بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشگاه رازی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی کشاورزی

گرایش اصلاح نباتات

بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum*) با استفاده از صفات زراعی، مورفولوژیک و نشانگر های مولکولی

استاد راهنما

دکتر عبداله نجفی

استاد مشاور

دکتر عزت اله فرشادفر

نگارش

رضا اشرفی پارچین

دی ماه ۱۳۸۹

تقدیر و تشکر:

سپاس و آفرین برخدای کامران و کامکار و آفریننده زمین و آسمان را که در پرتو لایزالش توفیق آموختن میسر گردید تا منت‌پذیر آستان کبریایش گردم. رحمت واسعه‌اش فرصتی داد تا به اقتضای توان و وسع خود از محضر اساتید گرانقدر بهره جویم و ره توشه از بار علمی ایشان برگیرم. در این بین از استاتید راهنمای محترم خود، **آقایان دکتر عبداله نجفی و استاد مشاورم دکتر عزت‌اله فرشادفر** که به مثابه معلمانی دلسوز در این مقطع تحصیلی و انجام این پایان نامه از راهنمایی‌های ارزنده ایشان همیشه برخوردار بوده‌ام، سپاسگزاری می‌کنم.

از آقایان **دکتر محمد اقبال قبادی** مدیریت محترم گروه اصلاح نباتات، **دکتر بهمن بهرام نژاد و دکتر علیرضا زبرجدی** به خاطر قبول زحمت داوری و مطالعه دقیق این پایان نامه و رهنمودها و پیشنهادهای ارزنده شان صمیمانه قدردانی می‌کنم.

لازم می دانم از اساتید دوره کارشناسی ام **دکتر علی اصغری، دکتر امید سفالیان** از اساتید دوره کارشناسی ارشدم جناب آقای **دکتر هومن سالاری، دکتر صحبت بهرامی نژاد، دکتر کیانوش چقامیرزا، دکتر دانیال کهریزی، دکتر محسن سعیدی و دکتر مختار قبادی** به خاطر زحمات زیاد راهنماییشان در طول دوره تحصیلی‌ام کمال تشکر را داشته باشم.

از **خانم دکتر زارعی و دکتر مهرزاد اله قلی پور** به خاطر کمک زیادی که در جهت انجام این تحقیق به بنده کردند بر خود لازم می دانم کمال تشکر را داشته باشم.

نسبت به دوستان و همکلاسی های گرامیم **آقایان محمد کاظم رحیمی، سعید شیخه پور، علی سبعه، محمد پناه، رشید احمدیار، محمد احسانی، ولی اله یوسفی، دکتر ولی اله رسولی، کامران مرادپور، علیرضا کریمی، اباسلط رستمی، علی مجید زاده، محمد زارعی، ابوالفضل عبداله زاده، حمزه فعله گری، مهدی محمدی، ایرج پیرمرادی، عابدین عطایی، کامران جهاندیده، طیبه قربانی، اکرم صادقی، امیر مرادی، لیدا صوفی، سمیه فرامرزی، فاطمه عرب کارگر، زینب امیری، مهدی گراوندی، مهدی آقایی نژاد، جواد معتمدی، مراد شعبان، محمدحسین کشفی، محسن غلامیان، نریمان رشیدی، عباس اسدی، بهروز امیری** ابراز تشکر داشته و از خداوند منان برای ایشان کسب موفقیت و کامیابی را در تمام مراحل زندگی خواستارم.

تقدیم به:

آنام

آیینه افتادگی، مهربانی، صبر و پارسایی که زندگی‌ام همه برایش رنج بود و وجودش برایم همه مهر

