هگزاپلوئید) یعنی گندم نان و *T. turgidum* (تتراپلوئید) یعنی گندم دوروم که برای ساختن ماکارونی به کار می‌رود، از لحاظ تجاری مهم هستند. گونهٔ وحشی تتراپلوئید *T. timopheevii* منبع نرعقیمی سیتوپلاسمی است که در به نژادی گندم هیبرید به کار می‌رود (ارزانی، ۱۳۸۳). پیدایش و اهلی شدن گندم مربوط به *T.monococcum* یا گندم اینکورن[1] است که از جامعهٔ گیاه وحشی *T.aegilopoides* توسط انتخاب فرم‌های برتر و مناسب کشت و زرع تولید شده است. زمان تولید اینکورن معلوم نیست ولی احتمالاً ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بوده است. اینکورن گندمی دیپلوئید با هفت جفت کروموزوم و فرمول ژنومی AA می‌باشد. گندم تتراپلوئید امر[2] (*T. dicoccum*) از تلاقی اینکورن و یک گونهٔ وحشی با هفت جفت کروموزوم بوجود آمده است. به احتمال قوی این گونهٔ وحشی *Aegilops speltoides* است ولی ممکن است از گونه‌های وحشی *Agropyron* نیز منشأ گرفته باشد. چهار هزار سال قبل از میلاد مسیح کشت گندم امر از جنوب عراق آغاز شده و از طریق آسیای صغیر تا کناره‌های رود راین در اروپا ادامه پیدا کرده است. سایر گونه‌های تتراپلوئید گندم از امر تولید شده‌اند و همه دارای فرمول ژنومی AABB می‌باشند. گونه‌های گندم اهلی که

[1] Einkorn
[2] Emmer

دارای ۲۱ جفت کروموزوم هستند از تلاقی بین گونه‌های تتراپلوئید اهلی و گونه دیپلوئید وحشی *T. tauschii* که دارای فرمول ژنومی DD است بوجود آمده‌اند. این گندم‌های هگزاپلوئید که آمفی‌پلوئید F_1 حاصل از این تلاقی هستند، فرمول ژنومی AABBDD را دارند. تاریخ این تلاقی طبیعی به احتمال زیاد بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بوده است. گندم معمولی *(T. aestivum)* و گندم کلاب *(T. compactum)* از مهمترین گونه‌هایی هستند که دارای ۲۱ جفت کروموزوم می‌باشند (اهدائی، ۱۳۷۳).

۳-۱-۱- ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای گندم

گندم نان بی‌شک در بین گیاهان انگشت شماری که به عنوان منبع غذایی در سطح گسترده‌ای کشت می‌شوند، نقش عمده‌ای را در تأمین انرژی مورد نیاز انسان ایفا کرده و احتمالاً محوری برای شروع کشاورزی بوده است (کافی، ۱۳۸۴). این گیاه در محدودهٔ وسیعی از شرایط آب و هوائی جهان رشد می‌کند و در حقیقت سازگارترین غلات است. زمین‌های زیادی در سراسر جهان در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، به کشت آن اختصاص داده شده است، زیرا گندم غذای اصلی انسان بوده و به طور مستقیم مورد مصرف قرار می‌گیرد. به این ترتیب سطح زیر کشت و تولید جهانی آن از سایر گیاهان زراعی بیشتر است. گندم منبع اصلی کربوهیدرات‌های غذایی انسان را تشکیل داده و آرد هیچ یک از غلات از لحاظ تهیه نان و ارزش نانوایی قابل مقایسه با آرد گندم نیست. هر چند گندم از نظر برخی از اسیدهای آمینه بخصوص لیزین فقیر است ولی جزء بهترین غذاها به شمار می‌رود. نشاسته گندم به علت داشتن مقدار زیادی پروتئین به سادگی قابل هضم می‌باشد. دانه گندم حاوی مقدار زیادی مواد معدنی، ویتامین‌ها و چربی‌ها (لیپیدها) است. هرگاه فرآورده‌های گندم با مقدار کمی

