

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرج

دانشکده علوم زراعی

رساله برای دریافت درجهی دکترای تخصصی (Ph.D) در رشتهی زراعت

## بررسی روند تغییرات خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک موثر بر بهبود عملکرد گندم

پژوهش و نگارش:

علی راحمی کاریزکی

استاد راهنما:

دکتر سرالله گالشی

اساتید مشاور:

دکتر افشین سلطانی

دکتر بهنام کامکار

۱۳۹۰



### تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **علی راحمی کاریزکی** دانشجوی رشته **زراعت مقطع دکتری** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.



تقدیم به:

بمسر عزیزم

پدر عزیز و زحمت کشم

مادر مهربان و خداکارم

برادران کرامی و صمیمیم و

خواهران محترم و با محبتم.

که:

از نگاهشان صلابت

از رفتارشان محبت

از کردارشان ایمان

از تلاششان پشت کار

و از صبرشان ایستادگی را آموختم.

با سپاس از جهان نشانی و زحمات بی دینشان که در حق من مبذول داشته اند و سختی های فراوانی که به خود متحمل شده اند، تا آسایش مرا فراهم

نمایند. با سپاس از همه آموزگاران، معلمان، دبیران و اساتید بزرگوارم که الفبای خواندن و نوشتن و کام نهادن در مسیر فراگیری علم و دانش را

از دبستان تا دانشگاه به من آموختند.





## تقدیر و شکر:

باجه و سپاس از خدای بی کران که شایسته خلتش را به گونه ای آفرید که نشاید ایش علم، دین، اخلاق و هنر گردید و با التقات ویژه و اعطای نعمت تعقل و تفکر او را از جهالت، نادانی و تاریکی رهایی دهد و نور علم و دانش را، بمنون نمود. حال که با لطف این دوستان و بهر اسی و یاری اساتید بزرگوار، خانواده محترم و دوستان گرامی این تحقیق انجام پذیرفت بر خود وظیفه می دانم، پس از سپاس و شکر از این دو پاک و بیگانه، سستی بخش جهان، از یکایک آنان شکر و قدر دانی نمایم، هر چند قلم و زبان از بیان لطف و تلاششان قاصر است.

که به قول معروف:

((آب دیرا اگر نتوان کشید هم به قدر نمشکی یادشید))

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر سر اسامه کالمسی که به عنوان استاد راهنمای این تحقیق زحمت هدایت و راهنمایی این جانب را در طی این پژوهش بر عهده داشتند و با راهنمایی های ارزشمند خود مرا در عمر رساندن این تحقیق یاری نمودند کمال شکر و قدر دانی را دارم. از اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر افشین سلطانی و دکتر بهنام کامکار به عنوان اساتید مشاور این تحقیق که با راهنمایی ها و پیشنهاد های ارزنده علمی خویش، یاری دهنده این تحقیق بودند صمیمانه تقدیر و شکر می نمایم و نیز از دوران ارجمند آقایان دکتر ابراهیم زینلی، دکتر فرید قادری، دکتر اسکندر زنده و دکتر بهت اسد پور شتی و همچنین یاننده محترم تحصیلات تکمیلی آقای دکتر محمد قربانی که موجهات بسود پایان نامه را فراهم آوردند، شکر و قدر دانی می کنم. از اساتید و کارشناسان گروه زراعت آقایان دکتر سلولانی و دکتر قربانی و همچنین آقایان مهندس صلاحی، سیرانی، و حسن پور شکر و قدر دانی می کنم. از جناب آقای مهندس کلان کارشناس ارشد مرکز تحقیقات عراقی محله که در تهیه بذور و در اختیار گذاشتن امکانات لازم جهت انجام این تحقیق از هیچ گلی دریغ نداشته اند، کمال شکر و قدر دانی را دارم. بهکلاسی های خوبم آقایان نبیان ترابی، امیربزاز و بزرگ و قربانعلی رسام شکر و قدر دانی می نمایم. همچنین جا دارد از دوستان خوبم آقایان وحید زارجمید، الیاس سلطانی، نبی خلیلی اقدم و امیر دارایی که در کارهای آزمایشگاهی و مزرعه ای مرا یاری نمودند، شکر و قدر دانی نمایم. در پایان جا دارد که از همسر عزیزم که همواره لطفشان شامل حال من بوده و در تمام سختی هایم و همراه من بودند، شکر و قدر دانی نمایم.