آتام

که استقامت و پشتکارش شهامت زیستن و تلاش را در من پرورش داد

قارداشلاریم و باجیلاریم

پشتیبان و دلخوشی‌ام در زندگی

و همه کسانی که در راه آبادانی این کشور زحمت می کشند

چکیده

این تحقیق طی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاههای پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی بر روی ۳۰ ژنوتیپ مختلف گندم انجام شد. طرح آزمایشی مورد استفاده بر اساس بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. تنوع ژنتیکی با استفاده از صفات زراعی، مورفولوژیک و نشانگر مولکولی ISSR مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها اختلافات بین ژنوتیپ ها را آشکار کرد بر اساس نتایج تجزیه همبستگی و تجزیه علیت تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم بالایی روی عملکرد داشت و می‌تواند به عنوان شاخص جهت گزینش ارقام با عملکرد بالا مدنظر قرار گیرد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش وارد، بر مبنای عملکرد و اجزای عملکرد، خصوصیات مورفولوژی و فنولوژی ژنوتیپ‌ها را در ۴ گروه جداگانه قرار داد. گروه بندی حاصله بوسیله تجزیه تابع تشخیص مورد تایید قرار گرفت. با انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۵ مولفه شناسایی شد که بیش از ۸۴ درصد تنوع کل داده‌ها را تبیین کردند. همچنین تجزیه به عامل‌ها ۲۱ صفت مورد ارزیابی را به ۵ عامل مستقل از هم کاهش داد که در مجموع ۸۴/۲۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کرد. از ۱۵ آغازگر ISSR مورد استفاده در این تحقیق، ۱۰آغازگر نوارهای مختلفی را تکثیر کردند. از ۸۶ نوار نمره‌دهی شده، ۶۹ نوار چندشکل بوده و درصد چندشکلی کل ۸۰/۲۳ درصد محاسبه گردید. تجزیه خوشه‌ای بر اساس داده‌های مولکولی، ژنوتیپ‌ها را در پنج گروه جداگانه قرار داد که بوسیله تجزیه واریانس مولکولی تایید گردید. آزمون مانتل بین داده‌های فنوتیپی و داده های مولکولی همبستگی معنی‌داری نشان نداد که این موضوع حاکی از عدم تطابق داده‌های مولکولی و زراعی، بدلیل کم بودن تعداد نشانگرهای مورد استفاده و تعدد توالی‌های تکراری در ژنوم گندم های مورد بررسی می‌باشد.

کلید واژه: تجزیه به آماری چندمتغیره، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیک و زراعی، نشانگر ISSR

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱
مقدمه ۱
۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲- اهداف تحقیق ۳
فصل دوم ۴
کلیات و بررسی منابع ۴
۲-۱- گندم ۵
۲-۲- سطح زیر کشت گندم ایران وجهان ۵
۲-۳- روشهای اصلاحی ۶
۲-۴- اهداف اصلاح گندم ۶
۲-۴-۱- عملکرد و اجزای عملکرد دانه ۶
۲-۴-۲- شاخص برداشت ۸
۲-۴-۳- عملکرد بیولوژیک ۸
۲-۴-۴- ارتفاع بوته ۹
۲-۵- منشاء تنوع ۹
۲-۶- حفاظت از ذخایر ژنتیکی ۹
۲-۷- اهمیت تنوع ژنتیکی ۱۰
۲-۸- روش های ارزیابی تنوع ژنتیکی ۱۱
۲-۸-۱- نشانگر و ویژگیهای آن ۱۱
۲-۸-۲- نشانگرهای مورفولوژیک ۱۲
۲-۸-۳- نشانگرهای مولکولی ۱۲
۲-۹- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ۲۱
۲-۱۰- تجزیه همبستگی ۲۲
۲-۱۱- تجزیه رگرسیون ۲۳
۲-۱۲- تجزیه به مولفه‌های اصلی ۲۵
۲- ۱۳- تجزیه به عامل‌ها ۲۶
۲-۱۴- تجزیه تابع تشخیص ۲۶
۲- ۱۵- تجزیه علیت ۲۷
۲- ۱۶- تجزیه خوشه‌ای ۲۸
۲-۱۷- تجزیه به محورهای اصلی (PCO) ۳۰
۲-۱۸- تجزیه واریانس مولکولی ۳۱
۲-۱۹- تخمین فاصله و شباهت ژنتیکی ۳۱
۲- ۲۰- آزمون مانتل ۳۳
فصل سوم ۳۵

