دانشکده کشاورزی

گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات

عنوان

ارزیابی دو ساله لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار

استاد راهنما

دکتر سعید اهری‌زاد

استادان مشاور

دکتر محمد مقدم واحد **دکتر سید ابوالقاسم محمدی**

پژوهشگر

مژگان شیرین‌پور

شماره پایان نامه: ۶ شهریور ماه ۱۳۹۲

نام خانوادگی دانشجو: شیرین‌پور نام: مژگان

عنوان پایان نامه: ارزیابی دو ساله لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار

استاد راهنما: دکتر سعید اهری‌زاد

استادان مشاور: دکتر محمد مقدم واحد – دکتر سید ابوالقاسم محمدی

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

دانشگاه: تبریز دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۰۶/۲۰ تعداد صفحات: ۸۴

کلید واژه: اثر متقابل ژنوتیپ × سال، تجزیه پایداری، تنوع ژنتیکی، لاین اینبرد نوترکیب

چکیده

در تولید و معرفی ارقام جدید گیاهان اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین ارقام پایدار، ۳۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس (تیپ رشدی بینابین، زودرس و مقاوم به خشکی) و نورستار (تیپ رشدی پاییزه، دیررس و مقاوم به سرما) به همراه والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس چند متغیره اختلاف معنی‌دار بین سال‌ها، لاین‌ها و اثر متقابل لاین × سال را از نظر کلیه صفات مورد مطالعه نشان داد. اختلاف معنی‌داری بین سال‌ها و لاین‌ها از نظر کلیه صفات در تجزیه واریانس مرکب مشاهده گردید. اثر متقابل لاین × سال نیز از لحاظ تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. در متوسط دو سال، از نظر تعداد دانه در سنبله، لاین‌های ۵۱، ۳۲، ۲۹۶، ۱۵ و ۵۸، از نظر تعداد سنبله در مترمربع، لاین‌های ۱۸۳، ۱۴۵، ۲۹۳، ۳۲۸، ۱۹۵ و ۱۸۴، از نظر وزن هزار دانه، لاین‌های ۱۴۵، زاگرس و ۹۳ و از نظر عملکرد دانه، لاین‌های ۲۸، ۳۱، ۱۴۵، ۲۸۱، ۱۵، ۹۳، ۳۲۸، ۲۹۶، ۲۳۹، ۱۹۵، ۲۹۳ و ۲۳ به عنوان لاین‌های برتر شناسایی شدند. لاین‌های ۲۳، ۹۵، ۲۹۳ و ۲۹۶ بر اساس واریانس و ضریب تغییرات محیطی و لاین‌های ۲۸، ۳۱ و ۲۸۱ بر اساس روش ناپارامتری کتاتا

و اکووالانس ریک به‌عنوان لاین‌های پایدار با عملکرد بالا بودند. بیشترین میزان ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی و بازده ژنتیکی مربوط به عملکرد دانه و نیز بالاترین میزان وراثت‌پذیری به ترتیب به وزن هزار دانه و عملکرد دانه تعلق داشت. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و بر اساس عملکرد و اجزای عملکرد، لاین‌ها را در سه گروه قرار داد. بر اساس انحراف از میانگین کل گروه‌ها، لاین‌های گروه ۲ نسبت به لاین‌های دو گروه دیگر برتر بودند.

