بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته اصلاح نباتات

عنوان

تنوع گلوتنین‌ها و رابطه آن‌ها با صفات کیفیت نانوایی در ارقام تجاری گندم و لاین‌های اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار

Variation of glutenins and their relationship with bread making quality attributes in wheat varieties and recombinant inbred lines derived from the cross between Zagros and Norstar varieties

استادان راهنما

دکتر سید سیامک علوی کیا – دکتر مجید نوروزی

استاد مشاور

دکتر مصطفی ولیزاده

پژوهشگر

نسرین اکبری

شهریور 1393

تقدیم:

پدر و مادر بزرگوارم

وقتی لحظه‌های سبزت را قسمت می کردند

ریشه‌ها از آن تو شد و برگ‌ها از آن من

و من با تکیه بر تو همه‌ای فصل‌ها را تجربه

می‌کردم.

ای که نگاه پر از مهر و لبخند دلنشینت

بهترین و زیباترین دلیل بودن من است

برادران مهربان، صبور و فداکارم
خواهر عزیزم.

تقدیر و تشکر:

در ابتدا لازم می‌دانم مراتب سپاس و قدردانی خود را نسبت به همه‌ای عزیزانی که در تکمیل این پایان نامه مرا یاری داده‌اند ابراز نمایم. این پایان نامه نتیجه اهتمام و مساعدت بزرگوارانی است که بی تردید بدون لطف و عنایت آنان این پژوهش میسر نبود از استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر سید سیامک علوی‌کیا به جهت تلاش‌ها و زحمات بی وقفه شان در به ثمر رسیدن این پایان نامه و هچنین از استاد فرهیخته جناب آقای دکتر مجید نوروزی به خاطر تمامی هدایت‌های ارزنده‌شان تشکر و قدردانی می‌نمایم. از استاد مشاور گرامی، جناب آقای دکتر ولیزاده که در طول این پژوهش از همکاری و همفکریشان بهره بردم، از استاد گرانقدر ، جناب آقای دکتر بنده حق که مطالعه و داوری پایان نامه‌ام را پذیرفته‌اند ، از اساتید محترم گروه به نژادی و بیوتکنولوژی که در محضرشان کسب علم نمودم و. از خانم‌ها شریعت، نسرین کریمی و سارا غفاریان، آقای کهنموئی و اکبرزاده و تک تک دوستانم صمیمانه سپاسگزارم.

نام خانوادگی: اکبری **نام:** نسرین

عنوان پایان نامه: تنوع گلوتنین‌ها و رابطه آن‌ها با صفات کیفیت نانوایی در ارقام تجاری گندم و لاین‌های اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار

استاد راهنما : دکتر سید سیامک علوی‌کیا- دکتر مجید نوروزی

استادمشاور: دکتر مصطفی ولیزاده

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

دانشگاه: تبریز **دانشکده:** کشاورزی **ورودی:** 91

کلید واژه‌ها: پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه، کیفیت نانوایی، گلوتنین، گندم،SDS-PAG.

چکیده: امروزه بسیاری از برنامه‌های اصلاحی بر محتوای پروتئین دانه گندم با برجسته سازی خواص نان در جهت بهبود کیفیت نانوایی گندم‌های اصلاحی متمرکز شده است. در این پژوهش از 28 لاین اینبرد نوترکیب گندم حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار و 10 رقم تجاری جهت تعیین امتیاز نانوایی و تعیین تنوع آللی و نیز بررسی رابطه آلل‌های HMW-GS با صفات نانوایی مهم استفاده شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس مولکولی بین ارقام تجاری و لاین‌های اینبرد نوترکیب از نظر الگوی نواری HMW-GS تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی از نظر الگوی نواری کل پروتئین‌های ذخیره‌ای ارقام تجاری و لاین‌های اینبرد نوترکیب به دو گروه متمایز از هم تفکیک شدند. همچنین بر اساس این تجزیه تنوع ژنتیکی بین و درون گروهی قابل توجهی برای ارقام تجاری و لاین‌های اینبرد نوترکیب مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای براساس نوارهای HMW-GS هر چند منجر به تفکیک ارقام و لاین‌های اینبرد نوترکیب نشد ولی ژنوتیپ‌های دارای زیر واحد 1 از مکان ژنی *Glu-A$_1$* را از ژنوتیپ‌های دارای زیر واحدهای *2 و نول متمایز کرد. تجزیه‌ای خوشه‌ای بر اساس کل پروتئین‌های ذخیره‌ای با موفقیت ارقام تجاری را از لاین‌های اینبرد نوترکیب جدا کرد و تجزیه به بردارهای اصلی نیز منجر به تکرار همین نتیجه شد. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه نیز زیر واحد 1 از مکان ژنی *Glu-A$_1$* با صفات درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، میزان رسوب SDS، شاخص گلوتن و میزان گلوتن ماکروپلیمری رابطه مثبت و با صفت میزان گلوتن مرطوب رابطه منفی نشان داد. آلل *2 از مکان ژنی فوق با صفات وزن دانه و حجم رسوب زلنی رابطه مثبت و با ویژگی درصد رطوبت دانه ارتباط منفی نشان داد. آلل نول نیز از همان مکان ژنی با درصد پروتئین به شکل منفی و با وزن دانه به شکل مثبت دارای رابطه بود. آلل 12+2 از مکان ژنی *Glu-D$_1$* با حجم نان رابطه منفی و با میزان گلوتن ماکروپلیمری رابطه مثبت نشان داد.

