بنام خداوند جان و خرد

□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□□

□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□ □□□□□□□

.□□□ □□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□

دانشگاه رازی

[illegible]

[illegible]

[illegible]

عنوان پایان نامه

اثرات مصرف نیتروژن بر کاهش خسارت ماندابی در گندم پاییزه

استادان راهنما:

[illegible]

[illegible]

استادان مشاور:

[illegible]

[illegible]

نگارش :

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] b [illegible] a [illegible]

[illegible]

□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□ ..... □□
□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □ □□ □□□□□□ ..... □□
□□□□□□□□□ □□□ □□ □ □□□□□□ □ □□□□ □□□□□□□ □□□□ ..... □□
□□□□□□□□□ □□□ □□ □ □□□□□□ □ □□□□□□□ □ □□□□□ □□□□□□□ □□□□ ..... □□
□□□□□□□□□ □□□□ □ □□□□□□ □ □□□□□ ..... □□
□□□□□□□ □□ □ □□□□□□ ..... □□
□□□□□ □□ □ □□ ..... □□
□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ □ □□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□ □ □□□□□ □□□□ □□□□ ..... □
□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□ □□□□ ..... □
□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□□ ..... □
□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □ □□□□□□□ □□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□ ..... □
□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ ..... □
□□□□□ □□□□□ ..... □
□□ □□□: □□□□□ □ □□□□□ □□□□□
□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ ..... □
□□□□□ □□□□ □ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□ ..... □
□□ □□□: □□□□□□ □ □□□□

□□□□ □□□□

□□.....□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □ □□ □□□ □□□□
□□.....□□□□ □□□□ □□□□□□□ □ □□□ □□□□
□□.....□□□ □□□ □□□□□□
□□.....□□ □□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□
□□.....□□ □ □□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □ □□□□□ □□□□□□
□□.....□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□

□□ □□□: □□□ □ □□ □ □□□□ :□□□ □□□

□□.....□ □□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□
□□.....□ □□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□
□□.....□□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□
□□.....□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□
□□.....□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□□
□□.....□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□
□□.....□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□
□□.....□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□

□□□□ □□□□□

□□.....□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□□□ □□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□
□□.....□ b □a □□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□ □□□ □ □□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□
□□.....□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□□ □ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□ □ □□□□□□□ □□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □ □□□□□□□ □□□□□□□
□□.....□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□

□□□□ □□□□□

□□□□ □□□□□

□□.....□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□ □ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....(□□□□) □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....(□□□ □□□□ □□□□□) □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....(□□□□) □□□□□ □ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....(□□□ □□□□ □□□□□) □□□□□ □ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□□□ □□□□□ □ □□□□□□□ □□□□□

□□.....□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□

□□.....□□ □ b □a □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□ □□□□ □□□□ □ □□□□ □□□□□□□

□□.....(SPAD) □□□□□ □□□□□□□

□□.....□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□

□□.....□□□□□□□□□□□ □□□□□

□□.....□□□□□

فصل اول

مقدمه

۱-۱- گندم و تأمین نیازهای غذایی بشر

امروزه با توجه به افزایش روبه رشد جمعیت، مسأله تأمین نیاز غذایی بشر از جمله دغدغه‌های پیش روی علم، بخصوص علم کشاورزی است. یکی از مهمترین اهداف توسعه، تأمین امنیت غذایی می‌باشد که نیازمند مطالعات و بررسی‌های زیربنایی در بخش کشاورزی است. حل مشکل تأمین غذا زمانی امکان پذیر خواهد بود که تجربیات کشاورزان و دانش محققین این فن با هم درآمیزند و نتیجه‌ی آن منجر به افزایش عملکرد در واحد سطح و یا کاهش افت عملکرد ناشی از تنش‌های محیطی و طبیعی و سایر فاکتورهای مؤثر در داشتن توان تولیدی بالا شود. طبق پیش بینی‌ها، جمعیت کره زمین تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای در حال توسعه به حدود ۸۰۰۰ میلیون نفر و در دنیا نزدیک به ۹۰۰۰ میلیون نفر خواهد رسید (فائو، ۲۰۰۶-۱۹۸۶)[1].