علی راحمی کارنگی، خرداد ماه ۱۳۹۰

## چکیده

به منظور مطالعه‌ی تغییرات خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام مختلف گندم و اثرات این تغییرات بر بهبود و پتانسیل عملکرد، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان واقع در گرگان انجام شد. در این آزمایش ۱۶ رقم گندم که در طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ آزاد شده‌اند در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار آزمایش شدند. نتایج تحقیقات نشان داد که در طی سال‌ها فعالیت‌های اصلاحی در جهت بهبود عملکرد گندم صفاتی از قبیل مراحل فنولوژیک (زودرس یا دیررس کردن ارقام)، تعداد گره، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در سنبلچه، کارایی جذب نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی مصرف نور، وزن دانه، سرعت رشد دانه در واحد دانه، دوره پر شدن دانه، انتقال مجدد ماده‌ی خشک و نیتروژن، سهم انتقال مجدد ماده‌ی خشک و نیتروژن در عملکرد، تغییراتی صورت نگرفته است، اما سایر صفات دستخوش تغییراتی شده‌اند. از نظر شاخص سطح برگ، تجمع ماده‌ی خشک و سرعت رشد محصول دو رقم گلستان و آرتا (به ترتیب نماینده‌ی گروه دوم و سوم) نسبت به رقم اینیا (نماینده‌ی گروه اول) دارای الگوی مشابه و برتری بودند. صفاتی از قبیل  $K_{PAR}$ ، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی بهره‌وری، سرعت رشد دانه در واحد سطح به ترتیب معادل ۰/۳۹، ۰/۲۸، ۰/۳۱ و ۰/۷ درصد به ازای هر سال آزاد سازی، افزایش یافته‌اند. همچنین غلظت پروتئین دانه معادل ۰/۰۵ درصد به ازای هر سال آزادسازی کاهش یافته است. تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در واحد سطح در طی ۳۸ سال آزادسازی به ترتیب معادل ۲۸/۸۷ و ۲۴/۷۴ درصد افزایش یافته است، یعنی به ازای هر سال به ترتیب معادل ۰/۷۸ و ۰/۸۰ درصد بهبود مشاهده شد. مهم‌ترین دلیل افزایش تعداد دانه در مترمربع، افزایش تعداد دانه در سنبله بود. در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب معادل ۲۴/۸۳، ۱۶/۱۶ و ۸/۱۸ درصد افزایش حاصل شده است. به عبارتی به ازای هر سال در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۴۴ و ۰/۲۲ درصد بهبود حاصل شده است. همچنین ارتفاع بوته معادل ۰/۲۷ کاهش و طول سنبله ۰/۲۵ درصد، به ازای هر سال افزایش یافته است. به طور کلی بیشتر از ۸۹ درصد تغییرات عملکرد دانه توسط متغیرهایی مانند شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله توجیه شد.

**کلمات کلیدی:** گندم، خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک، عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی مصرف تشعشع، شاخص برداشت

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول: کلیات</b>
۲	۱-۱- اهمیت گندم
۴	۲-۱- اهداف تحقیق
	<b>فصل دوم: بررسی منابع</b>
۶	۱-۲- فنولوژی گندم
۷	۲-۲- تجزیه و تحلیل رشد
۱۰	۳-۲- دریافت تشعشع و کارایی استفاده از آن
۱۴	۴-۲- کارایی مصرف نیتروژن (NUE) و صفات مرتبط با آن
۱۶	۵-۲- انتقال مجدد مواد
۱۷	۶-۲- تجزیه و تحلیل رشد دانه
۱۹	۷-۲- عملکرد دانه و اجزای آن
۲۱	۸-۲- رابطه بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با عملکرد دانه
۲۲	۹-۲- مورفولوژی
	<b>فصل سوم: مواد و روش‌ها</b>
۲۴	۱-۳- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی محل اجرای آزمایش
۲۴	۲-۳- طرح آزمایشی، آماده سازی زمین و مراقبتهای زراعی
۲۵	۳-۳- نمونه برداری
۲۷	۴-۳- روش تجزیه و تحلیل:
	<b>فصل چهارم: نتایج و بحث</b>
۳۴	۱-۴- شرایط آب و هوایی
۳۵	۲-۴- ویژگی‌های فنولوژیک
۳۹	۳-۴- تجزیه و تحلیل رشد
۳۹	۴-۳-۱- شاخص سطح برگ (LAI)
۴۱	۴-۳-۲- الگوی تجمع ماده خشک
۴۳	۴-۳-۳- سرعت رشد محصول (CGR)