عنوان **صفحه**

مقدمه 1

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

1- گندم 4
1-1- مورفولوژی دانه گندم 4
1-1-1- جنین 4
1-1-2- پوسته 5
1-1-3- اندوسپرم 5
1-2- طبقه‌بندی کیفی گندم 6
1-3- تقسیم‌بندی گندم از نظر میزان پروتئین 7
2- کیفیت نانوایی گندم 7
2-1- عوامل فیزیکی 8
2-1-1- وزن حجمی (هکتولیتر) 8
2-1-2- وزن دانه 8
2-1-3- سختی دانه 9
2-2- عوامل شیمیایی 10
2-2-1- رطوبت 10
2-2-2- فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز 11
2-2-3- پروتئین 11
2-2-3-1- کمیت پروتئین 11
2-2-3-2- کیفیت پروتئین 12
3- طبقه‌بندی پروتئین دانه 12
3-1- طبقه‌بندی پروتئین‌ها بر اساس حلالیت 12
3-2- طبقه‌بندی پروتئین‌ها بر اساس نقش و محل حضور 13
3-2-1- پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر 13

3-2-2- پروتئین‌های عملکردی 14
4- پروتئین ذخیره‌ای گندم 14
4-1- گلوتن 14
4-1-1- انواع گلوتن 16
4-1-2- تشکیل گلوتن 17
4-1-3- کنترل ژنتیکی گلوتن 17
4-1-4- روش‌ها و آزمون‌های بررسی کیفیت گلوتن گندم 17
4-1-4-1- آزمون رسوب گذاری 18
4-1-4-2- شاخص اندازه ذره 19
4-1-4-3- آزمون تعیین حجم رسوب 19
4-2- گلیادین‌ها 20
4-2-1- ساختار گلیادین‌ها 20
4-2-2- کنترل ژنتیکی گلیادین‌ها 20
4-3- گلوتنین 21
4-3-1- گلوتنین HMW-GS 22
4-3-2- ساختار HMW-GS 22
4-3-3- ژنتیک HMW-GSها 23
4-3-4- ارتباط HMW-GSها با کیفیت گندم 26
4-4- گلوتنین LMW-GS 29
4-4-1- ژنتیک LMW-GSها 29
5- عوامل ژنتیکی تأثیرگذار بر کمیت وکیفیت پروتئین 31
5-1- عوامل ژنتیکی تأثیرگذار بر کمیت پروتئین 31
5-2- عوامل ژنتیکی تأثیرگذار بر کیفیت پروتئین 31
6- عوامل محیطی تأثیرگذار بر کمیت وکیفیت پروتئین 32
6-1- شرایط آب و هوا 32
6-2- عناصر معدنی و مواد غذایی 33
6-2-1- نیتروژن 33

2-2-6- فسفر 33
7- مراحل رشدی 34
8- روش‌های مطالعه تنوع با استفاده از پروتئین ذخیره‌ای 34
9- پیشینه تحقیق 36
10- اهداف 38