در بین محصولات زراعی گندم به عنوان اصلی‌ترین غذای مردم جهان که به طور مستقیم مورد مصرف قرار می‌گیرد، شناخته شده است و به همین دلیل بیشترین سطح زیر کشت و تولید جهانی را به خود اختصاص داده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ امام، ۱۳۸۶). آرد گندم به دلیل وجود ماده چسبنده گلوتن و سایر مواد از جمله ویتامین‌ها، مواد معدنی و چربی‌ها از ارزش نانوایی و تغذیه‌ای بالایی برخوردار است. دانه‌ی گندم برای هزاران سال قوت روزانهٔ بخش عمده‌ای از جمعیّت جهان را تأمین کرده است. این گیاه بدلیل تطابق زیاد با شرایط آب و هوایی مختلف محیطی، از پراکندگی گسترده‌ای در سطح جهان برخوردار است (کریمی، ۱۳۷۱).

با توجه به فواید و ارزش‌های غذایی گندم که مختصراً ذکر شد، به این نتیجه خواهیم رسید که با وجود تحقیقات بسیاری که بر روی گندم در سراسر دنیا انجام گرفته، هنوز راه ادامه تحقیق و بررسی پتانسیل عملکرد این گیاه در شرایط مختلف رشد تا رسیدن به عملکرد دانه‌ی ۲۰ تن در هکتار که به عنوان پتانسیل تئوری عملکرد گندم توسط فیزیولوژیست‌های غلات پیشنهاد شده، بسیار طولانی است (اوانس، ۱۹۹۳)[2].

از سوی محققین کشاورزی بررسی‌ها و آزمایشات بنیادی فراوانی جهت کاهش خسارت‌های ناشی از تنش‌های محیطی بر روی محصولات زراعی بخصوص گندم صورت گرفته و با تبدیل شدن این پژوهش‌های بنیادی به پژوهش‌های کاربردی است که انسان امروزه توانسته است نیاز غذایی بیشتر جمعیت کره‌ی زمین (و نه همه) را تا اندازه‌ای تامین نماید.

1. FAO, 1986-2006
2. Evans, 1993

در بین تنش‌های محیطی، تنش ماندابی[1] از جمله تنش‌هایی است که با توجه به فصل کشت گندم می‌تواند بر رشد و نمو آن تاثیر گذار باشد و در نهایت با وجود مقاومت‌هایی که گیاه ممکن است از خود نشان دهد، باعث افت عملکرد و اجزای عملکرد آن در واحد سطح گردد.

هریک از اجزای عملکرد گندم در زمان‌های خاصی از رشد و نمو آن پتانسیل رسیدن به حداکثر مقدار خود را دارند و اگر تنش ماندابی در هر یک از زمان‌های شکل‌گیری اجزای عملکرد گندم اعمال شود می‌تواند در عملکرد نهایی آن اثرگذار باشد. هرگونه عملیات داشت مناسب در طول رشد و نمو این گیاه می‌تواند این افت عملکرد ناشی از خسارت تنش ماندابی را جبران نماید.

۱-۲- اهداف اجرای آزمایش:

این آزمایش در قالب یک بررسی بنیادی جهت پی بردن به اثرات تنش ماندابی در طول دوره‌ی ظهور برجستگی دوگانه[2] تا مرحله‌ی شکل‌گیری سنبلچه‌ی انتهایی[3] در رأس ساقه‌ی[4] گندم که مصادف با تشکیل سنبلچه‌ها و گلچه‌های سنبله می‌باشد انجام پذیرفت. اینکه آیا تنش ماندابی اعمال شده در طول این مدت می‌تواند بر سرعت و تعداد سنبلچه‌های در حال شکل‌گیری اثر گذار باشد؟ و این اثرات احتمالی چه تاثیری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم خواهند گذاشت؟ با توجه به آبشویی ازت در خاک در شرایط ماندابی و نیاز غذایی گیاه در طول این دوره (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴)، آیا اضافه کردن مقداری کود شیمیایی نیتروژنه به صورت جبرانی بعد از رفع تنش می‌تواند در احیای پتانسیل عملکرد مؤثر واقع شود؟ همچنین سایر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی گندم تحت تنش ماندابی و کود جبرانی نیتروژن چه تغییراتی خواهند کرد؟