پروتئین‌های حیوانی یا حبوبات مخلوط گردد، ترکیب غذائی بسیار ارزشمندی را تشکیل می‌دهد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶). تولید گندم در دنیا در درجهٔ اول برای تغذیه انسان و در درجهٔ دوم برای تغذیه پرندگان و حیوانات و مصارف صنعتی می‌باشد (خدابنده، ۱۳۸۲). از کاه این محصول در صنایع کاغذسازی و از نشاسته آن در چسب‌سازی و تهیه فرآورده‌های رختشویی استفاده می‌شود. به‌علاوه سبوس و کاه آن در تغذیهٔ دام به کار می‌رود (کاظمی، ۱۳۷۴). کلش‌گندم باعث غنی شدن خاک از مواد آلی و اصلاح کیفیت فیزیکی و شیمیایی آن می‌شود. گندم به دلیل این که دارای ریشه‌های افشان بوده و این ریشه‌ها در سطح خاک پراکنده هستند به خوبی خاک را نگهداری و از فرسایش آن جلوگیری می‌نماید. گندم یک پیش‌کشت بسیار عالی برای اکثر گیاهان زراعی است زیرا خیلی زود برداشت شده و فرصت کافی برای آماده کردن زمین برای کشت بعدی به وجود می‌آورد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۱- تنوع ژنتیکی

اصلاح نباتات مانند تکامل طبیعی متکی به تنوع و گزینش است. تنوع ماده اولیه اصلاح نباتات است و به طور طبیعی یا مصنوعی از طریق جهش، دورگ گیری، پلی‌پلوئیدی و کشت بافت ایجاد می‌گردد. وجود یک ژرم‌پلاسم گسترده و متنوع به عنوان ابزار اصلی برای اصلاح گیاهان لازم و ضروری است (دویک، ۱۹۸۴؛ چپمن، ۱۹۸۵). زراعت موفق بستگی به استفاده از ارقام پرمحصول دارد. روش‌های متداول اصلاح به منظور تولید ارقام برتر بر اساس گزینش ژنوتیپ‌های مورد علاقه در جمعیتی با تنوع ژنتیکی بالا و دست ورزی همه یا تعدادی از صفات مورد هدف در یک ژنوتیپ می‌باشد (سونیل کومار، ۱۹۹۹). تولید ارقام برتر که به افزایش تولید گندم کمک کرده است، بدون

شناسایی تنوع ژنتیکی آن‌ها امکان‌پذیر نبوده است. دانشمندان علوم گیاهی به این نتیجه رسیده‌اند که تنوع طبیعی به لحاظ دارا بودن فرم‌های پایدار و ژن‌های مطلوب و اقتصادی بودن آن، به مراتب با ارزش‌تر از تنوع مصنوعی است. موفقیت متخصصان اصلاح نباتات در آینده به حفظ ذخایر ژنتیکی در زمان حال بستگی دارد و شانس موفقیت به نژادگران در گرو امکان انتخاب مواد مناسب و وجود تنوع ژنتیکی می‌باشد (بوروژویک، ۱۹۹۰). عدم وجود تنوع ژنتیکی برای یک صفت در یک مجموعهٔ ژرم‌پلاسم به معنای تثبیت و عدم پیشرفت آن صفت است. در مورد صفاتی که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت هستند، عدم وجود تنوع ژنتیکی باعث عدم کارایی روش‌های اصلاح نباتات شده و اتخاذ هر روش اصلاحی برای بهبود این صفات مؤثر نخواهد شد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۱).