مواد و روش ها ۳۵
۳-۱-کلیات اجرای آزمایش ۳۶
۳-۲- ژنوتیپ های مورد بررسی ۳۷
۳-۳- خصوصیات طرح آزمایشی و عملیات زراعی ۳۸
۳- ۴- صفات مورد اندازه‌گیری ۳۹
۳- ۴- ۱- صفات بررسی شده در مزرعه ۳۹
۳- ۴- ۲- صفات اندازه گیری شده در آزمایشگاه ۴۱
۳-۵- استخراج DNA ۴۱
۳- ۶- تعیین کمیت و کیفیت DNA ۴۳
۳- ۷- واکنش زنجیره‌ای پلیمراز ۴۴
۳-۸- الکتروفورز فرآورده‌های تکثیر شده ۴۶
۳-۹- رتبه‌بندی داده‌های حاصل از الکتروفورز ۴۷
۳-۱۰- تجزیه و تحلیل‌های آماری ۴۷
۳- ۱۰- ۱- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها ۴۷
۳-۱۰- ۲- تجزیه همبستگی ۴۷
۳- ۱۰- ۳- تجزیه رگرسیون ۴۸
۳- ۱۰- ۴- تجزیه علیّت ۴۸
۳- ۱۰- ۵- تجزیه خوشه ای ۴۸
۳- ۱۰- ۶- تجزیه تابع تشخیص ۴۸
۳- ۱۰- ۷-تجزیه به مؤلفه های‌اصلی ۴۸
۳- ۱۰- ۸- تجزیه به عامل ها ۴۸
۳-۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌های مولکولی ۴۸
۳-۱۱- شاخص های مولکولی ۴۹
۳- ۱۱- ۱- درصد چندشکلی ۴۹
۳- ۱۱- ۲- شاخص محتوای چند شکلیPIC ۴۹
۳- ۱۱- ۳- شاخص نشانگرMI ۴۹
۳- ۱۱- ۴- شاخص EMR ۴۹
۳- ۱۱- ۵- قدرت تفکیکRP ۴۹
فصل چهارم ۵۰
نتایج و بحث ۵۰
۴-۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات فنوتیپی ۵۱
۴- ۲- نتایج حاصل از همبستگی بین صفات زراعی ۵۷
۴- ۳- تجزیه رگرسیون ۶۰
۴- ۴- تجزیه علیت ۶۲
۴- ۵- ۱- تجزیه خوشه‌ای با استفاده از تمامی صفات فنوتیپی ۶۶
۴- ۵- ۲- تجزیه خوشه‌ای بر اساس تجزیه به عامل‌ها ۶۷

۴- ۶- تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مختلف زراعی، مورفولوژیک و فنولوژیک ۶۹
۴- ۷- تجزیه به عامل‌ها برای صفات مختلف زراعی، مورفولوژیک و فنولوژیک ۷۱
۴- ۸- ارزیابی داده‌های ژنوتیپی با استفاده از نشانگر ISSR ۷۴
۴- ۹- ماتریس تشابه دایس و جاکارد بر اساس نشانگر ISSR ۷۷
۴- ۱۰- نتایج حاصل از تجزیه کلاستر بر اساس نشانگر ISSR ۸۱
۴- ۱۱- نتایج حاصل از تجزیه به محورهای اصلی بر اساس نشانگر ISSR ۸۳
۴- ۱۲- تجزیه واریانس مولکولی ۸۴
۴- ۱۳- آزمون مانتل برای مقایسه داده های فنوتیپی با داده های مولکولی حاصل از نشانگرهای ISSR ۸۵
۴-۱۴- نتیجه گیری ۸۷
۴- ۱۵- پیشنهادات ۸۹
منابع ۹۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۳- ۱ شرایط آب و هوایی محل آزمایش ۳۶
شکل ۴- ۱- نمودار دیاگرام تجزیه علیت برای عملکرد دانه ۶۵
شکل ۴- ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای بر اساس صفات زراعی ۶۶
شکل ۴-۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشهای بر اساس تجزیه به عاملها ۶۸
شکل ۴- ۴- الگوی نواربندی نشانگرهای ISSR با استفاده از آغازگرUBC 840 (A) وUBC 815 (B) در ۳۰ ژنوتیپ مورد بررسی بر روی ژل آگارز ۱/۲ درصد ۷۵
شکل ۴- ۵- الگوی نواربندی نشانگرهای ISSR با استفاده از آغازگرUBC 814 (C) وUBC 852 (D) در ۳۰ ژنوتیپ مورد بررسی بر روی ژل آگارز ۱/۲ درصد ۷۶
شکل ۴- ۶- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشهای بر اساس نشانگر ISSR به روش CLINK با استفاده از ضریب جاکارد ۸۲
شکل۴- ۷- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشهای بر اساس نشانگر ISSR به روش CLINK با استفاده از ضریب دایس ۸۳
شکل ۴- ۷- نمودار پراکنش ژنوتیپها بر اساس نشانگر ISSR با استفاده از تجزیه به محورهای اصلی ۸۴
شکل ۴-۹- نمایش همبستگی ماتریس های ضرایب تشابه نشانگر ISSR با دادههای زراعی ۸۷
شکل۴ – ۱۰- هیستوگرام آزمون مانتل نشانگر ISSR با دادههای زراعی ۸۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