1. Waterlogging
2. Double ridge
3. Terminal spikelet
4. Shoot apex

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- کلیات

۲-۱-۱- اهمیت غذایی گندم

غذای اصلی حدود یک سوم جمعیت جهان از دانه‌ی گندم است. سه گونه‌ی برنج، ذرت و گندم بیش از ۵۶ درصد غذای انسان را تأمین می‌کنند، که سهم گندم از این مقدار بعد از برنج ۲۳ درصد می‌باشد (جانیک، ۲۰۰۱)[1]. با اینکه دانه‌های سایر غلات از نظر تغذیه‌ای بهتر از گندم می‌باشند، اما ویژگی‌های خاصی که در دانه‌ی آن وجود دارد آن را برای تولید غذای بشر متمایز ساخته است. حدود ۶۵ درصد از کل گندم مصرفی، برای تغذیه انسان بکار می‌رود و باقی مانده به مصارف مختلف دیگر می‌رسد. اهمیت غذایی گندم بیشتر مربوط به آردی است که از دانه‌ی آن بدست می‌آید. نان از مواد اولیه خوراک انسان است و می‌تواند ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی غذایی را تأمین نماید. نانی که از آرد گندم بدست می‌آید به علت وجود گلوتن در آن از نظر پخت نان، به سایر غلات برتری دارد (گلوتن مهمترین ماده پروتئین دانه‌ی گندم است که از گلیادین[2] و گلوتنین[3] که ۸۰ درصد پروتئین دانه را شامل می‌شوند، تشکیل شده است). دانه‌ی گندم از لحاظ پروتئین، غنی می‌باشد. همچنین حاوی مواد دیگری از جمله نشاسته (ماده اصلی آندوسپرم دانه‌ی گندم)، مواد قندی مانند گلوکز، فروکتوز، مالتوز، سلولز، چربی، مواد معدنی، ویتامین‌های مختلف و آب است. در این بین نشاسته و قند ۷۲-۵۷ درصد ترکیبات شیمیایی آن را تشکیل می‌دهند. از آرد گندم علاوه بر تهیه‌ی انواع نان، در تهیه‌ی بیسکویت، شیرینی و غذاهای مختلف استفاده می شود. همچنین دانه‌ی گندم از لحاظ تولید کالری در بین غلات رتبه‌ی نسبتاً بالایی دارد (خدابنده، ۱۳۸۴).

۲-۱-۲- سطح زیر کشت گندم

گندم در محیط‌های مختلف رشد، سازگاری پیدا کرده است. بنابراین از سطح زیرکشت گسترده‌ای نیز در جهان برخوردار است. سطح زیرکشت آن در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه متفاوت می‌باشد. حدود ۹۰ درصد سطح زیرکشت گندم در کشورهای توسعه یافته به صورت دیم می‌باشد، در حالی که در کشورهای در حال توسعه، بیش از ۵۰ درصد کشت گندم بصورت آبی است. از لحاظ تولید (عملکرد دانه) نیز بین این کشورها تفاوت‌های چشمگیری وجود دارد (جلال کمالی، ۱۳۸۷).

1. Janich, 2001
2. Gliadin
3. Glutenin

سطح زیرکشت گندم در کشور و در استان کرمانشاه در سال ۸۸-۱۳۸۷ در جدول (۲-۱) آورده شده است (آمارنامه، ۸۸-۱۳۸۷).

□□□□ □□□□ □□□ □□□ □□□□ □□□ □□ □□□□ □ □□□□ □□ □□□□ □□□ □□□ □□□□ □□□□ **(□□□□□)**

	گندم آبی	گندم دیم	جمع
کل کشور	۲۴۴۳۰۳۶	۴۲۰۴۳۳۱	۶۶۴۷۳۶۷
استان کرمانشاه	۷۸۴۶۱	۳۴۷۲۳۸	۴۲۵۶۹۹

استان کرمانشاه رتبه‌ی دوم سطح زیرکشت غلات و رتبه‌ی هفتم سطح اراضی برداشت شده گندم را در بین استان‌های کشور دارد.