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- گندم و اهمیت آن ۴

۱-۲- تنوع ژنتیکی و عوامل موثر در میزان آن ۵

۱-۳- اهمیت صفات مورفولوژیک و زراعی ۸

۱-۴- وراثت‌پذیری ۱۱

۱-۵- لاین‌های اینبرد نوترکیب ۱۲

۱-۶- متغیرهای محیطی ۱۳

۱-۷- اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ۱۴

۱-۸- پایداری و سازگاری ۱۷

۱-۸-۱- ماهیت پایداری ۱۹

۱-۸-۲- روش‌های برآورد پایداری و سازگاری ۱۹

۱-۹- اهداف پژوهش ۲۲

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش ۲۳

۲-۲- مواد گیاهی ۲۳

۲-۳- عملیات زراعی و طرح آزمایشی ۲۴

۲-۴- صفات مورد ارزیابی ۲۴

۲-۵- تجزیه‌های آماری ۲۵

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- تجزیه واریانس ۳۰

۳-۱-۱- تجزیه واریانس چند متغیره ۳۲
۳-۱-۲- تجزیه واریانس مرکب ۳۴
۳-۲- مقایسه میانگین‌ها ۳۶
۳-۲-۱- مقایسه میانگین‌ها در متوسط سال‌ها ۳۶
۳-۲-۲- مقایسه میانگین‌ها در سال اول ۴۰
۳-۲-۳- مقایسه میانگین‌ها در سال دوم ۴۴
۳-۳- تجزیه پایداری ۴۷
۳-۳-۱- تعداد دانه در سنبله ۴۷
۳-۳-۲- تعداد سنبله در مترمربع ۵۱
۳-۳-۳- وزن هزار دانه ۵۵
۳-۳-۴- عملکرد دانه ۵۹
۳-۴- وراثت‌پذیری ۶۳
۳-۵- تجزیه خوشه‌ای بر اساس عملکرد و اجزای عملکرد ۶۶
۳-۶- نتیجه‌گیری کلی ۷۰
۳-۷- پیشنهادات ۷۲
منابع مورد استفاده ۷۳

جدول ۳-۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار برای بررسی اثر غیر افزایشی..... ۳۱

جدول ۳-۲- تجزیه واریانس چند متغیره صفات مورد ارزیابی برای لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه در متوسط دو سال..... ۳۳

جدول۳-۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی در لاین‌های اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار در دو سال..... ۳۵

جدول ۳-۴- مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه از نظر صفات مورد ارزیابی در متوسط دو سال..... ۳۸

جدول ۳-۵- مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه از نظر صفات مورد ارزیابی در سال اول..... ۴۲

جدول ۳-۶- مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه از نظر صفات مورد ارزیابی در سال دوم..... ۴۵

جدول ۳-۷- مقادیر پارامترهای مختلف پایداری برای تعداد دانه در سنبله لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار..... ۴۹

شکل ۳-۱- نمودار روش رتبه‌بندی کتاتا از نظر تعداد دانه در سنبله برای لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار..... ۵۱

جدول ۳-۸- مقادیر پارامترهای مختلف پایداری برای تعداد سنبله در مترمربع در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار..... ۵۳

شکل ۳-۲- نمودار روش رتبه‌بندی کتاتا از نظر تعداد سنبله در مترمربع برای لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار..... ۵۵

جدول ۳-۹- مقادیر پارامترهای مختلف پایداری برای وزن هزار دانه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار..... ۵۷

شکل ۳-۳- نمودار روش رتبه‌بندی کتاتا از نظر وزن هزار دانه برای لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار ۵۹

جدول ۳-۱۰- مقادیر پارامترهای مختلف پایداری برای عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار ۶۱

شکل ۳-۴- نمودار روش رتبه‌بندی کتاتا از نظر عملکرد دانه برای لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار ۶۳

جدول ۳-۱۱- ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی، اجزای واریانس، وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی صفات اندازه‌گیری شده در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان ۶۵

شکل ۳-۵- تجزیه خوشه‌ای لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه بر اساس عملکرد و اجزای عملکرد به روش Ward در میانگین دو سال ۶۷

جدول ۳-۱۲- تجزیه تابع تشخیص کانونیک برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۶۸

جدول ۳-۱۳- میانگین و درصد انحراف از میانگین هر گروه نسبت به میانگین کل در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار ۶۹

مقدمه

مقدمه

گندم از مهمترین محصولات زراعی می‌باشد که به طور گسترده در بسیاری از کشورها از جمله ایران کشت می‌شود. گندم نان ۱۲۰۰ سال قبل در مناطق حاصلخیز اهلی شده است (سالامینی، ۲۰۰۲). در زمینه کشاورزی، ایران به عنوان منشأ و مرکز تنوع ژنتیکی گندم شناخته شده است. هشت گونه‌ی *Triticum* و ۱۴ گونه‌ی *Aegilops* از ایران گزارش شده‌اند (وان اسلاگرن، ۱۹۹۴). سطح زیر کشت آن در سال ۲۰۱۲ در دنیا و ایران به ترتیب ۲۱۶ و ۷ میلیون هکتار و میزان تولید آن به ترتیب بالغ بر ۶۷۵ و ۱۳/۵ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۱۲).