جدول ۳- ۱- موقعیت جغرافیایی مزرعه مورد آزمایش ۳۶
جدول ۳-۲- مشخصات ژنوتیپ های مورد استفاده در این آزمایش ۳۷
جدول ۳- ۳- علائم اختصاری صفات اندازه گیری شده ۳۸
جدول ۳-۴- غلظت و ترکیب مواد استفاده شده در واکنش PCR ۴۴
جدول ۳-۵- اسامی و مشخصات ۱۵ آغازگرISSR ۴۵
جدول ۳- ۶- مراحل واکنش دما و دوره های زمانی واکنش زنجیره ای پلیمراز با انتخاب دمای اتصال ۴۵
جدول ۴ -۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده ۵۳
ادامه جدول ۴- ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده ۵۳
جدول ۴- ۲- مقایسه میانگین صفات فنوتیپی با استفاده از آزمونLSD ۵۴
ادامه جدول ۴- ۲- مقایسه میانگین صفات فنوتیپی با استفاده از آزمون LSD ۵۵
ادامه جدول ۴- ۲- مقایسه میانگین صفات فنوتیپی با استفاده از آزمون LSD ۵۶
جدول ۴- ۳- ضرایب همبستگی صفات ۵۹
ادامه جدول ۴- ۳- ضرایب همبستگی صفات ۵۹
جدول ۴- ۴- نتایج تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه ۶۰
جدول۴- ۵- نتایج رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه ۶۰
جدول ۴- ۶- نتایج تجزیه واریانس رگرسیون نزولی برای عملکرد دانه ۶۱
جدول۴- ۷- نتایج رگرسیون نزولی برای عملکرد دانه ۶۱
جدول ۴- ۸- تجزیه علیت به همراه اثرات مستقیم، باقیمانده، مقدار ضریب تبیین و ضریب تبیین استاندارد شده ۶۴
جدول ۴- ۹- تجزیه علیت به همراه اثرات غیر مستقیم و همبستگی کل با صفات وابسته ۶۵
جدول ۴- ۱۰- تابع تشخیص برای گروه بندی ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات زراعی، مورفولوژیک و فنولوژیک ۶۷
جدول ۴- ۱۱- تابع تشخیص برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تجزیه به عامل‌ها ۶۸
جدول ۴- ۱۲ – تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات فنوتیپی ۷۰
جدول ۴- ۱۳- مقادیر ضرایب عاملی برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس صفات زراعی ۷۲
جدول ۴- ۱۴- عامل های چرخش یافته (تجزیه به عامل‌ها) برای صفات زراعی ۷۳
جدول ۴- ۱۵- نتایج حاصل از بررسی ۳۰ ژنوتیپ گندم نان با استفاده از نشانگر ISSR ۷۴
جدول ۴- ۱۶- ماتریس ضریب تشابه جاکارد بر اساس نشانگرISSR ۷۸
ادامه جدول ۴- ۱۶- ماتریس ضریب تشابه جاکارد بر اساس نشانگر ISSR ۷۹
جدول ۴- ۱۷- ماتریس ضریب تشابه دایس بر اساس نشانگرISSR ۸۰
ادامه جدول ۴- ۱۷- ماتریس ضریب تشابه دایس بر اساس نشانگرISSR ۸۱
جدول ۴- ۱۸- تجزیه واریانس مولکولی بر اساس نشانگر ISSR ۸۵

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

گندم یکی از مهمترین محصولات غذایی ضروری و منبع اصلی تامین‌کننده کربوهیدارات برای مصارف انسان است. پروتئین اصلی دانه گندم گلوتن بوده که به علت خاصیت کشسانی و چسبندگی برای تهیه نان از این محصول با ارزش استفاده می‌شود (فرانکی[1]، ۲۰۱۰). در حال حاضر تولید گندم در جهان حدود ۶۸۰ میلیون تن در هکتار است که از کشت حدود ۲۵۰ میلیون هکتار زمین زراعی بدست می‌آید. این در حالی است که طبق پیش بینی‌ها در سال ۲۰۵۰ این میزان تولید بایستی به میانگین ۹۴۵ میلیون تن برسد که با تولید فعلی ۲۶۵ میلیون تن اختلاف دارد. افزایش تولید گندم با افزایش سطح زیر کشت و افزایش میزان تولید در واحد سطح امکان پذیر است. با توجه به محدودیت زمین‌های زراعی دنیا دیگر نمی توان افزایش سطح زیر کشت داشت بلکه بایستی میزان تولید در واحد سطح را افزایش داد. افزایش تولید منوط به افزایش بهره‌وری در تولید گندم و اصلاح روشهای سنتی تولید است. با سرمایه‌گذاری روی روشهای رایج اصلاحی، استفاده گسترده از تنوع ژنتیکی و به کارگیری از روشهای بیوتکنولوژی در جهت اصلاح گیاهان می توان به افزایش تولید نائل شد (راجارم[2]، ۲۰۱۰).