۲-۱-۳- مقدار تولید و عملکرد گندم

مقدار تولید و عملکرد گندم در کشور و استان کرمانشاه در جدول (۲-۲) آورده شده است (آمارنامه، ۸۸-۱۳۸۷).

□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □ □□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□□ □ □□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□□ □□□□ □ □□□□ □□□□□□□□□

	میزان تولید (تن)			عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم
کل کشور	۸۹۷۱۹۵۸	۴۵۱۲۵۰۷	۱۳۴۸۴۴۶۵	۳۶۷۲/۴۶	۱۰۷۳/۳
استان کرمانشاه	۴۱۶۱۹۸	۴۰۷۹۲۲	۸۲۴۱۲۰	۵۰۳۰۴/۵۲	۱۱۷۴/۷۶

استان کرمانشاه با تولید ۶/۱۱ درصد، پنجمین استان از لحاظ تولید گندم کشور می‌باشد.

۲-۲- خصوصیات گیاهشناسی گندم

گندم با نام علمی (*Triticum aestivum* L.)، از تیره‌ی غلات[1] و جنس تریتیکوم[2] می‌باشد، گیاهی تک لپه، علفی و یکساله است که در تقسیم بندی جزء غلات مناطق معتدل و سردسیر قرار گرفته است.

1. Gramineae
2. Triticum

۲-۲-۱- ریشه

گندم دارای ریشه‌های افشان و سطحی است و دارای دو نوع ریشه اصلی و فرعی می‌باشد و بیشتر فعالیت آن تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک می باشد. اما در صورت مناسب بودن شرایط خاک تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متر هم می‌تواند در داخل خاک نفوذ کند. سیستم ریشه‌ای افشان در این گیاه نقش مهمی در جذب مواد غذایی و آب دارد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ خدابنده، ۱۳۸۴).

۲-۲-۲- ساقه

ساقه بصورت ماشوره‌ای و تو خالی بوده ولی در برخی از ارقام گندم به دلیل اثر بخشی ژن ها، دارای ساقه‌های توپر می‌باشد. ساقه در منطقه‌ی گره در تمام ارقام گندم توپر می‌باشد. طول ساقه بین ۶۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد. طول میانگره‌ها از پایین ساقه به سمت بالا بیشتر می‌شود به طوری که آخرین میانگره (پدانکل) طویل‌ترین میانگره‌ی ساقه‌ی گندم است. هر بوته‌ی گندم دارای یک ساقه‌ی اصلی است و ساقه‌هایی که از پنجه‌ها به وجود می‌آیند ساقه‌ی فرعی نام دارند (تاج‌بخش و پورمیرزا، ۱۳۸۲).

۲-۲-۳- برگ

گندم همانند سایر غلات جزء گیاهان باریک برگ می‌باشد. برگ از قسمت‌های غلاف، پهنک، لیگول (زبانک) و گوشوارک تشکیل شده است. غلاف برگ بیشتر میانگره را پوشش داده و باعث استحکام برگ می‌شود. گوشوارک نیز بصورت دو زائده در دو طرف محل اتصال پهنک به غلاف به همراه زبانک مانع نفوذ رطوبت به فضای بین غلاف و ساقه شده و از پوسیدن ساقه جلوگیری می کنند. معمولا بوته‌ی گندم دارای ۷ تا ۹ برگ روی ساقه‌ی اصلی خود می‌باشد. آخرین و طویل‌ترین برگی که تشکیل می‌شود، برگ پرچم[1] نام دارد. پهنک برگ، مرکز اصلی فتوسنتز در گیاه می‌باشد، و این فعالیت در برگ‌های آخری بویژه برگ پرچم بیشتر است (تاج‌بخش و پورمیرزا، ۱۳۸۲).

۲-۲-۴- سنبله

سنبله از یک محور بنام راکیس[2] با تعداد زیادی زائده تشکیل شده است. روی هر گره یک سنبلچه[3] قرار گرفته است و داخل هر سنبلچه، چند گلچه[4] وجود دارد. در حالت طبیعی ۵-۳ گلچه در سنبلچه بوجود می‌آید که از آن ۳-۲ گلچه بارور شده و تولید دانه می کند.