برآورد تنوع ژنتیکی در بین ارقام زراعی از جنبه کاربرد در برنامه‌های به نژادی و محافظت از منابع ژنتیکی حائز اهمیت است (استاب و همکاران، ۱۹۹۶). در حال حاضر نگرانی اصلی عبارت از کاهش سریع تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهان زراعی در تمامی کشورها است. تنوع ژنتیکی وسیع برای یک گونهٔ زراعی در منطقه‌ای وجود دارد که یک گیاه زراعی برای مدت طولانی در آنجا کشت شده و ارقام زراعی اصلاح شده توسط اصلاحگران نیز زیاد مورد استفاده قرار نگرفته باشند (زینالی و همکاران، ۱۳۸۳). با بالا رفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه محدوده گزینش چه طبیعی و چه مصنوعی وسیع‌تر می‌شود. همانند وجود رابطهٔ مثبت بین میزان تنوع ژنتیکی و مقدار وقوع تغییرات تکاملی، رابطهٔ مشابهی نیز بین کارآیی بهبود ژنتیکی اصلاح یک جامعه و تنوع ژنتیکی برای صفت مورد علاقه وجود دارد. تمایل به حذف تنوع ژنتیکی در توده‌های بومی اولیّه، تولید واریته‌های سازگار به نیازهای غیر قابل پیش‌بینی آینده را به خطر اندازد (عبدمیشانی و شاه نجات بوشهری، ۱۳۷۶). آگاهی دقیق از وجود و میزان تنوع ژنتیکی گیاهی ضمن حفظ ذخایر ژنتیکی گیاهی قابلیت استفاده از آن‌ها را در

برنامه‌های اصلاحی تعیین می‌کند. وجود تنوع ژنتیکی برای اصلاح‌گران نبات به دلیل فراهم کردن منابع ژنتیکی برای اهدافی مانند مقاومت به آفات و بیماری‌ها و یا به دلیل فراهم کردن خصوصیات مورفولوژیکی جدید در رابطه با عملیات در حال تغییر کشاورزی مانند تغییر در فواصل ردیف کاشت یا تغییر در مکانیزاسیون ضروری است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). می‌توان از تنوع ژنتیکی برای شناسایی دورترین افراد در یک کلکسیون برای بدست آوردن تلاقی‌هایی با حداکثر هتروزیس استفاده کرد (باقری و همکاران، ۱۳۸۱). در این راستا کسب اطلاع از فاصلهٔ نسبی بین افراد و جمعیت‌ها و میزان روابط خویشاوندی بین آن‌ها، امکان سازماندهی ژرم‌پلاسم و تهیه جمعیت‌های مناسب برای ترسیم نقشه ژنتیکی و مکان‌یابی ژن‌ها و در نهایت انجام تلاقی‌های دور فراهم می شود (عبداللّهی و همکاران، ۱۳۸۲).

اصلاح گندم در ایران از سال ۱۹۴۲ شروع شده است. در برنامه‌های اصلاحی از ترکیبات ژنی جدید، ارقام جدیدی حاصل شده‌اند که تنوع تازه‌ای را در نوع خود معرفی نموده است. تا سال‌های اخیر، کشاورزان از ارقام قدیمی و جدید گندم استفاده کرده‌اند. به این ترتیب تمامی ژرم‌پلاسم گندم مورد استفاده قرار گرفته و در نتیجه ژن‌های انتخابی و مفید مورد بهره‌برداری بوده و کاهشی در تولید محصول و همچنین در تنوع ژنتیکی به وجود نیامده است (سعیدی و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین موضوع ایجاد تنوع ژنتیکی و تولید مواد ژنتیکی جدید در اصلاح گندم و بهبود برخی از خصوصیات و همچنین تولید تیپ‌های ایده‌آل در این گیاه به عنوان مهمترین گیاه زراعی که از اهمیتی بسیار برخوردار است، مدنظر بوده است (گوپتا و همکاران، ۱۹۹۹). اما در سال‌های اخیر از گندم‌هایی استفاده شده است که گلچین ژرم‌پلاسم موجود بوده و در نتیجه توجهی به تنوع ژنتیکی نشده است (سعیدی و همکاران، ۲۰۰۱). قابل ذکر است که در سراسر جهان در صنعت اصلاح مدرن تأکید زیاد

بر لزوم اجتناب از تنوع ژنتیکی در غلات وجود دارد (تنکسلی و مک‌کوچ، ۱۹۹۷). پرواضح است که چنین تقلیل‌هایی در میزان تنوع ژنتیکی پیامدهای جدی در پی خواهد داشت. در نهایت می‌توان چنین جمع بندی نمود که در ایران نیز همانند اغلب کشورهای جهان، کشت مدرن گندم و استفاده از تعداد محدودی ژنوتیپ بدان اشاره دارد که ارقام گندم‌های جدید دارای تنوع ژنی کمتری می‌باشند (اسمال و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین ایجاد و بررسی تنوع ژنتیکی و مطالعه روابط ژنتیکی لاین‌ها در اصلاح گندم حیاتی است (آلتینتاس و همکاران، ۲۰۰۸).