بیشتر بهنژادگران معتقدند که کمبود تنوع ژنتیکی پیشرفت‌های اصلاحی را در آینده مختل می‌کند (راجارم، ۲۰۱۰). تنوع و انتخاب دو رکن اساسی در هر برنامه اصلاحی بوده که انجام انتخاب منوط به وجود تنوع مطلوب از لحاظ ویژگیهای مورد بررسی است (اسلاجرن و ون[3]، ۱۹۹۴). تنوع ژنتیکی اساس اصلاح-نباتات است که از تکامل طبیعی ناشی شده و از اجزای مهم پایداری نظامهای بیولوژیکی می باشد (فراهانی وارزانی، ۱۳۸۵). ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی برای برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از ذخایر توارثی، حیاتی بوده و اطلاع از سطح تنوع ژنتیکی در گونه گیاهی برای انتخاب والدین جهت رسیدن به هیبرید مناسب از اهمیت زیادی بر خوردار است (سینگ[4]، ۲۰۰۳). ارزیابی تنوع ژنتیکی همچنین از جنبه مدیریت مؤثر و حفظ منابع ژرم‌پلاسم دارای اهمیت می‌باشد (رائو و همکاران[5]، ۲۰۰۷) گندم از حیث خصوصیات مختلف کمی و کیفی، سازگاری با عوامل محیطی و انواع مقاومتها دارای تنوع ژنتیکی وسیعی است (ارزانی، ۱۳۸۳). آگاهی دقیق از تنوع ژنتیکی موجود در ژرم‌پلاسم گیاهی ضمن حفظ ذخائر

[1] Francki
[2] Rajaram
[3] Slageren and Van
[4] Singh
[5] Rao et al.

ژنتیکی گیاهی، قابلیت استفاده از آنها را در برنامه‌های اصلاحی تعیین می‌کند. همچنین کسب اطلاع از فاصله ژنتیکی نسبی بین افراد و جمعیتها و روابط خویشاوندی بین آنها، امکان سازماندهی ژرم‌پلاسم و تهیه جمعیتهای مناسب برای ترسیم نقشه‌ی ژنتیکی ومکان یابی ژنها رافراهم می‌سازد (ویرک و همکاران[1]، ۱۹۹۵). تنوع ژنتیکی می‌تواند به وسیله تخمین فاصله ژنتیکی با استفاده از اطلاعات شجره یا با استفاده از نشانگرهای مولکولی شناسایی شود (استاچل وهمکاران[2]، ۲۰۰۰).

اطلاع از تنوع ژرم‌پلاسم‌ها و روابط ژنتیکی میان ارقام در اصلاح گندم امری حیاتی است. به منظور تخمین این تنوع انواع مختلفی از سیستم های نشانگری توسط بهنژادگران گیاهی استفاده می‌شود که از جمله آنها می توان به نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی شامل بیوشیمیائی و DNA اشاره کرد. نشانگرهای DNA امکان شناسایی مستقیم تنوع توالی ژنومی را در بین ارقام فراهم می‌کنند که می تواند در تکمیل اطلاعات شجره‌نامه مورد استفاده قرار گیرند (سولیمانی وهمکاران[3]، ۲۰۰۲). تنوع ژنتیکی در گندم با استفاده از نشانگرهای مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است که می توان به نشانگرهای RAPD (دوس وگیل[4]، ۱۹۹۲)، RFLP (واچینو وهمکاران[5]، ۱۹۹۳) ، STS-PCR (چن وهمکاران[6]، ۱۹۹۴) و ریز ماهواره‌ها (پراساد و همکاران[7]، ۲۰۰۰) اشاره کرد.

۱-۲- اهداف تحقیق

باتوجه به مطالب بالا می توان اهداف تحقیقی این پایان نامه را به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- بررسی تنوع ژنتیکی ارقام و ژنوتیپ های گندم نان با استفاده از صفات زراعی، فنولوژیک، فیزیولوژیک، مورفولوژیک و مولکولی؛

۲- بررسی ارتباط بین صفات زراعی، فنولوژیک، فیزیولوژیک، مورفولوژیک مختلف مورد بررسی و تعیین مهمترین صفات موثر بر عملکرد؛

۳- مقایسه نشانگرهای مولکولی با صفات مورفولوژیکی و زراعی در ارزیابی تنوع ژنتیکی.

[1] Virk et al.
[2] Stache et al.
[3] Solimani
[4] Devos and.Gale
[5] Vaccino et al.
[6] Chen et al.
[7] Prasad et al.