گندم در محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی و مناطق جغرافیایی تولید می‌شود و غذای اصلی برای بخش عمده‌ای از جمعیت افزاینده جهان می‌باشد. انتظار می‌رود تقاضا برای گندم برای تولید و تغییرات ذخیره کشورها، از ۶۲۱ میلیون تن در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۴ میلادی به ۷۶۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ میلادی، به حدود ۸۱۳ میلیون تن در سال ۲۰۳۰ میلادی و به بیش از ۹۰۰ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (جلال کمالی، ۱۳۸۷). گندم نان به عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی در اکثر مناطق دنیا کشت می‌شود. دامنه اکولوژیکی وسیع آن ناشی از سازگاری اقلیمی، اثر متقابل مکانیسم‌های کنترل کننده زمان گلدهی، بهاره‌سازی، پاسخ به فتوپریود، زودرسی و خوگیری به سرما می‌باشد (سارما و همکاران، ۱۹۹۸؛ گالیبا و همکاران، ۲۰۰۱؛ احمد و سورلز، ۲۰۰۲).

تولید ارقام برتر که به افزایش تولید گندم کمک کرده است، بدون شناسایی و استفاده از تنوع ژنتیکی آنها امکانپذیر نبوده است. موفقیت به‌نژادگران گیاهی در آینده به حفظ ذخایر ژنتیکی در زمان حال بستگی دارد. بنابراین شانس موفقیت آنها در گرو امکان انتخاب مواد مناسب و وجود تنوع

می‌باشد (بروژویک، ۱۹۹۰). با توجه به این که افزایش عملکرد گندم از عمده‌ترین اهداف به‌نژادی گندم است، بنابراین بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌ها از نظر عملکرد و نحوه توارث آن و سایر صفات مرتبط، به موفقیت بیشتر برنامه اصلاحی کمک می‌کند. یکی از راه‌های تولید ارقام مطلوب، تولید والدین با خصوصیات تکمیل کننده و استفاده از نوترکیبی بین ژنوم آنها برای حصول صفات مورد نظر می‌باشد. از این نظر لاین‌های اینبرد نوترکیب که طی چندین نسل خودباروری از نتاج حاصل از تلاقی دو والد حاصل می‌شوند، به علت داشتن نوترکیبی‌های متفاوت از ژن‌های والدین، منبع ژنتیکی مطلوبی برای تولید ارقام جدید محسوب می‌شوند (ایسچ و همکاران، ۲۰۰۷). از طرف دیگر با توجه به این که صفات مورفولوژیکی به سادگی و با دقت کافی قابل اندازه‌گیری بوده و توارث نسبتا بالایی دارند، بنابراین انتخاب بر اساس این صفات، راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می‌باشد (یاپ و هاروی، ۱۹۷۲).

عامل‌ها یا متغیرهایی (رطوبت، دما، خاک و ...) که در تولید گیاهان زراعی دخالت دارند به عنوان شرایط محیطی شناخته می‌شوند. ژنوتیپ‌های گوناگون در محیط‌های مختلف عملکردی متفاوت دارند که ناشی از وجود اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یکی از اصلی‌ترین مباحث مطرح شده در علم اصلاح نباتات بوده و وجود آن از عوامل اصلی محدود کننده راندمان برنامه‌های اصلاحی است (بکر و لئون، ۱۹۸۸؛ سکارلی، ۱۹۸۹). انتخاب ژنوتیپ‌های برتر تنها در یک محیط به علت وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌تواند گمراه کننده باشد. یکی از روش‌های کاهش اثرات محیط، انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار می‌باشد. این ژنوتیپ‌ها دارای اثر متقابل کمتری با محیطی هستند که در آن رشد می‌کنند (فرشادفر، ۱۳۷۸).

از جمله اهداف پژوهش، بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × سال، مطالعه تنوع ژنتیکی بین لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان و شناسایی لاین‌های برتر و پایدار از نظر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد می‌باشد.