۱-۲-۱- سطوح تنوع ژنتیکی

تنوع ژنتیکی را می توان در سطوح مختلف مشتمل بر جنس، گونه، جمعیت، فرد، ژنوم، مکان ژنی و توالی DNA بررسی کرد (کرسوویچ و مک فرسون، ۱۹۹۲). علاوه بر ویژگی‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی، تغییرات کاریوتیپ، ایزوزیم‌ها و مارکرهای مبتنی بر DNA در دسته بندی گونه‌ها در درون یا بین جنس‌ها و تعیین تنوع بین گونه‌ای و درون گونه ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (پالمر و زمیر، ۱۹۸۲؛ و سونگ و همکاران، ۱۹۹۸). هامریک و گدوت (۱۹۹۷) با بررسی مقالات موجود در استفاده از آلوزیم‌ها برای محاسبه تنوع ژنتیکی اعلام نمودند که تنوع ژنتیکی در سطح جمعیت‌ها که از طریق آلوزیم ها محاسبه می‌شود، تنوع در سطح گونه را تا حد زیادی منعکس می‌کند. هر چند که در مقایسه با روش‌های مبتنی بر DNA وضوح آن در نشان دادن تنوع کمتر است. براون (۱۹۷۸) و آلارد (۱۹۷۰) اعلام کردند که گروهبندی جمعیت‌ها بهتر است بر اساس شاخص‌های تشابه و تمایز، همسانی و فاصله ژنتیکی انجام گیرد. آنها تاکید کردند که تجزیه چند متغیره نه تنها برای ارزیابی تنوع ژنتیکی بلکه برای تفسیر آن لازم و ضروری است. آنها همچنین

اهمیت وجود کمپلکس‌های ژنی سودمند و صفات مطلوب را که از طریق گزینش طبیعی یا مصنوعی در جمعیت‌ها به وجود آمده‌اند، یادآور شدند. پیترز و مارتینلی (۱۹۸۹) نیز استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای را برای مطالعه تنوع ژنتیکی در کلکسیون های گیاهی مورد تاکید قرار دادند. ساختار ژنتیکی و تنوع ژنتیکی و تغییرات آن در طول زمان در درون جمعیت‌ها نیز بوسیله روش‌های مختلف از قبیل بررسی صفات مورفولوژیکی، مقاومت به بیماری‌ها، تنوع آلوزیم‌ها و مارکرهای DNA مطالعه شده است (براون، ۱۹۹۰). اطلاعات حاصل از مطالعه تنوع ژنتیکی در درون جمعیت‌ها به انتخاب یک روش نمونه برداری مناسب، جهت بهره گیری از تنوع مفید موجود در آنها کمک می‌کند (باورستوک و مارتیز، ۱۹۹۶).

۲-۲-۱- عوامل موثر در ایجاد تنوع ژنتیکی

روش‌های مهم ایجاد تنوع ژنتیکی عبارت از جهش ژنی، دورگ‌گیری، پلی‌پلوئیدی، تنوع گامتوکلونال و سوماکلونال و انتقال ژن هستند. جهش یا موتاسیون تغییرات ناگهانی ارثی هستند که اساس تنوع ژنتیکی و ماده خام گزینش و تکامل را بوجود می‌آورند. وظیفه اصلاح کننده نبات تشخیص و استفاده از جهش‌ها در اصلاح نباتات است. اگرچه به طور کلی وفور نسبی جهش‌ها خیلی کم است، اما به طور دایم جهش اتفاق می‌افتد و فراوانی نسبی بالای برخی از آن‌ها در جامعه سبب تنوع در گیاهان اهلی و وحشی می‌شود (اهدائی، ۱۳۷۳). اگرچه تعدادی از ارقام زراعی از طریق جهش ایجاد شده‌اند ولی این تعداد در مقایسه با ارقام حاصل از روش‌های دورگ‌گیری و گزینش بسیار اندک بوده است. مطالعات وسیع دربارهٔ استفاده از عوامل جهش‌زای مصنوعی برای بهبود ژنتیکی گونه‌های زراعی طی دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ نشان داده است که اصلاح به وسیلهٔ