فصل دوم

مواد و روش‌ها

2-1- مواد گیاهی 40
2-2- صفات مورد اندازه‌گیر و ارزیابی 40
2-2-1- وزن حجمی یا (وزن هکتولیتر) 40
2-2-2 مقدار گلوتنین ماکروپلیمری 41
2-3 بررسی الگوی الکتروفورزی در حضور سدیم دودسیل سولفات 41
2-3-1- تهیه محلول‌های پایه 41
2-3-1-1 محلول آکریل آمید یا محلول A 42
2-3-1-2 بافر تریس (pH=8/8) محلول B 42
2-3-1-3 بافر تریس pH =6/8 یا محلول C 42
2-3-1-4 محلول آمونیم پرسولفات (APS): 42
2-3-1-5 محلول SDS 10٪ 43
2-3-2 استخراج پروتئین: 43
2-3-2-1 بافر استخراج پروتئین (3X) 43
2-3-2-2 محلول عصاره‌گیری 43
2-3-2-3 روش استخراج پروتئین 43
2-3-3 الکتروفورز 44
2-3-3-1 تهیه محلول‌ها 44
2-3-3-2 تهیه ژل پلی اکریل آمید 45
2-3-3-2-1 تهیه سه بخش تشکیل دهنده ژل 45

2-3-3-2-2 قالب ریزی ژل 46
2-3-3-3 راه‌اندازی الکتروفورز 46
2-3-3-4 ظهور 46
2-3-3-5 امتیازدهی ژل 47
2-3-3-6 تجزیه آماری 48

فصل سوم

نتایج و بحث

3-1- تنوع از لحاظ نوارهای HMW-GS 51
3-1-1- تجزیه واریانس مولکولی الگوی نواری HMW-GS 53
3-1-2- تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوی نواری HMW-GS 54
3-1-3- تجزیه بردارهای اصلی براساس الگوی نواری HMW-GS 56
3-2- تجزیه واریانس مولکولی کل پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه 57
3-2-1- تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه 59
3-2-2- تجزیه بردارهای اصلی بر اساس الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه 60
3-3- امتیاز کیفیت نانوایی 62
3-4- تعیین رابطه نوارهای HMW-GS با صفات کیفیت نانوایی 67
3-5- نتیجه گیری کلی 72
3-6- پیشنهادات 73

فصل چهارم

منابع

منابع 75

فهرست جداول

جدول 1-1- تعیین سختی دانه گندم با استفاده از اطلاعات الک کردن.....10
جدول2-1- تعیین سختی دانه با استفاده از شاخص NIR 10
جدول2-1- امتیاز نانوایی آللها بر اساس سیستم پاین و همکاران به نقل عبد میشانی و شاه نجات بوشهری 1376.....49
جدول3-1- فراوانی آللی HMW-GSها در10 رقم تجاری و لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم.....52
جدول3-2- تجزیه واریانس مولکولی الگوی نواری HMW-GS برای دو گروه ارقام تجاری مورد مطالعه و لاین‌های اینبرد نوترکیب.....53
جدول3-3- مجموع و میانگین مربعات درون گروهی از نظر الگوی نواری HMW-GS 54
جدول3-4- درصد چند شکلی مکان‌های ژنی کنترل کننده HMW-GSها.....54
جدول3-5- فاصله و شباهت ژنتیکی Nei بین دو گروه (لاین‌های اینبرد نوترکیب و ارقام تجاری مورد مطالعه) از نظر الگوی نواری HMW-GS.....55
جدول3-6- سهم دو بردار اول حاصل از تجزیه به بردارهای اصلی بر اساس الگوی نواری HMW-GS.....57
جدول3 -7- تجزیه واریانس مولکولی الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه برای دو گروه ارقام تجاری مورد مطالعه و لاین‌های اینبرد نوترکیب.....58
جدول3-8- مجموع و میانگین مربعات درون گروهی از نظر الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای.....59
جدول3-9- درصد چند شکلی مکان‌های ژنی کنترل کننده پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه.....59
جدول3-10- فاصله و شباهت ژنتیکی Nei بین دو گروه (لاین‌های اینبرد نوترکیب و ارقام تجاری مورد مطالعه) از نظر الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه.....60
جدول3_11- سهم دو بردار اول حاصل از تجزیه به بردارهای اصلی بر اساس الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره-ای.....61
جدول3-12- جدول امتیاز بندی کیفیت نانوایی.....66
جدول3-13 نتایج رگرسیون ریج صفات کمی مرتبط با کیفیت نانوای.....71