1. Flag leaf
2. Rachis
3. Spiklet
4. Floret

سنبله بر اساس طول میانگره به ۳ دسته‌ی: ۱- سنبله‌ی سست[1] ۲- فشرده یا متراکم ۳- نیمه فشرده[2] تقسیم‌بندی می‌شود.

هر سنبلچه نیز دارای یک محور سنبلچه بنام راکیلا[3]است، که گلها روی گره‌های محور سنبلچه قرار می‌گیرند. در محل اتصال محور سنبلچه به محور سنبله دو برگ تغییر شکل یافته بنام پوشه[4]وجود دارد. هر گلچه نیز توسط دو برگ تغییر شکل یافته بنام پوشینک[5] محصور شده که محور بیرونی را لما[6]و محور درونی را پالئا[7]می‌نامند، که لما در بعضی ارقام گندم به ریشک ختم می‌شود. گلچه‌ی گندم نیز از سه پرچم باریک و مادگی کلاله شکل تشکیل شده است (خدابنده، ۱۳۸۴؛ نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۳- اکولوژی گندم

گستره‌ی پراکنش گندم از عرض‌های ۶۰ درجه شمالی تا ۶۰ درجه جنوبی و در مناطق با ارتفاع حدود ۳۵۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. گندم در نواحی با میزان بارندگی بین ۱۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر و بطورکلی در مناطق خشک، نیمه خشک و نیمه‌مرطوب قادر به رشد و نمو می‌باشد. در مناطقی که میزان بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر و همزمان با رشد و نمو گندم باشد، می‌توان کشت آن را بصورت دیم انجام داد. از لحاظ حرارتی نیز بسته به نوع رقم آن (پاییزه یا بهاره بودن) در طول رشد و نمو خود به ترتیب ۱۵۰۰ و ۲۳۰۰ درجه روز رشد[8]حرارت نیاز دارد. دمای پایه‌ی آن ۴ درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب آن ۲۲- ۲۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ماکزیمم آن ۳۵ درجه سانتیگراد می‌باشد.

گندم گیاهی روز بلند می‌باشد. معمولا دوره رشد رویشی آن در روزهای کوتاه افزایش می‌یابد. خاک مناسب جهت کشت گندم خاک‌های لومی شن، لومی شنی رسی، با زهکشی مناسب و با اسیدیته‌ی خنثی می‌باشد (محدوده‌ی اسیدیته‌ی آن ۶/۸-۸/۵ است). شوری قابل تحمل آن ۶ دسی‌زیمنس برمتر[9] خاک می‌باشد (صیامی، ۱۳۸۷؛ تاج‌بخش و پورمیرزا، ۱۳۸۲).

۲-۴- تقسیم بندی مراحل مختلف رشد گندم

در تقسیم‌بندی مراحل مختلف رشد گندم از دو روش عمده استفاده می‌شود. روش اول، بر اساس بررسی خصوصیات ظاهری گندم انجام می‌شود. به طوری که به هر مرحله از رشد گندم کد خاصی داده می‌شود. انواع

1. Luxum
2. Capitatum
3. Rachilla
4. Glume
5. Glumelle
6. Lemma
7. Palea
8. Growth Degree Day
9. ds. m^{-1}

متفاوتی از این نوع تقسیم بندی توسط محققین همچون هان (۱۹۷۳)[1] و فیکس (لارج، ۱۹۵۴)[2] ارائه شده که رایج‌ترین آن‌ها تقسیم‌بندی خصوصیات ظاهری گندم به روش زادوکس و همکاران (۱۹۷۴)[3]، است. کدهای کمیّ مراحل مختلف رشد غلات بر اساس خصوصیات ظاهری گیاه در جدول (۲-۳)، آورده شده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷).

روش دوم تقسیم‌بندی مراحل مختلف رشد گندم، بر اساس بررسی خصوصیات نموی رأس ساقه (سنبله)، صورت می‌گیرد. در این روش به هر مرحله نموی سنبله‌ی گندم، کد خاصی داده می‌شود. در واقع هر کد بیانگر مرحله‌ی خاصی از نمو سنبله گندم می‌باشد (معمولا از مقیاس کمیّ وادینگتون و کارترایت، ۱۹۸۳)، استفاده می‌شود. (رجوع شود به جدول ۳-۶). بطور کلی در این تقسیم‌بندی کل دوره‌ی رشد و نموی گندم به سه مرحله‌ی اصلی تقسیم می‌شود: ۱- مرحله‌ی رویشی[4] ۲- مرحله‌ی زایشی[5] ۳- مرحله‌ی پر شدن دانه[6] و وضعیت نموی سنبله گندم در هر یک از سه مرحله متفاوت از یکدیگر می‌باشد.