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱- گندم

گندم نان یا گندم معمولی با نام علمی *Triticum aestivum* و دارای ژنوم هگزا پلوئید (AABBDD) است. این گیاه یکساله و خود گرده افشان در محدوده وسیعی از آب و هوای جهان رشد می‌کند. تقریبا ۹۰ درصد اراضی زیر کشت گندم دنیا به این نوع اختصاص دارد است (خدابنده، ۱۳۷۲). محدوده کشت گندم در جهان بین ۶۰-۳۰ درجه شمالی و ۴۰- ۲۷ درجه جنوبی می باشد (مرگوم و همکاران[1]، ۲۰۰۹). منشا اجداد وحشی این گیاه خاورمیانه (لبنان، سوریه، عراق و اردن) است. گندم را به عنوان کلید اصلی تمرکز گرایی و تمدن انسان می دانند چون اولین محصولی بود که در سطح نسبتا زیادی کشت گردید (مرگوم و همکاران، ۲۰۰۹). گندم پایه اساسی مواد غذائی امروز بشر است و طبق آمارهای مختلف جهانی غذای حدود ۳۵ درصد از جمعیت را تامین می‌کند (درسی گیکر[2]، ۲۰۰۴). در سراسر جهان از گندم برای غذای انسان و تغذیه دام استفاده می شود. گندم شامل نشاسته، گلوتن و پنتوزها (همی سلولزها) می‌باشد. نشاسته را می توان با تغییرات شیمیائی در صنایع کاغذ سازی، تهیه چسب و شیرینی، وسایل آرایشی، الکل و... استفاده کرد. اهمیت گندم به خاطر ویژگی گلوتن آن است که بخش چسبنده پروتئین های سخت آندوسپرم می‌باشد. این ویژگی در سطح کمتری در چاودار و تریتیکاله وجود دارد (ارزانی، ۱۳۸۳).

۲-۲- سطح زیر کشت گندم ایران وجهان

طبق آمار سازمان خوار بار جهانی (فائو) تولید گندم در جهان در سال زراعی ۲۰۰۹- ۲۰۰۸، ۶۷۸ میلیون تن می‌باشد که این میزان در سال زراعی ۲۰۱۰- ۲۰۰۹ به ۶۸۲ میلیون تن برآورد می شود. این در حالی است که سطح زیر کشت گندم در دنیا بیش از ۲۵۰میلیون هکتار می‌باشد (روی و همکاران[3]، ۲۰۰۵).

سطح زیر کشت گندم آبی و دیم به ترتیب ۲۴۴۳۸۷۵ و ۴۰۵۶۱۲۵ هکتار است. عملکرد گندم آبی به طور متوسط ۳۶۷۲/۴۶ کیلوگرم در هکتار و گندم دیم ۱۰۷۲/۳۰کیلوگرم در هکتار می‌باشد این در حالی است که طبق آمار فائو تولید گندم در ایران در سال زراعی ۸۹-۸۸ به میزان ۱۴/۵ میلیون تن رسید و رتبه ۱۲ را در بین کشورهای تولیدکننده گندم بدست آورد. در بین استان‌های کشور نیز استان

[1] Mergoum et al.
[2] Dresigacker
[3] Royo et al.

خراسان رضوی با ۹/۲۱ درصد از کل اراضی گندم کشور، بیشترین سطح را به خود اختصاص داده است. پس از آن استان‌های کردستان، فارس، همدان، آذربایجان شرقی، زنجان و کرمانشاه به ترتیب با ۸/۲۷، ۶/۹۱، ۶/۷۵، ۶/۶۱، ۶/۶ و ۶/۴ درصد از کل اراضی گندم کشور مقام های دوم تا هفتم را به خود اختصاص داده‌اند، به عبارت دیگر بیش از نیمی (۵۰/۷۶ درصد) از اراضی گندم در این ۷ استان برداشت شده است.کمترین سطح زیر کشت نیز با حدود ۸ هزار هکتار (۱۲ درصد اراضی گندم) متعلق به استان گیلان می‌باشد. استان فارس علیرغم رتبه سوم از نظر سطح تولید، با ۱۰/۳۶ درصد از تولید گندم کشور در جایگاه نخست تولیدکنندگان این محصول قرار گرفته و استان‌های خوزستان، خراسان رضوی، گلستان، کرمانشاه، همدان و آذربایجان‌غربی به ترتیب با ۸/۷۵، ۸/۳۶، ۸/۱۷، ۶/۱۱، ۵/۶۹ و ۵/۴۳ درصد از تولید گندم کشور در مقامهای دوم تا هفتم قرار دارند (بی نام، ۱۳۸۸- ۱۳۸۷).