فهرست اشکال

شکل 1-1 نمودار نمایش محل ژن گلوتنین با وزن مولکولی بالا و وزن مولکولی پایین و زیر واحدهای آن بر روی کروموزوم.....30
شکل 2-1 نمودار SDS-PAGE تنوع آللی در جایگاه ژن HMW-GS مرتبط با کیفیت نان پاین و لاورنس، (1983) می‌باشد و کیفیت با توجه به رتبه بندی آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.....49
شکل 3-1- سهم واریانس‌های بین و درون گروهی از کل واریانس GS-.....54
شکل 3-2- نمودار خوشه‌ای براساس الگوی نواری HMW-GS.....56
شکل 3-3- نمودار پراکنش حاصل از دو بردار اول بر اساس الگوی نواری HMW-GS.....57
شکل 3-4- سهم واریانس‌های درون و بین گروهی از کل واریانس پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه.....58
شکل 3-5- نمودار خوشه‌ای بر اساس الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه 60
شکل 3-6- نمودار پراکنش حاصل از دو بردار اول بر اساس الگوی نواری پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه.....61
شکل3-7- الگوی نواری پروتئین ذخیره‌ای در برخی از لاین‌های نوترکیب.....64
شکل3-8- الگوی نواری پرو تئین ذخیره‌ای در برخی از لاین‌های نوترکیب و ارقام تجاری.....65
شکل 3-9- الگوی نواری پرو تئین ذخیره‌ای در زاگرس و نورستار والدین لاین‌های انبرد نوترکیب.....65

مقدمه

گندم در سیستم کشاورزی ایران مهم‌ترین گیاه زراعی محسوب می‌شود. برآورد اولیه تولید گندم ایران حاکی از تولید حدود 14/5 میلیون تن گندم در سال 2013 بوده (فائو، 2013). نان یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های گندم است که غذایی اصلی و پایه بسیاری از مردم را در اکثر کشورهای جهان تشکیل می‌دهد (خبازی، 1388). لذا مطالعه ترکیب نان به منظور بهبود ارزش غذایی و کیفیت آن در سراسر جهان انجام می‌گیرد (هاتچکیس و پاتر، 2006). اگر چه از سایر غلات هم می‌توان نان تهیه کرد ولی نان تهیه شده از آرد گندم از نظر کیفیت و ارزش غذایی بسیار مطلوب‌تر است. این امر به علّت خواص فیزیکی و شیمیایی پروتئین‌های گندم است (نجفیان و عبد میشانی، 1374 ؛ گلکار، 1376) که البّته ارزش غذایی آن را می‌توان از طریق اصلاح پروتئین‌های ذخیره‌ای و تعادل اسیدهای آمینه دانه گندم افزایش داد (عبد میشانی و شاه نجات بوشهری، 1376).

تنوع ژنتیکی یکی از عوامل کلیدی برای ارتقای سطح کمی و کیفی گیاهان زراعی از جمله گندم است (زو و خان، 2001 ؛ خدادادی و همکاران، 2011). تنوع ژنتیکی اساس موفقّیّت در اصلاح نباتات است و از اقدامات اساسی است، که قبل از انجام هر برنامه اصلاحی باید مورد توجه قرار گیرد. از طرفی ارزیابی تنوع ژنتیکی موجود به‌نژادگران را به خصوصیات ذخایر ژنتیکی واقف می‌نماید (فوفا و همکاران، 2005). بنابراین اطلاع از ساختار ژنتیکی گونه‌های زراعی و همچنین خویشاوندان وحشی آنها برای برنامه‌های اصلاحی ضروری است (کلق، 1997) در نهایت آگاهی از تنوع ژنتیکی، به اصلاح‌گران این امکان را می‌دهد تا به واسطه‌ای انتخاب روشهای اصلاحی و گزینشی مناسب موفّق به تولید ارقام با کیفیت، پر محصول، مقاوم به آفات و بیماری‌ها و سازگار به

تغییرات محیطی گردند. در حال حاضر روش‌های بررسی تنوع ژنتیکی بر اساس صفات مورفولوژیکی، صفات کیفی و نشانگرهای مولکولی تعریف شده‌اند (فوفا و همکاران، 2005).