۲-۴-۱- اهمیت بررسی مراحل نموی گندم

مطالعه بررسی مراحل نموی بر اساس خصوصیات ظاهری در مدیریت بهتر گندم در شرایط مزرعه از طریق بررسی تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد و اجزای عملکرد در مراحل نموی مختلف و همچنین بررسی نیازهای گیاه در مراحل نموی مختلف اهمیت زیادی دارد، اما استفاده از این تقسیم بندی‌ها، اطلاعات دقیقی جهت مدیریت و یا تأثیر محیط روی سنبله و اندازه‌ی دانه که بعدها عملکرد دانه را تشکیل می‌دهند به فیزیولوژیست‌های گیاهان زراعی نمی‌دهد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷). بر همین اساس این آزمایش بر مبنای تقسیم‌بندی خصوصیات نموی سنبله گندم، انجام گرفت و بخشی از مرحله‌ی زایشی گندم، یعنی زمان برجستگی دوگانه تا زمان ظهور سنبلچه‌ی انتهایی مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۴-۲- مراحل نموی مریستم رأس ساقه[7]

محدوده‌ی زمانی هر فاز نموی گندم بستگی به ژنوتیپ، دما، طول روز، تنش‌های محیطی و تاریخ کاشت آن دارد. توصیف مراحل نموی رأس ساقه گندم از جوانه زنی تا مرحله‌ی سنبلچه‌ی انتهایی به صورت زیر می‌باشد:

1. Haun, 1973
2. Large, 1954
3. Zadoks et al., 1974
4. Vegetative Phase
5. Reproductive Phase
6. Grain Filling
7. Apical meristem

□□□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□ □□□□ □□□□

کد ویژه‌ی هر فاز رشد	کد ویژه‌ی هر فاز رشد
0 Germination	40 **Booting**
0.0 Dry seed	41 Flag leaf sheath extending
0.1 Start of imbibition	43 Boots just visible swollen
0.2 Imbibition complete	45 Boots swollen
0.3 Radicle emerged from seed	47 Flag leaf sheath opening
0.5 Leaf just at coleoptile tip	49 First awns visib
0.4 Coleoptile emerged from seed	50 **Ear emergence**
0.5 Leaf just at coleoptile tip	51 First spikelet of ear just visible
10 **Seedling growth**	53 One-fourth of ear visible
10 First leaf through coleoptile	55 One-half of ear emerged
11 First leaf unfolded	57 Three-fourths of ear emerged
12 leaf unfolded	59 Emergence of ear completed
13 leaf unfolded	60 **Flowering**
14 leaf unfolded	61 Beginning of flowering
15 leaf unfolded	65 Flowering half-way complete
16 leaf unfolded	69 Flowering complete
19 or more unfolded	70 **Milk development**
18 leaf unfolded	71 Seed water ripe
17 leaf unfolded	73 Early milk An increase in the solids
18 leaf unfolded	75 Medium milk of the liquid endosperm is
19 or more unfolded	77 Late milk
20 **Tillering**	80 **Dough development**
20 Main shoot only	83 Early dough
21 Main shoot and 1 tiller	85 Soft dough
22 Main shoot and 2 tillers	87 Hard dough
23 Main shoot and 3 tillers	90 **Ripening**
24 Main shoot and 4 tillers	91 Seed hard (difficult to divide by thumbnail)
25 Main shoot and 5 tillers	92 Seed hard (can no longer be dented by thumbnail)
26 Main shoot and 6 tillers	93 Seed loosening in daytime
27 Main shoot and 7 tillers	94 Over-ripe; straw dead and collapsing
28 Main shoot and 8 tillers	95 Seed dormant
29 Main shoot and 9 or more tillers	96 Viable seed giving 50% germination
30 **Stem elongation**	97 Seed no dormant
30 Pseudostem erection (winter cereals only)	98 Secondary dormancy induced
31 1st node detectable	99 Secondary dormancy lost
32 2nd node detectable	
33 3rd node detectable	
34 4th node detectable	
35 5th node detectable	
36 6th node detectable	
37 Flag leaf just visible	
38 Flag leaf ligule just visible	
39 Flag leaf ligule just visible	