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۴	۴-۴- دریافت تشعشع و کارایی استفاده از آن
۴۶	۴-۵- کارایی مصرف نیتروژن (NUE) و صفات مرتبط با آن
۴۹	۴-۶- غلظت پروتئین دانه
۵۰	۴-۷- انتقال مجدد و سهم آن در عملکرد
۵۰	۴-۷-۱- انتقال مجدد ماده‌ی خشک و سهم آن در عملکرد
۵۱	۴-۷-۲- انتقال مجدد نیتروژن و سهم آن در عملکرد
۵۲	۴-۸- خصوصیات رشد دانه
۵۵	۴-۹- عملکرد دانه و اجزای آن
۵۹	۴-۱۰- رابطه بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با عملکرد دانه
۶۱	۴-۱۱- خصوصیات مورفولوژیک
۶۳	۴-۱۲- تجزیه علیت
۶۴	۴-۱۳- نتیجه‌گیری
۶۶	۴-۱۴- پیشنهادات
۹۷	فهرست منابع

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۱	جدول ۳-۱: مشخصات خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی متر)
۳۲	جدول ۳-۲- ویژگی های ارقام گندم کشت شده از سال ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ در استان گلستان
۳۲	جدول ۳-۳- مراحل مهم نموی گندم
۶۷	جدول ۴-۱- میانگین دمای حداقل، حداکثر ماهانه، تشعشع ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه مربوط به دوره ی رشد گیاه گندم در مقایسه با آمار بلند مدت، در شرایط آب و هوایی گرگان در طی دو سال زراعی.
۶۸	جدول ۴-۲- تجزیه واریانس مرکب مراحل مهم فنولوژیکی ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۷. VE روز تا سبز شدن، TL روز تا پنجه زنی، SE روز تا ساقه روی، HD روز تا سنبله دهی، ANT روز تا گرده افشانی. PM روز تا رسیدگی.
۶۹	جدول ۴-۳- مقایسه میانگین مراحل مهم فنولوژیکی ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۸۷-۸۸ و ۱۳۸۷-۸۸. year سال آزاد سازی رقم، TL روز تا پنجه زنی، HD روز تا سنبله دهی، ANT روز تا گرده افشانی.
۷۱	جدول ۴-۴- تجزیه واریانس مرکب مراحل مهم فنولوژیکی ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۷. VEGDD درجه روز رشد تا سبز شدن، TLGDD درجه روز رشد تا پنجه زنی، SEGDD درجه روز رشد تا ساقه روی، HDGDD درجه روز رشد تا سنبله دهی، ANTGDD درجه روز رشد تا گرده افشانی. PMGDD درجه روز رشد تا رسیدگی.
۷۲	جدول ۴-۵- مقایسه میانگین مراحل مهم فنولوژیکی ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۸۷-۸۸ و ۱۳۸۶-۸۷. VEGDD درجه روز رشد تا سبز شدن، TLGDD درجه روز رشد تا پنجه زنی، SEGDD درجه روز رشد تا ساقه رفتن، HDGDD درجه روز رشد تا سنبله رفتن، ANTGDD درجه روز رشد تا گرده افشانی. PMGDD درجه روز رشد تا رسیدگی.
۷۳	جدول ۴-۶- ضرایب (a, b و c) معادله پیش بینی تغییرات شاخص سطح برگ در مقابل زمان، سال آزاد سازی رقم (year)، تعداد مشاهدات (n)، حداکثر LAI (LAI <sub>mx</sub> ) و زمان وقوع آن بر حسب روز (T <sub>max</sub> )، جذر میانگین مربعات خطاء (RMSE) و ضریب تبیین (R <sup>2</sup> ) نیز آورده شده است.