تقریباً در همه برنامه‌های مدرن اصلاحی، کیفیت از اولوّیت بالائی برخوردار است. اهداف اصلاحی کیفیت محصولات معمولاً در جهت نیل به استانداردهای قابل قبول تجاری است. در مورد گندم نان، ارقام جدید بایستی از حداقل معیارهای کیفی آسیاب و آرد برخوردار باشند. کیفیت گندم به مقدار زیاد به پروتئین‌های آن بستگی دارد، و از آن‌جا که اجزای پروتئین فوق العّاده نامتجانس هستند، روش‌هایی مانند الکتروفورز که وضوح بالا دارند اطلاعات کیفی و کمی بیشتری را در رابطه با کیفیت ارائه می‌دهند (عبد میشانی و شاه نجات بوشهری، 1376). همچنین روش‌های مبتنی بر الکتروفورز را می‌توان به عنوان ابزار مناسبی برای ارزیابی تنوع ژنتیکی بین یا درون گونه‌ای (واریته-ای) به شمار آورد. از این رو الگوی پروتئین دانه می‌تواند نشانگر مفیدی در مطالعات تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ارقام سازگار و با کیفیت باشد (شعیب و همکاران، 2007). در این پژوهش برای بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های اینبرد نوترکیب از روش الکتروفورز پروتئین‌های ذخیره‌ای دارای وزن مولکولی بالا (HMW) به همراه ویژگی‌های مربوط به کیفیت نانوایی استفاده شد. همچنین سعی بر آن شد تا با استفاده از این لاین‌ها روابط منطقی بین الگوهای الکتروفورزی و صفات فوق‌الذکر برقرار شود.

فصل اول

بررسی منابع

-گندم

گندم قوت غالب مردم جهان است و برآورد می‌شود تا سال 2020 نیاز جهانی گندم دو برابر سطح تولید فعلی خواهد شد (هیج، 2002)، و این امر اهمیت برنامه‌های اصلاح گندم در جهت تولید ارقام با عملکرد بالا سازگار و با کیفیت را توجیه می‌کند.

1-1- مورفولوژی دانه گندم

دانه گندم میوه گندم بوده و در اصطلاح کاریوپسیس[1] (گندمه) نامیده می‌شود و به پریکارب یا دیواره و یا پوسته دانه چسبیده است (بهنیا، 1376). دانه از سه قسمت نسبتاً مشخص آندوسپرم، پوست و جنین تشکیل شده که هر یک دارای ترکیب شیمیایی متفاوتی می‌باشند. مک مسترس (1971) نسبت سه جزء آندوسپرم، جنین و پوسته را به ترتیب 86/5-74/9، 3/8-0/99 و 20-10/4 درصد گزارش کرد.

1-1-1- جنین

جنین از لحاظ زیستی مهمترین عضو دانه بوده و در قسمت انتهایی دانه قرار دارد، و متوسط 2 تا 2/8 درصد وزن دانه را تشکیل می‌دهد و دارای اسیدهای چرب غیر اشباع و فعّالیّت آنزیمی شدید است. بنابراین وجود آن در آرد باعث فساد و واکنش‌های پیش بینی نشده در هنگام تهیّه فرآورده از آرد می‌شود. همچنین به دلیل نامطلوب بودن کیفیت پروتئین و ناپایداری اسیدهای چرب غیراشباع جنین در برابر اکسایش و از آن جا که جذب بیشتر آب توسط بذر را باعث می‌شود، لازم است جهت بالا بردن کیفیت آرد و ماندگاری آن در زمان تهیّه آرد جنین از آرد حذف شود. اجزای تشکیل دهنده

[1] .Caryopsis

جنین عبارتند از 1- ریشچه[1]، 2- محل غنچه یا برگ یا پلومولا[2]،3- لپه گیاهک یا اسکوتلوم[3]، 4- اپیتل استوانه‌ای[4] (پیغمبر دوست، 1385).