۲-۳- روشهای اصلاحی

در برنامه های پیشرفته اصلاحی گندم روشها و تکنیک های مختلف وجود دارد که بر اساس یکی از سه عامل زیر انتخاب می‌شوند که عبارتند از: ۱- ژنتیک صفتی که بایستی اصلاح شود ۲- منابع در دسترس ۳- سلایق شخصی اصلاحگر. از روشهای رایجی که در اصلاح گندم استفاده می‌شود می توان به روش انتخاب شجره‌ای، تلاقی برگشتی، جامعه بالک، نسل تک بذر، انتخاب دوره‌ای، هاپلوئید مضاعف شده، هیبرید گندم، جهش‌های هدفدار و انتخاب به کمک نشانگر اشاره کرد. در برخی موارد بهنژادگران ترکیبی از روشهای اشاره شده را برای اصلاح گندم استفاده می‌کنند (مرگوم و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-٤- اهداف اصلاح گندم

با افزایش جمعیت بشر تقاضای جهانی گندم، افزایش قابل ملاحظه‌ای دارد: نظرکارشناسان بر این است که تولید جهانی گندم باید ۲ درصد بیشتر از تقاضای سالانه آن باشد. پتانسیل افزایش سطح زیر کشت گندم در جهان محدود است، از اینرو افزایش تولید در گندم بایستی از افزایش بهره‌وری زمین‌هایی بدست آید که قبلا به کشت گندم به کار می رفتند. توسعه ارقام جدید باید در جهت افزایش عملکرد و کیفیت دانه، مقاومت به تنش های زیستی و غیر زیستی باشد (سینگ و همکاران[1]، ۲۰۰۷).

۲-٤-۱- عملکرد و اجزای عملکرد دانه

عملکرد دانه مهمترین هدف یک برنامه اصلاحی محسوب می‌شود، زیرا آثار آن به طور اقتصادی متوجه

[1] Singh et al.

کشاورز می‌گردد. ژنوتیپ‌های گیاهی از لحاظ ظرفیت ذاتی عملکرد با هم متفاوتند. ظرفیت عملکرد به لحاظ ظاهری از طریق خصوصیات ریخت‌شناسی پیچیده گیاه و فعالیت فیزیولوژیک تظاهر می‌یابد و ظهور ژنتیکی آن به صورت یک صفت کمی است که با محیطی که ژنوتیپ گیاه در آن کشت می‌شود اثر متقابل نشان می‌دهد. عملکرد دانه از حاصل‌ضرب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و متوسط وزن هزار دانه بدست می‌آید. به طور نظری، افزایش در یک جزء با ثابت بودن اجزای دیگر موجب افزایش عملکردکل می‌گردد (ارزانی، ۱۳۸۳). این ویژگی یک صفت کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و متاثر از عوامل محیطی است بنابراین کنترل بهتر اثرات محیطی در برنامه‌های اصلاحی به منظور بهبود عملکرد و انتخاب غیر مستقیم صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد داشته و کمتر به تغییرات محیط حساس باشد، انجام می‌شود. با مطالعه ارقام مختلف مشاهده شده که افزایش عملکرد دانه در چین بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ حدود ۰/۵۴ درصد در سال بوده است (زو و همکاران[1]، ۲۰۰۷).

اجزای عملکرد به دلیل قابل مشاهده بودن و سهولت اندازه گیری، در تجزیه و تحلیل‌های مربوط به عملکرد اهمیت ویژه‌ای دارند. البته تأکید زیاد روی تنها یک جزء از اجزای عملکرد، بی حاصل است، چرا که بین اجزای عملکرد حالت جبران کنندگی وجود دارد (ایوانس[2]، ۱۹۹۳). استفاده از ژن‌های پاکوتاهی در گندم منجر به افزایش قابل توجه عملکرد در دهه ۱۹۶۰ گردید. نقش اصلی این ژن‌ها کاهش ارتفاع ساقه و در نتیجه افزایش سهم دانه از مواد پرورده و افزایش اجزای عملکرد بوده است (فولکسس و همکاران[3]، ۲۰۰۷ ؛ فیشر[4]، ۲۰۰۷). رویو و همکاران[5] (۲۰۰۶) مشاهده کردند که به همراه افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در مترمربع با نسبت ۰/۵۵ درصد در سال افزایش یافته است. آنها نتیجه گرفتند که تعداد بوته در مترمربع، تعداد سنبله در گیاه و تعداد دانه در سنبله به ترتیب مسئول ۲۰، ۲۹ و ۵۱ درصد این افزایش تعداد دانه در مترمربع می‌باشند. اختلاف عملکرد دانه ارقام معرفی شده در سال های مختلف، از نظر اجزای عملکرد یعنی تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه نیز مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهشگران بسیاری گزارش کرده‌اند که بهنژادی در جهت افزایش عملکرد بالقوه در گندم تا حدود زیادی ناشی از افزایش قدرت مخزن و در اکثر موارد از طریق افزایش تعداد دانه در متر مربع بوده است. آنها همچنین نشان داده‌اند که افزایش تعداد دانه در سنبله تا حدود زیادی افزایش تعداد دانه در متر مربع را توجیه می نماید. به نظر می رسد که با آنکه بهنژادی عملکرد تا حد زیادی باعث افزایش تعداد دانه در متر مربع شده است، کاهش وزن دانه تا اندازه‌ای موجب خنثی شدن این تلاش ها گردیده است. بنابراین عملکرد بالقوه را نمی توان از یک حد نهایی بالاتر برد. در پاره‌ای موارد حتی کاهش وزن دانه‌ها نیز گزارش شده است (عطار باشی و همکاران، ۱۳۸۱). این امر