جهش در مورد صفاتی که ارزش اقتصادی دارند، به ویژه صفاتی که دارای توراث کمی هستند، ارزش محدودی دارد (زینالی و همکاران، ۱۳۸۳). مثال‌هایی از تنوع ژنتیکی مطلوب به دست آمده از طریق جهش عبارتند از: واریانت‌های پاکوتاه غلات در گندم ایتالیایی، ژنوتیپ جهش یافته ریشکدار گندم در هند، تغییر رنگ دانه در یک رقم گندم هندی، ژنوتیپ جهش یافته جو در سوئد با ساقه سفت‌تر و مقاومت بیشتر به ورس، رقمی از یولاف مقاوم به زنگ ساقه در امریکا، رقم زودرس برنج در ژاپن که حدود ۶۰ روز زودتر از والدین خود می‌رسد. عقیده بر این است که جهش عملکرد برنج را نیز افزایش داده است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

دورگ‌گیری روش و عامل مهم دیگری در ایجاد تنوع ژنتیکی است. در این روش نوترکیبی ژن‌ها، از تلاقی والدینی با زمینه ژنتیکی متفاوت رخ می‌دهد. از طریق روش‌های کلاسیک، اصلاح‌کنندهٔ نبات به تغییر و تحول الل‌ها می‌پردازد تا به ترکیب ژنی مطلوب برای صفات مفید گیاهی دست یابد. این دستاورد به مقدار زیادی با دورگ‌گیری و استفاده از مسیرهای طبیعی تولید مثل گیاه میسر می‌باشد (ارزانی، ۱۳۸۳). بهبود ژنتیکی برخی از گیاهان زراعی شامل وارد ساختن ژن‌های مفید از سایر ارقام، توده‌ها، گونه‌ها و یا جنس‌ها به گیاهان مذکور از طریق تلاقی صورت گرفته است. در این راستا انواع جدیدی از گیاهان ایجاد شده‌اند که به عنوان نمودی از ترکیب مجموعهٔ کروموزومی دو گیاه می‌باشند. فرصت‌های منحصر بفرد و تلاش‌های انجام شده برای دورگ‌گیری بین گونه‌ای می‌تواند برای اصلاح‌گران علاقمند به ایجاد ارقام جدید دارای اهمیت باشد. دورگ‌گیری بین گونه‌ای اشاره به تلاقی بین گونه‌های مختلف دارد که به عنوان «تلاقی‌های دور» محسوب می‌گردد (زینالی و همکاران، ۱۳۸۳).

پلی‌پلوئیدی نقش ویژه‌ای در اصلاح نباتات دارد زیرا به همراه دو رگ‌گیری امکان ظهور بیشتر تنوع ژنتیکی موجود را فراهم نموده است. بهره‌برداری از پلی‌پلوئیدی این فرصت را بوجود آورده است که اصلاح کننده بتواند در مورد تغییر در خصوصیات یک گیاه با تغییر تعداد ژنوم‌های آن و در نهایت تغییر در ژن‌های آللی که در صفات خاصی تأثیر دارد، عمل نماید. گیاهان پلی‌پلوئید با دو برابر شدن کروموزوم‌های یک گونه به نام اتوپلوئیدی یا اتوپلی‌پلوئیدی و یا با ترکیب ژنوم‌های دو یا چند گونه به نام آلوپلوئیدی یا آلوپلی‌پلوئیدی ایجاد می‌گردند (ارزانی، ۱۳۸۳).