فصل اول

بررسی منابع

۱- بررسی منابع

۱-۱- گندم و اهمیت آن

تکامل 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=۲۴) طبقه‌بندی می‌شوند. ۱۱ گونه دیپلوئید، ۱۲ گونه تتراپلوئید و شش گونه هگزاپلوئید *Triticum* شناسایی شده است. تنها دو گونه *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 (ارزانی، ۱۳۸۹).

از حفاری‌های باستان شناسی چنین استنباط می‌شود که منشأ کشت گندم یا در سوریه و فلسطین و یا کمی دورتر به سمت شمال در امتداد بخش جنوبی آناتولی بوده است. کشت گندم از فلسطین به مصر و از شمال بین‌النهرین به ایران گسترش یافته است. سپس از طریق ایران به هندوستان، ترکستان، چین، روسیه و سرانجام به اروپا برده شده و از طریق اروپا به سایر نقاط جهان انتقال یافته است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۴). گندم از جمله مهم‌ترین محصولات زراعی ایران به شمار می‌رود و از دیرباز در تأمین معاش و ادامه حیات مردم کشور نقش مهمی را بر عهده داشته است. این گیاه نزدیک به ۱۵-۱۰ سال قبل از میلاد مسیح در ناحیه‌ای واقع در غرب ایران و شرق عراق به تکامل رسیده است (کاظمی اربط، ۱۳۸۷).

گندم غذای اصلی مردم بسیاری از کشورها می‌باشد. به طوری که بیش از ۲۰٪ کالری مورد نیاز جمعیت جهان را تأمین می‌کند (اندرسون و کمپتورنز، ۱۹۶۵؛ بوشاک و راسپر، ۱۹۹۴). در ایران نیز

گندم به عنوان منبع عمده تأمین کالری و پروتئین مورد نیاز جمعیت کشور بوده به طوری که ۷۵٪ پروتئین و ۶۵٪ کالری دریافتی روزانه هر فرد را تشکیل می‌دهد (عبدمیشانی و بوشهری، ۱۳۹۰). هرچند ایران حدود ۱٪ از جمعیت جهان را به خود اختصاص داده است، اما حدود ۲/۵٪ از گندم تولید شده در جهان را مصرف می‌کند (فائو، ۲۰۱۲). گندم یک محصول استراتژیک محسوب شده و یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی و سیاسی در کشاورزی می‌باشد.

۱-۲- تنوع ژنتیکی و عوامل موثر در میزان آن

تنوع ژنتیکی اساس اصلاح نباتات است و از اجزای مهم پایداری نظام‌های بیولوژیکی می‌باشد. ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی کاربرد حیاتی دارد. آگاهی از تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی برای انتخاب والدین در تولید نتاج برتر مهم است (محمدی و پراسانا، ۲۰۰۳).

کاهش تنوع ژنتیکی باعث محدود شدن برنامه‌های به‌نژادی برای صفاتی نظیر مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی شده است. به این جهت به‌نژادگران علاوه بر بانک‌های ژن و توده‌های بومی توجه خود را به ایجاد تنوع جدید معطوف داشته‌اند (زالی، ۱۳۷۳). از طرف دیگر عدم وجود تنوع ژنتیکی برای یک صفت در یک مجموعه ژرم پلاسم به معنای تثبیت و عدم پیشرفت آن صفت می‌باشد. در مورد صفاتی که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت می‌باشند، عدم وجود تنوع ژنتیکی باعث عدم کارایی روش‌های اصلاح نباتات شده و اتخاذ هر روش اصلاحی جهت بهبود چنین صفاتی غیرموثر می‌باشد (فارسی و باقری، ۱۳۸۵).

بهبود موثر محصول به میزان تنوع ژنتیکی در خزانه‌ی ژنی بستگی دارد. در قرن اخیر دستاوردهای به‌نژادگران، کمک زیادی به افزایش بهره‌وری محصول و نیازهای جوامع کرده است (واربورتن، ۲۰۰۲). در راستای حفظ و افزایش تولیدات کشاورزی میزان و سطح تنوع ژنتیکی و دسترسی به آن در محصولات مهم زراعی اهمیت بسیار زیادی دارد (هیل و همکاران، ۲۰۰۴). محفوظی و همکاران (۲۰۰۴) پس از بررسی روش‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد گندم در مناطق سرد و خشک ایران، گزارش کردند که تنوع ژنتیکی در میان ژنوتیپ‌ها به افزایش عملکرد دانه در مناطق خشک کمک می‌کند. افزایش تولید می‌تواند از طریق توسعه واریته‌ها تحت شرایط مختلف کشت، آب و هوایی و تنش صورت گیرد. برای رسیدن به این هدف و نیز جهت گزینش برای بهبود هر خصوصیتی تنها در صورتی که تنوع ژنتیکی کافی در ماده ژنتیکی وجود داشته باشد، موثر خواهد بود (علی و همکاران، ۲۰۰۸).