[1] -Zhou et al.
[2] - Evans
[3] - Foulkses et al.
[4] - Fischer et al.
[5] - Royo et al.

نشان می دهد که در آینده بیشترین تلاش و تأکید برای افزایش اجزای عملکرد باید به افزایش وزن دانه معطوف گردد (فیشر، ۲۰۰۷). ناروئی راد وهمکاران (۱۳۸۵) در بررسی تنوع ژنتیکی برای صفات مورفولوژیک توده‌های بومی گندم سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیدند که بین عملکرد و صفات تعداد روز ازکاشت تا ظهور سنبله، طول سنبله، وزن صد دانه، تعداد پنجه، ارتفاع، قطر ساقه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. صفت عملکرد و وزن هزار دانه از بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی و صفات فنولوژیک تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تعداد روز از کاشت تا زمان برداشت و همچنین تعداد گره در ساقه از کمترین ضریب تغییرات محیطی برخودار بودند.

۲-٤-۲- شاخص برداشت

واژه شاخص برداشت برای اولین بار بوسیله دانلد[1] (۱۹۶۸) مورد استفاده قرار گرفت . شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه (وزن دانه کل) به عملکرد بیوماس (وزن کل گیاه) بدست می آید. شاخص برداشت بالاتر نشان دهنده کارایی بیشتر گیاه است زیرا نسبت بالاتری از مواد جذب شده به داخل دانه انتقال پیدا می کند. شاخص برداشت به عنوان یک صفت فنوتیپی بوده که به طور عینی قابل انتخاب نیست بلکه یک نسبت است و برای محاسبه آن به وزن‌های دانه و کاه نیاز است (ارزانی، ۱۳۸۳). اهمیت شاخص برداشت از آنجا است که اغلب گفته می‌شود که بهبود عملکرد دانه می‌تواند با رسیدن شاخص برداشت به حداکثر مقدار پیش بینی شده امکان پذیر گردد. اما در حال حاضر مقدار شاخص برداشت در بهترین ارقام گندم زمستانه حدود ۵۰ درصد و در ارقام بهاره به ندرت بیش از ۴۵ درصد است و این با مقدار حداکثر فاصله دارد (میری، ۱۳۸۷). اباته و همکاران[2] (۱۹۹۸) در آرژانتین و ژو و همکاران (۲۰۰۷) در چین نشان دادند که افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید گندم به دلیل توانایی آنها در انتقال بیشتر مواد پرورده به سنبله می باشد.

۲-٤-۳- عملکرد بیولوژیک

نقش ماده خشک تولیدی در بهبود عملکرد دانه در گیاهان مختلف، متفاوت است. در گندم تصور بر این است که در روند افزایش عملکرد دانه، ماده خشک تولیدی تغییر معنی‌داری نیافته است. این ایده به ویژه در مطالعات قدیمی‌تر مورد تأکید قرار گرفته است، به طوری که در برخی مطالعات مشاهده شده است که همراه با افزایش عملکرد دانه بیوماس تولیدی ثابت مانده است (رویو و همکاران، ۲۰۰۶). حتی در برخی موارد با افزایش عملکرد دانه، به دلیل کاهش ارتفاع بوته در ارقام جدید، بیوماس تولیدی تا حدودی کاهش یافته است (میری، ۱۳۸۷). با این حال برخی مطالعات نشان داده اند که همراه با افزایش عملکرد دانه، کل ماده

[1] Donald
[2] Abbate et al.