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۴-۷- ضرایب معادله لجستیک جهت پیش بینی تجمع ماده خشک در مقابل زمان برای ارقام مختلف در طی دو سال آزمایش، سال آزاد سازی رقم (year)، تعداد نمونه برداری (n)، ضریب معادله (a)، مدت زمانی که تجمع ماده خشک به ۵۰ درصد حداکثر خود می رسد (b)، حداکثر ماده خشک تولید شده ( $DM_{max}$ ) (گرم در مترمربع)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین ( $R^2$ ) نیز آورده شده است.	۷۴
جدول ۴-۸ - تخمین مقدار ضریب خاموشی (K) از معادله $Y=1-\exp(-K \times LAI)$ در ارقام مختلف گندم و دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. سال آزاد سازی رقم؛ n، تعداد نمونه؛ K، ضریب خاموشی؛ RMSE، جذر میانگین مربعات خطا و $R^2$ ، ضریب تبیین هستند.	۷۵
جدول ۴-۹- ضرایب معادله توصیف کننده $(y=a+bx)$ تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) در مقابل تشعشع دریافت شدهی تجمعی (مگاژول در متر مربع). year، سال آزاد سازی رقم؛ n، تعداد نمونه؛ RUE، شیب خط (کارایی استفاده از تشعشع بر حسب گرم بر مگاژول)؛ RMSE، جذر میانگین مربعات خطا و $R^2$ ، ضریب تبیین هستند.	۷۶
جدول ۴-۱۰- تجزیه واریانس مرکب کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NUtE، کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NUpE، کارایی جذب نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NHI، شاخص برداشت نیتروژن و GPC، غلظت پروتئین دانه (درصد).	۷۷
جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. year، سال آزاد سازی رقم؛ NUE، کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NUtE، کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NUpE، کارایی جذب نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NHI، شاخص برداشت نیتروژن و GPC، غلظت پروتئین دانه (درصد).	۷۸

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷۹	جدول ۴-۱۲- تجزیه واریانس مرکب خصوصیات رشد دانه، انتقال مجدد ماده‌ی خشک و نیتروژن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. RFS، انتقال مجدد از ساقه (گرم در مترمربع)؛ RFLA، انتقال مجدد از برگ پرچم (گرم در مترمربع)؛ RFTD، انتقال مجدد از کل بخش‌های هوایی (گرم در مترمربع)؛ IFRS، سهم انتقال مجدد ساقه در عملکرد دانه (درصد)؛ IRFLA، سهم انتقال مجدد از برگ پرچم در عملکرد دانه (درصد)؛ IRFTD، سهم انتقال مجدد کل بخش‌های هوایی در عملکرد دانه (درصد)؛ NT، انتقال مجدد نیتروژن (گرم در بوته)؛ INTY، سهم انتقال مجدد نیتروژن در عملکرد دانه (درصد)؛ GFR، سرعت پر شدن دانه (میلی گرم در روز)؛ GFRm، سرعت پر شدن دانه (گرم در متر مربع) و EFP، دوره موثر پر شدن دانه (روز).
۸۰	جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین خصوصیات رشد دانه، انتقال مجدد ماده‌ی خشک و نیتروژن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. year، سال آزاد سازی رقم؛ RFLA، انتقال مجدد از برگ پرچم (گرم در مترمربع)؛ IRFLA، سهم انتقال مجدد از برگ پرچم در عملکرد دانه (درصد)؛ NT، انتقال مجدد نیتروژن (گرم در بوته)؛ INTY، سهم انتقال مجدد نیتروژن در عملکرد دانه (درصد)؛ GFR، سرعت پر شدن دانه (میلی گرم در روز)؛ GFRm، سرعت پر شدن دانه (گرم در متر مربع) و EFP، دوره موثر پر شدن دانه (روز).
۸۱	جدول ۴-۱۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. NTSM، تعداد سنبله در متر مربع؛ NSS، تعداد دانه در سنبله؛ NFSS، تعداد سنبلچه در سنبله؛ NSSp، تعداد دانه در سنبلچه؛ NSSM، تعداد دانه در مترمربع؛ SW، وزن دانه (میلی گرم)؛ GY، عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)؛ BY، عملکرد بیولوژیک (گرم بر متر مربع) و HI، شاخص برداشت.
۸۲	جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. year، سال آزادسازی؛ NTSM، تعداد سنبله در متر مربع؛ NSS، تعداد دانه در سنبله؛ NFSS، تعداد سنبلچه در سنبله؛ NSSp، تعداد دانه در سنبلچه؛ NSSM، تعداد دانه در متر مربع؛ SW، وزن دانه (میلی گرم)؛ GY، عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)؛ BY، عملکرد بیولوژیک (گرم بر متر مربع) و HI، شاخص برداشت.