اگرچه توده‌های بومی یک تنوع ژنتیکی پایه‌ای دارند، اما به دلیل عملکرد پایین مورد توجه به‌نژادگران قرار نگرفته‌اند. گونه‌های جدید معمولا از یک مجموعه‌ای که به طور ژنتیکی خویشاوند بوده و دارای عملکرد بالایی هستند، مشتق شده‌اند. بدین ترتیب توده‌های بومی به طور مستمر توسط ارقام جدید گندم جایگزین شده و باعث بهبود محصولات کشاورزی شده‌اند (فرنای، ۲۰۰۶). در طول قرن‌ها، به ترتیب آلل‌ها و ترکیبات آللی جدیدی از گندم توسط جهش و نوترکیبی در ژرم پلاسم گندم تولید شده‌اند (درایسیگاکر، ۲۰۰۵).

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 ژرم پلاسم گندم

مورد استفاده قرار گرفته و در نتیجه ژن‌های انتخابی و مفید مورد بهره‌برداری بوده و کاهش در تولید محصول و همچنین در تنوع ژنتیکی به وجود نیامده است (سعیدی و همکاران، ۲۰۰۱).

روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد. از آنجایی که روش‌های آماری چند متغیره به طور همزمان چندین اندازه‌گیری را مدنظر قرار می‌دهند، بنابراین در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. به‌نژادگران واریته‌های مختلف را به منظور پی بردن به فاصله ژنتیکی و تنوع موجود بین آن‌ها جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی، دسته‌بندی می‌کنند. استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی، امری الزامی می‌باشد (محمدی و پراسانا، ۲۰۰۳).

نتایج به دست آمده از بررسی تنوع ژنتیکی در انتخاب روش‌های مناسب تلاقی، پرهیز از تلاقی‌های بی‌ثمر و محاسبه همبستگی ژنتیکی بین صفات مختلف به کار برده می‌شود. هدف از انجام تلاقی در برنامه‌های اصلاحی، یافتن نتاجی است که از لحاظ صفات خاصی برتر از والدین خود باشند. والدین تلاقی بایستی از لحاظ صفات موردنظر برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بوده و همچنین از لحاظ خصوصیات ژنتیکی از همدیگر تفاوت بیشتری داشته باشند تا بتوان از پدیده هتروزیس بهره‌مند شد (مقدم و همکاران، ۱۳۸۸؛ براون، ۱۹۹۱). به‌نژادگران می‌توانند با استفاده از طرح‌های مختلف آمیزشی، اجزای ژنتیکی کنترل کننده صفات را در جمعیت گیاهان مورد مطالعه برآورد کنند. این طرح‌های تلاقی از حیث مواد ژنتیکی برای برآورد پارامترها، متفاوت هستند. نوع مواد ژنتیکی قدرت برآورد اجزای افزایشی، غالبیت و اپیستازی را تعیین می‌کند (واعظی و همکاران، ۱۳۷۸؛ صدرآبادی حقیقی و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۳- اهمیت صفات مورفولوژیک و زراعی