مطالعات بی‌شماری نشان داده‌اند که تنوع سوماکلونال و گامتوکلونال ایجاد شده در محیط کشت بافت نیز می‌تواند منشأ تنوع ژنتیکی قابل بهره‌برداری در برنامه‌های اصلاح گیاهان مقاوم به عوامل مختلف (مانند بیماری‌ها و تنش‌های محیطی) باشند. استراتژی بکارگیری تنوع سوماکلونال و گامتوکلونال بر استفاده از بهترین ارقام مورد دسترس به منظور گزینش برای یک صفت خاص، در گیاهان باززایی شده از کشت بافت یا سلول گیاهی استوار است که در آن ژنوتیپ‌های جدید نه تنها واجد صفات مطلوب مادری هستند، بلکه یک صفت مطلوب علاوه بر صفات قبلی را نیز دارا هستند. کاربرد این تکنیک می‌تواند محدودیت‌های روش‌های کلاسیک اصلاح نباتات از قبیل کاهش باروری در دورگ‌گیری‌های دور، کمبود تنوع ژنتیکی و یا طولانی شدن فرآیندهای دو رگ‌گیری و گزینش را برطرف نماید (پیری، ۱۳۷۳).

مهندسی ژنتیک گیاهی به انتقال DNA خارجی که برای اطلاعات ویژه‌ای کد می‌کند، از یک گونه بخشنده به داخل یک گونه گیرنده، توسط پلاسمید باکتریایی، ویروس یا سایر ناقلین اطلاق می‌گردد.

مهندسی ژنتیک گیاهی توانایی انتقال یک ژن بیگانه مورد نظر از منابع متفاوتی شامل مادهٔ ژنتیک غیرگیاهی به داخل یک گونه گیاهی بدون کاربرد دورگ‌گیری جنسی را دارا است (ارزانی، ۱۳۸۳).

۳-۲-۱- عوامل موثر در کاهش تنوع ژنتیکی

تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی در اثر عوامل زیادی مانند از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی و یا تغییر کاربری آن‌ها، بهره‌برداری بیش از حد برای نیل به اهداف تجاری، معرفی گونه‌ها یا ارقام جدید به یک منطقه، تک محصولی، انجام عملیات اصلاحی، افزایش جمعیت، گسترش شهرها، بروز بیماری‌ها، حمله آفات و غیره در حال محدود شدن است (موچیرو، ۱۹۸۵). یکی از عواقب اصلاح نباتات موفق، افزایش فرسایش یا کاهش منابع ژنتیکی گیاهی است. امروزه مشخص شده است که پیشرفت در راه بهبود مداوم تولیدات کشاورزی و افزایش کیفیت مواد غذایی، مستلزم بکارگیری مؤثر مخازن ژنتیکی موجود می‌باشد که این کار تنها در صورت نگهداری، ارزیابی و تبادل سریع و همه‌جانبه مواد گیاهی میسر است (وجدانی، ۱۳۷۵). با پیشرفت کشت و کار گیاهان و استفاده از ارقام اصلاح شده در جهان، بسیاری از مراکز تنوع گیاهی با خطر انقراض رو به رو هستند. در آینده، برگشت این مناطق به حالت اولیه که دارای گونه‌های اولیه نیز باشند و بتوان ژن‌های جدید را در آن‌ها یافت نمود، امکان‌پذیر نخواهد بود. در خاورمیانه ارقام گندم با عملکرد بالا به سرعت در حال جایگزین شدن به جای توده‌های بومی گندم هستند. کاهش زمین‌های زاید با توسعه کشت و کار و عملیات زراعی پیشرفته منجر به حذف علف‌های هرز خویشاوند گندم می‌شود. نابودی ذخایر توارثی سایر گیاهان نیز به همین صورت انجام می‌گیرد. برای مثال در شمال غربی آفریقا چرای بی‌رویهٔ چهارپایان موجب خطر انقراض چند گونه علوفه‌ای شده است (ارزانی، ۱۳۸۳). اگر چه معرفی