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۸۳	جدول ۴-۱۶- تجزیه واریانس مرکب صفات مهم مورفولوژیکی در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. NSP، تعداد پنجه در بوته؛ NNS، تعداد گره در ساقه؛ HP، ارتفاع بوته (سانتی متر)؛ HS، طول سنبله (سانتی متر).
۸۴	جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین صفات مهم مورفولوژی در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. year، سال آزادسازی؛ NSP، تعداد پنجه در بوته؛ NNS، تعداد گره در ساقه؛ HP، ارتفاع بوته (سانتی متر)؛ HS، طول سنبله (سانتی متر).
۸۵	جدول ۴-۱۸- تجزیه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیر مستقیم برای عملکرد دانه در ارقام مختلف گندم



## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸۶	شکل ۴-۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقابل روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در سال زراعی ۸۷-۸۶ (الف) و سال زراعی ۸۸-۸۷ (ب).
۸۶	شکل ۴-۲- روند تغییرات ماده‌ی خشک تجمعی (گرم در متر مربع) در مقابل روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در سال زراعی ۸۷-۸۶ (الف) و سال زراعی ۸۸-۸۷ (ب).
۸۷	شکل ۴-۳- روند تغییرات سرعت رشد (CGR) در مقابل روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در سال زراعی ۸۷-۸۶ (الف) و سال زراعی ۸۸-۸۷ (ب).
۸۷	شکل ۴-۴- الف) رابطه‌ی ضریب خاموشی (K <sub>PAR</sub> ) با سال آزاد سازی ارقام، ب) رابطه‌ی کارایی مصرف نور (RUE) بر حسب گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی، با سال آزادسازی ارقام.
۸۸	شکل ۴-۵- الف) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با سال آزاد سازی رقم، ب) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) و عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)، ج) رابطه‌ی کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با سال آزاد سازی رقم.
۸۹	شکل ۴-۶- الف) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با کارایی جذب نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)، ب) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن).
۸۹	شکل ۴-۷- الف) رابطه‌ی غلظت پروتئین دانه (درصد) با سال آزاد سازی رقم، ب) رابطه‌ی غلظت پروتئین دانه (درصد) با عملکرد دانه (گرم بر متر مربع).
۹۰	شکل ۴-۹- الف) رابطه‌ی انتقال مجدد نیتروژن (گرم نیتروژن بر متر مربع) با سال آزادسازی ارقام، ب) رابطه‌ی سهم انتقال مجدد نیتروژن در عملکرد دانه.
۹۱	شکل ۴-۱۰- الف) رابطه‌ی بین طول دوره‌ی پرشدن گندم و سال آزاد سازی ارقام مختلف گندم ب) رابطه‌ی بین سرعت پر شدن دانه و سال آزاد سازی ارقام مختلف گندم ج) رابطه‌ی سرعت پر شدن دانه با وزن دانه.
۹۲	شکل ۴-۱۱- الف) رابطه‌ی بین تعداد دانه در سنبله و سال آزادسازی ارقام، ب) رابطه‌ی بین تعداد دانه در متر مربع و سال آزادسازی ارقام، ج) رابطه‌ی بین وزن تک دانه (میلی‌گرم) و سال آزاد سازی ارقام.