روش‌های کلاسیک اندازه‌گیری تنوع در میان گروه‌های مختلف گیاهی عمدتاً مبتنی بر خصوصیات ظاهری بوده که طی آن گیاهان مورد مطالعه بر مبنای یک سری تفاوت‌های قابل بروز در صفات قابل رویت، امتیازبندی می‌شوند. استفاده از معیارهای ظاهری و سایر ویژگی‌های مزرعه‌ای در گذشته از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. تنوع مورفولوژیکی می‌تواند پیوسته (برای صفات کمی) و یا گسسته (برای صفات کیفی) باشد. از آنجایی که صفات مورفولوژیکی همیشه در معرض گزینش (طبیعی یا مصنوعی) قرار دارند بنابراین، ژن‌های کنترل کننده این صفت اغلب برای گیاهان سودمند هستند. به عنوان مثال تعداد محدودی از ژن‌ها جهت ایجاد مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی در سازگاری گیاهان اهمیت ویژه‌ای دارند (مکنایر، ۱۹۹۱). مطالعه تنوع ژنتیکی از طریق صفات کمی مانند عملکرد و اجزای عملکرد که توسط تعداد زیادی ژن کوچک اثر کنترل می‌شوند و تحت تاثیر زیاد محیط هستند مشکل‌تر از صفاتی است که تنها از طریق چند ژن محدود کنترل می‌شوند. علاوه بر این تعداد خصوصیات مورفولوژیکی قابل اندازه‌گیری، محدود و متاثر از دوره رشد گیاه است (نیوبوری و فوردلوید، ۱۹۹۷).

عملکرد به عنوان یکی از صفات زراعی، یک صفت کمی و پیچیده‌ای است و حاصل وقایع نمو و فیزیولوژیکی که در طی چرخه زیستی گیاه اتفاق می‌افتد، می‌باشد. ظرفیت عملکرد دانه به توانایی ژنوتیپ در ساخت، انتقال و ذخیره مواد غذایی در دانه بستگی دارد. افزایش ظرفیت عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی به طور متداول از طریق انجام تلاقی بین ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و سپس انتخاب برای ژنوتیپ‌های برتر صورت می‌گیرد (گورتین، ۱۹۸۲). عملکرد دانه توسط سه مولفه اصلی تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تعیین می‌شود (پولمن، ۱۹۹۴). اصلاح برای

عملکرد زیادتر، اصلاح برای ترکیبی از صفات مطلوب است. اصلاح برای یک صفت ممکن است بر صفات دیگر تاثیر منفی بگذارد، که این موضوع به پیوستگی بین ژن‌ها و پلیوتروپی صفات مربوط می‌شود (بروژویک، ۱۹۹۰).

ژنتیک یک صفت کمی، مثل عملکرد، بر محور مطالعه تغییرات آن قرار دارد. زیرا مسائل اساسی ژنتیکی به شکل تغییرات بیان می‌شوند. هدف اساسی از مطالعه تغییرات این است که بتوان آن‌ها را به اجزای متعلق به عوامل مختلف تقسیم کرد. مقدار نسبی این اجزاء مبین خصوصیات ژنتیکی جمعیت، به ویژه درجه شباهت خویشاوندان است (ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۸۹).

به‌نژادگران علاقه‌مند به شناسایی ویژگی‌های غیر از عملکرد هستند که بتوانند از آن‌ها به عنوان معیار گزینش در انتخاب والدین و یا در انتخاب تک بوته در نسل‌های در حال تفکیک استفاده کنند. عملکرد دانه و اجزای عملکرد گندم تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند. بنابراین، انتخاب غیرمستقیم برای عملکرد دانه اجتناب ناپذیر خواهد بود. به منظور افزایش عملکرد، مطالعه اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد برای برنامه‌های به‌نژادگران موفقیت‌آمیز است. بنابراین مشکل افزایش عملکرد را می‌توان به طور موثر بر اساس نحوه‌ی عمل اجزای عملکرد و گزینش صفات مرتبط با آن رفع نمود (چاودری و همکاران، ۱۹۸۶). در مطالعه انجام شده توسط گل پرور و همکاران (۱۳۸۱) مشخص گردید که تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارند، بنابراین عنوان کردند که انتخاب غیر مستقیم برای این صفات باعث بهبود عملکرد دانه گندم می‌شود.