1-1-2- پوسته

پوسته به شکل لایه محافظ جوانه و آندوسپرم اطراف دانه را احاطه کرده و به طور متوسط 8 درصد دانه بدون پوشینه را تشکیل می‌دهد. به طور کلی درصد پوسته در گندم‌های بهاره بیشتر از ارقام پاییزه می‌باشد. پوسته از دو لایه تشکیل می‌شود، اولیّن پوسته یا پریکارپ[5]، و دومیّن پوسته یا تستا[6] که هر یک از این لایه‌ها خود از چندین لایه فرعی تشکیل شده‌اند. اولیّن پوسته از چهار لایه فرعی اپیدرمیس[7]، سلول‌های طولی، سلول‌های عرضی، و سلول استوانه‌ای تشکیل شده و در کل 5/5 درصد دانه را شامل می‌شود. دومیّن پوسته از دو لایه فرعی قهوه‌ای و هیالین[8] مرکب شده و 5/2 درصد دانه را تشکیل می‌دهد (پیغمبر دوست، 1385).

1-1-3- آندوسپرم

آندوسپرم دانه بخش اعظم بذر غلات را تشکیل می‌دهد و در گندم به طور تقریبی حاوی60 تا 80 درصد کربو هیدرات که 60 تا 65 درصد آن نشاسته، 15 تا 18 درصد آب، 8 تا 15 درصد پروتئین، 1/5 تا 2 درصد چربی، 2 تا 2/5 درصد مواد معدنی، 1/5 تا 2 درصد ویتامین می‌باشد (میز و همکاران، 2002). آندوسپرم 81 تا 83 درصد دانه را تشکیل می‌دهد.

---

[1] .Radicula
[2] .Plumula
[3] .Scutellum
[4] .Cylinderepithel
[5] .Pericarp
[6] .Teasta
[7] .Epidermis
[8] .Hialin

2-1- طبقه‌بندی کیفی گندم

دانه‌های گندم از نظر رنگ به سه گروه قرمز، سفید و کهربایی و از نظر بافت به دو گروه سخت و نرم تقسیم می‌شوند در یک تقسیم بندی دیگر با در نظر گرفتن ترکیبی از ویژگی‌های فوق گندم‌ها شامل

گندم سخت قرمز زمستانی[1]، گندم سخت قرمز بهاره[2]، گندم نرم زمستانی[3]، گندم نرم بهاره[4]، گندم دوروم[5] خواهند بود.

-گندم‌های سخت در مناطقی که آب و هوایی خشک دارند تولید شده و عمدتاً کوچک، قرمز رنگ و دارای گلوتن قوی و 11 تا 25 درصد پروتئین بوده و معمولاً دارای قیمت بالاتری هستند.

-گندم نرم در مناطق که زمستان ملایم و مرطوب دارند تولید شده و از گندم‌های سخت بزرگ‌تر هستند و نسبت به آن‌ها دارای بافت نرم‌تری بوده و دارای گلوتن کم تری هستند (کاظمی اربط، 1384).

-گندم‌های دوروم گندمی است سخت، دارازتر از حد معمول، زرد رنگ و کمی براق و ضمناً مقدار پروتئین، گلوتن و کربوهیدرات‌های ساده آن بیشتر از سایر واریته‌های گندم می‌باشد. مهم‌ترین محصول آن سمولینا[6] است که برای تهیه ماکارونی، بلغور و نان بکار می‌رود. گندم دوروم با دارا بودن

[1] .Hard red whnter wheat(HRWW).
[2] .Hard redspring wheat(HRSW).
[3] .Soft winter wheat (SWW).
[4] .Soft spring wheat (SSW).
[5] .Durum wheat (DW).
[6] .Semolina

پروتئین بالا 14-12 درصد در مقایسه با برنج با دارا بودن 7 درصد و گندم نان با 12-10 درصد پروتئین از جمله مهم‌ترین مواد غذائی است (شیخ سجّادیه، 1390).

1-3- تقسیم بندی گندم از نظر میزان پروتئین

گندم‌ها از نظر میزان پروتئین دانه به 4 گروه تقسیم می‌شوند.

- گندم‌های ضعیف: این گروه از گندم‌ها دارای 8 تا 11 درصد پروتئین هستند.

- گندم‌های متوسط: این گروه از گندم‌ها دارای 12 تا 14 درصد پروتئین در دانه هستند.

- گندم‌های خوب: این گروه گندم‌ها دارای 14 تا 16 درصد پروتئین در دانه هستند.

- گندم‌های قوی: این گروه ازگندم‌ها دارای بیش از 17 درصد پروتئین در دانه هستند (شیخ سجّادیه، 1390).