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- ۹۳ شکل ۴-۱۲-الف) رابطه‌ی بین عملکرد دانه (گرم بر متر مربع) و سال آزادسازی ارقام، ب) رابطه‌ی بین عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) و سال آزادسازی ارقام، ج) رابطه‌ی بین شاخص برداشت (درصد) سال آزاد سازی ارقام.
- ۹۴ شکل ۴-۱۳-الف) رابطه‌ی ارتفاع بوته (سانتی‌متر) با سال آزاد سازی رقم. ب) رابطه عملکرد دانه (گرم در متر مربع) با ارتفاع بوته (سانتی‌متر). ج) رابطه شاخص برداشت با ارتفاع بوته (سانتی‌متر).
- ۹۵ شکل ۴-۱۴-الف) رابطه‌ی طول سنبله (سانتی‌متر) با سال آزاد سازی رقم. ب) رابطه عملکرد دانه (گرم در متر مربع) با طول سنبله (سانتی‌متر). ج) رابطه شاخص برداشت با طول سنبله (سانتی‌متر).

فصل اول

مقدمه

## ۱-۱- اهمیت گندم

در حدود ده هزار سال پیش زمانی که اولین کوشش های موفقیت آمیز بشر در زمینه مواد غذایی در جنوب غربی آسیا شروع گردید، تاریخ کشت و زرع گندم و تمدن بشری در هم آمیخته شد. گندم با نام علمی *Triticum aestivum* Li از جمله قدیمی ترین و مهم ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان است که به گسترده ترین وجه کشت و به بیشترین مقدار تولید می گردد (عطار باشی، ۱۳۷۹). گندم گیاهی یکساله، تک لپه، روز بلند، رشد محدود، با ساقه‌ی ماشوره‌ای و ریشه‌ی افشان می‌باشد. که بر اساس خصوصیات ژنتیکی به سه دسته دیپلوئید ( $2n=4x=14$  کروموزوم)، تتراپلوئید ( $2n=4x=28$  کروموزوم) و هگزاپلوئید ( $2n=6x=42$  کروموزوم) تقسیم می‌شود (آستین، ۱۹۹۹). قدرت سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی و خاک باعث شده است از ۶۷ درجه عرض شمالی در نروژ، فنلاند و روسیه تا ۴۵ درجه عرض جنوبی در آرژانتین، در مناطقی با ارتفاع چند متر تا بیش از ۳۰۰۰ متر بالای سطح دریا کشت شود (عرب‌عامری، ۱۳۸۷). گندم در سرتاسر مناطق معتدله دنیا با بارندگی های ۲۵۰ تا ۱۳۰۰ میلی متر در سال تولید می شود. تولید گندم در درجه اول برای تغذیه انسان و در درجه دوم برای تغذیه حیوانات و پرندگان و مصارف صنعتی می‌باشد. از گندم علاوه بر نان انواع شیرینی، ماکارونی، دکستروز، الکل، خمیر کاغذ و... غیره تهیه می گردد (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۱).

سطح زیرکشت و تولید گندم در جهان از سایر غلات بیشتر است. در دهه های اخیر میزان تولید گندم در جهان افزایش چشم‌گیری داشته که بیشتر مربوط به افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد (کوچکی، ۱۳۷۱). گندم به عنوان عمده‌ترین محصول زراعی ایران به طور متوسط سطحی معادل ۶ میلیون و ۴۸۶ هزار هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص داده است که سهم گندم آبی از این سطح دو میلیون و ۵۸۹ هزار هکتار و سهم گندم دیم ۳ میلیون و ۸۹۶ هزار هکتار است. میانگین تولید گندم کشور حدود ۱۵/۱۶ میلیون تن بوده است که عملکرد متوسط در زراعت دیم ۱/۱ تا ۱/۲ تن در هکتار و در زراعت آبی ۴/۲ تن در هکتار است. در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ سطح زیر کشت گندم در استان گلستان حدود ۳۸۸/۲ هزار هکتار بوده و در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ سطح زیر کشت گندم با اندکی کاهش ۳۷۹/۱ هزار هکتار بوده ( ۲۱۶/۹ هزار هکتار مربوط به گندم دیم و حدود ۱۶۲/۱ هزار هکتار مربوط به گندم آبی) که عمدتاً در نوار جنوبی استان بوده که ۷۵ درصد از کل اراضی زیر کشت