یکی از موثرترین روش‌های انتخاب غیرمستقیم، استفاده از شاخص‌های گزینشی می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان معیار و یا معیارهایی را که دارای وراثت‌پذیری بالایی بوده و همبستگی

زیادی با عملکرد دانه دارند، به صورت مجزا و یا با هم، به منظور افزایش عملکرد دانه به کار برد (ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۸۹). ناشیت و همکاران (۱۹۹۱) در مطالعه‌ای بر روی ارقام پیشرفته گندم نان دریافتند که عملکرد دانه همبستگی بالایی با زودرسی، لوله شدن برگ، تعداد پنجه‌های بارور، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله دارد. بر اساس مطالعه انجام شده توسط سیاهپوش و همکاران (۱۳۸۲) عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله اصلی و شاخص برداشت همبستگی مثبت و با وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه نابارور و طول سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. اکرام و همکاران (۲۰۰۸) همبستگی تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. انور و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که در سطح ژنتیکی، عملکرد دانه با تعداد پنجه و روز تا رسیدگی همبستگی مثبت ومعنی‌داری دارد ولی در سطح فنوتیپی این ارتباط معنی‌دار نیست.

در آزمایش زو و همکاران (۱۹۹۱) بر روی گندم مشخص شد که بازدهی گزینش همزمان چند صفت بیشتر از بازدهی گزینش برای تک تک صفات می‌باشد. در پژوهش آن‌ها گزینش برای زمان ظهور سنبله، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، ۷۶٪ بازدهی بیشتری نسبت به گزینش برای تعداد دانه در سنبله به تنهایی داشت. بر اساس پژوهش‌های گذشته، گزینش بر اساس اجزای عملکرد پیشرفت ژنتیکی بیشتری را نسبت به گزینش بر اساس خود عملکرد در افزایش عملکرد دانه داشته است (باس و کالیگری، ۱۹۹۵). هر چند که معمولاً این اجزا در عمل به صورت جبرانی عمل می‌کنند و افزایش یکی کاهش دیگری را در بر دارد. بر این اساس آگاهی از نحوه کنترل ژنتیکی و توارث اجزای عملکرد که موجب انتخاب بهترین روش اصلاحی برای آن‌ها و در نهایت موجب اصلاح عملکرد نیز می‌شود، ضروری است (واعظی و همکاران، ۱۳۷۸).

۱-۴- وراثت‌پذیری

اگر به‌نژادگر افراد والد را بر پایه ارزش فنوتیپی آن‌ها انتخاب کند، موفقیت او در تغییر ویژگی‌های جمعیت فقط در صورتی قابل پیش‌بینی است که درجه تطابق بین ارزش‌های فنوتیپی و ارزش‌های اصلاحی معلوم باشد. اندازه‌گیری این درجه تطابق به وسیله وراثت‌پذیری انجام می‌گیرد. مهمترین نقش وراثت‌پذیری در صفات، نقش پیش‌بینی کننده آن است که حد اطمینان ارزش فنوتیپی افراد را به عنوان راهنمایی برای ارزش اصلاحی آن‌ها نشان می‌دهد. فقط ارزش فنوتیپی افراد مستقیماً قابل اندازه‌گیری است. اما ارزش اصلاحی افراد است که ارزش‌های فنوتیپی را در نسل بعدی تعیین می‌کند (ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۸۹؛ هالویر و میراندا، ۱۹۸۸). پس علاوه بر اهمیت بالای وجود تنوع ژنتیکی، اطلاع از نحوه توارث و کنترل ژنتیکی صفات مختلف در برنامه‌های اصلاحی ضرورت دارد. البته بررسی نحوه توارث صفات در شرایط محیطی مختلف نیز به علت تغییر شرایط زیست گیاه ضروری به نظر می‌رسد (چاودری و همکاران، ۱۹۹۹).

وراثت‌پذیری بر دو نوع است. نسبت واریانس ژنوتیپی به واریانس فنوتیپی قابلیت توارث عمومی را نشان می‌دهد. ولی با توجه به آن که صرفاً اثر افزایشی ژن‌ها به نسل بعد منتقل می‌شوند، نسبت تغییرات این نوع اثر ژن‌ها به کل تغییرات فنوتیپی که بیانگر توارث خصوصی است برای به‌نژادگران ارزشمند است (صدرآبادی حقیقی و همکاران، ۱۳۸۸).

میزان وراثت‌پذیری در صفات مختلف، متفاوت است. به دلیل قابلیت وراثت‌پذیری پایین در عملکرد دانه، انتخاب مستقیم برای این صفت با پیشرفت کمی همراه است. اما این کار با انتخاب غیرمستقیم صفات مرتبط با آن امکان‌پذیر است (امیگوی و همکاران، ۲۰۰۶). اکرام وتاناچ (۱۹۹۱)