2- کیفیت نانوایی گندم

تعادل و تعامل بین اجزای تشکیل دهنده آرد از جمله نشاسته، چربی، پروتئین‌ها، آب، پنتوزان-ها و غیره از اهمیت بالایی در کیفیت نانوایی گندم برخوردار است (پاین و سیکینگ، 1996). از مهمترین خصوصیات مرتبط با کیفیت نانوایی گندم، می‌توان به وزن حجمی، سختی دانه، محتوای گلوتن، محتوای پروتئین و ارتفاع رسوب SDS اشاره کرد که محتوای پروتئین و ارتفاع رسوب SDS با شاخص پخت همبستگی نشان داده‌اند. البتّه ارتفاع رسوب SDS که معرف استحکام گلوتن است کیفیت پخت را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد (حق پرست و همکاران، 1388). بنابراین عوامل مؤثر

بر کیفیت گندم را می‌توان به دو دسته عوامل فیزیکی و شیمیایی تقسیم کرد (گینس و همکاران 1996 ؛ پایان، 1377).

2-1- عوامل فیزیکی

2-1-1- وزن حجمی (هکتولیتر)

از وزن واحد حجم برای درجه بندی گندم استفاده می‌شود. همچنین می‌توان توسط این معیار میزان بازدهی آرد را تخمین زد و به توپر بودن دانه، فضای مورد نیاز جهت ذخیره سازی، بازدهی آرد مفید یا آرد حاصل از آندوسپرم دانه پی برد. اهمیّت این معیار در این است که متمرکز بودن آندوسپرم یا پر مغز بودن آن را نشان می‌دهد به طوری که گندم‌های دارای شکل و اندازه مشابه می‌توانند در وزن هکتولیتر متفاوت باشند و وزن هکتولیتر بالاتر نشان از مرغوبیت گندم دارد. البتّه عواملی از قبیل رطوبت گندم و باد زده بودن آن در کاهش وزن هکتولیتر مؤثر هستند. چنانچه دانه ریز باشد وزن هکتولیتر بالا می‌رود ولی اگر دانه‌های ریز سبک و تو خالی باشند وزن هکتولیتر کاهش می‌یابد (کاوین، 2001 ؛ بهنیا، 1376).

2-1-2- وزن دانه

هر چه دانه‌ها بزرگتر و دارای چگالی بیشتر باشند، مقدار آندوسپرم آنها در مقایسه با سایر قسمت‌ها بیشتر است و هر چه دانه‌ها کوچکتر و دارای چگالی کمتری باشند، آندوسپرم آنها هم کمتر است.

2-1-3- سختی دانه

به تراکم و فشردگی لایه‌های مختلف گندم سختی دانه گویند، که عمدتاً یک عامل ژنتیکی است و به نحوه خرد شدن آندوسپرم دانه بستگی دارد. آرد مناسب برای تولید نان معمولاً از گندم سخت به دلیل دارا بودن مقدار پروتئین بیشتر و گلوتن مرغوب‌تر حاصل می‌شود. از طرفی سختی دانه خود یکی از عوامل مؤثر در کیفیت نانوایی است. از گندم سخت لزوماً آردی حاصل می‌شود که دارای حالت زبر و دانه‌ای است و برای تولید نان مطلوب است. آرد مناسب برای تهیه نان از گندم-های دانه سخت با محتوای پروتئین بالا با محدوده 11 تا 14 درصد به دست می‌آید (پیغمبر دوست، 1385 ؛ کتینیوداکی و همکاران، 2010). برای اندازه گیری سختی دانه دستگاه‌های بخصوصی وجود دارد که می‌توان به دستگاه تعیین کننده سختی دانه، دستگاه SKCS و دستگاه NIR، اشاره کرد. بهترین راه اندازه‌گیری سختی دانه آزمون اندیس اندازه ذرات است. اندیس اندازه ذره یک نمونه گندم به وسیله خرد کردن و الک کردن آن بدست می‌آید. اطلاعات بدست آمده از الک کردن با استفاده از جداول خاصی به سختی نسبی تبدیل می‌گردد (جدول 1-1). اندازه‌گیری سختی دانه با استفاده از دستگاه NIR به اندازه ذرات خرد شده دانه بستگی دارد (جدول2-1). هر چه دانه سخت باشد اندازه ذرات درشت‌تر و میزان جذب NIR بیشتر خواهد بود، در واقع هر چه ذرات درشت‌تر باشند، بر میزان انعکاس اشعه مادون قرمز تأثیر گذارتر خواهند بود (پایان، 1377).