۱- جوانه زنی تا برجستگی دوگانه[1]

معمولاً بعد از قرارگیری بذر در شرایط رطوبت و دمای مناسب، شروع به جوانه زنی می کند و ازحالت سکون به حالت متابولیسم فعال می‌رسد. سپس ریشه‌چه از بذر خارج و بعد از مدتی کلئوپتیل[2] از سطح خاک خارج می‌شود و تحت تأثیر نور رشد آن متوقف شده و اولین برگ که به صورت لوله‌ای می‌باشد از نوک کلئوپتیل خارج می‌شود. بعد از چند روز برگ حالت معمولی به خود می گیرد. گیاهک جوان ابتدا دارای ۴-۳ برجستگی ساده می‌باشد (کربای، ۱۹۹۳)[3]. مرحله‌ی جوانه زنی تا برجستگی دوگانه دوره‌ی رشد رویشی گیاه محسوب می‌شود شکل (۲-۱). چنین عنوان شده که ارتباط مستقیمی بین طول دوره‌ی رویشی(دوره‌ی قبل از برجستگی دوگانه) و تعداد سنبلچه در سنبله وجود دارد، طولانی‌تر بودن دوره‌ی رویشی می‌تواند موجب القای تعداد سنبلچه‌ی بیشتری در سنبله شود، اما تعداد دقیق سنبلچه به وسیله‌ی طول دوره‌ی زایشی از شروع برجستگی دوگانه تا سنبلچه‌ی انتهایی مشخص می‌شود (رامان و همکاران، ۱۹۷۷)[4]. پنجه زنی گندم نیز پیش از ورود ناحیه‌ی نموی رأس ساقه[5] به مرحله‌ی برجستگی دوگانه شروع و در زمان ساقه رفتن گندم (در زمان ظهور سنبلچه‌ی انتهایی در مریستم رأس ساقه)، خاتمه می‌یابد (باکر و گالاجر، ۱۹۸۳)[6].

۲- برجستگی دوگانه تا سنبله‌ی انتهایی[7]

شروع این مرحله بیانگر گذر گندم از فاز رویشی به فاز زایشی است. در واقع ظهور برجستگی دوگانه، نشانه‌ی انتقال گندم از فاز رویشی به زایشی می‌باشد (بخشنده، ۱۹۹۴)[8]. گیاه گندم در این زمان دارای ۴ تا ۸ برگ در ساقه‌ی اصلی خود می‌باشد و طول مریستم رأس ساقه حدوداً ۰/۵ میلیمتر می‌باشد (این دوره با ظهور سنبلچه‌ی انتهایی خاتمه می‌یابد). در این مرحله تولید آغازه‌های برگی خاتمه یافته و برگ پرچم نیز شکل گرفته است. همچنین تمایز آغازه‌های سنبلچه شروع می‌شود و مدتی قبل از ظهور سنبلچه‌ی انتهایی، آغازه‌های گلچه درون هر سنبلچه شروع به تمایز می کنند. طول این دوره و همچنین سرعت تمایز سنبلچه‌ها نقش مهمی در تشکیل سنبلچه‌ی انتهایی دارد و می‌تواند تحت تأثیر رقم و فاکتورهای محیطی قرار بگیرند. به طوری که معمولاً طول این دوره در گندم‌های زمستانه طولانی‌تر از گندم‌های بهاره است. همچنین گزارشات متعددی از اثرگذار بودن عوامل محیطی مانند شوری، خشکی و دما بر طول این دوره در وجود دارد (کافی[9]، ۲۰۰۱؛

1. Emergence to doubleridge
2. Coleoptile
3. Kirby, 1993
4. Rahman et al., 1977
5. Shoot apex
6. Baker and Gallagher, 1983b
7. Double ridge to Terminal spikelet
8. Bakhshandeh, 1994
9. Kafi, 2001