





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.)

در رشته زراعت

آنالیز رشد ارقام گندم استان گلستان

پژوهش و نگارش

رحمن غدیریان

استاد راهنما

دکتر افشین سلطانی

اساتید مشاور

دکتر ابراهیم زینلی

مهندس مهدی کلاته عربی

۱۳۹۰

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

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

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (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 پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **رحمن غدیریان** دانشجوی رشته **زراعت** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی / امضاء

تقدیم بہ

مادر مہربان و پدر عزیزم

کہ فرسودن آنها، آسودن من بود...

تقدیر و تشکر

سپاس بی کران یگانه خالق که مرا به رفیع‌ترین روشنی‌ها هدایت کرد و راهم را به نور همیشه فروزان دانش روشن ساخت. حال که نگارش این رساله به اتمام رسیده است، سپاس ویژه خود را تقدیم می‌کنم به خانواده ارجمندم به ویژه پدر و مادرم به واسطه تشویق‌ها و حمایت‌های بی‌پایان شان که مرا در وادی دانش اندوزی پرورش دادند. از خداوند مهرپیشه سلامتی و سربلندی‌شان را طلب می‌کنم.

در مسیری که برگزیدم همسفرانی راهبرم بودند که حضورشان همچون ستارگانی پر نور، فروزنده راهم بود و از این رو بر خود واجب می‌دانم مراتب سپاس و تقدیرم را نثارشان کنم. از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر افشین سلطانی که هدایت‌ها و رهنمودهای ارزنده‌شان چراغی شد فرا رویم که تا پایان راه روشنگر لحظه‌هایم خواهد بود و اگر نبود این هدایت‌ها و رهنمودها، بی‌شک طی این راه، بس مشکل و چه بسا ناممکن می‌گردید. از اساتید مشاور گرانقدرم جناب آقایان دکتر ابراهیم زینلی و مهندس مهدی کلاته‌عربی که با تقبل مشاورت پایان‌نامه و راهنمایی‌های ارزشمند خود مراتب ارتقاء آن را فراهم نمودند، بسیار ممنون و سپاسگزارم. از داوران ارجمند جناب آقای دکتر فرشید قادری‌فر و دکتر جاوید قرخلو و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر محمد قربانی که موجبات بهبود پایان‌نامه را فراهم آوردند، کمال تشکر و سپاسگذاری را دارم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاه‌ها آقایان مهندس فیروز صلاحی و مهندس سهیل سیرانی تشکر می‌کنم. از دوست عزیزم جناب آقای اسماعیل بخشنده که در تمامی مراحل انجام پایان‌نامه یار و همراهم بودند صمیمانه تشکر می‌کنم. همچنین از دوستان عزیزم آقایان عبدالرحمن نوری، محمدرضا شریفی، محسن جمالی و عراز محمد کاملی نهایت تشکر قدردانی را دارم.

از همکلاسی‌های خوبم، آقایان پوری، گلچین و خدایین و همچنین سرکار خانم‌ها اسماعیل‌زاده، اکبری، سلامتی، طهماسبی و سلیمانی که در طول مدت تحصیل و انجام پایان‌نامه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

رحمن غدیریان

تابستان ۱۳۹۰

چکیده

آنالیز رشد روش با ارزشی در بررسی کمی رشد و نمو و تولید محصولات به شمار می‌رود. این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ اجرا گردید. آزمایش با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در دو شرایط دیم و آبی به صورت آزمایش مرکب اجرا شد. در این آزمایش هفت رقم گندم پر کشت و کار و رایج در استان گلستان به نام‌های شیرودی، تجن، کوهدشت، زاگرس، دریا (ارقام گندم نان)، آریا و تارو (ارقام گندم دوروم)، مورد مطالعه قرار گرفت. مدل‌های رگرسیونی غیرخطی پر کاربرد در مطالعات آنالیز رشد (لجستیک، گومپرتز، ریچاردز، ویبول، نمایی خطی بریده، نمایی خطی متقارن و دو نوع مدل بتا برای توصیف روند تغییرات وزن خشک و مدل‌های لجستیک و بتا برای توصیف روند تغییرات سطح برگ) به داده‌های سطح برگ و ماده خشک برازش داده شدند. مدل‌های برتر انتخاب شدند و بر اساس پارامترهای آن‌ها تجزیه و تحلیل تیمارها انجام شد. در این مطالعه برای توصیف روند تغییرات وزن خشک از مدل نمایی خطی بریده و برای توصیف روند تغییرات سطح برگ از مدل بتا استفاده شد. شرایط کاشت تأثیر معنی‌داری بر روی پارامترهای مدل بتا و نمایی بریده به ترتیب در توصیف سطح برگ و ماده خشک جمعی نداشت. بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ حداکثر شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌دار وجود داشت و رقم تارو و تجن به ترتیب بالاترین (۴/۵) و کمترین (۳) شاخص سطح برگ را داشتند. بین ارقام گندم از نظر ماده خشک جمعی تولید شده (W_{max}) و سرعت رشد محصول (CGR) تفاوت معنی‌داری وجود داشت و همبستگی بالا و معنی‌داری بین CGR و W_{max} مشاهده شد (**۰/۹۴). رابطه معنی‌داری بین تجمع ماده خشک (W_{max}) و عملکرد دانه مشاهده شد (**۰/۸۷). بیشترین عملکرد دانه متعلق به رقم دریا (۵۶۳ گرم در مترمربع) و کمترین آن متعلق به رقم شیرودی (۴۴۵ گرم در مترمربع) بود. از نظر حداکثر ارتفاع بین ارقام اختلاف معنی‌داری ($p>0.05$) وجود داشت. اختلاف ارتفاع بین بلندترین و کوتاه‌ترین رقم ۱۷ سانتی‌متر بود. نتایج نشان داد که شاخص برداشت ارقام گندم در این مطالعه از سقف نهایی آن در دنیا فاصله دارد و هنوز هم امکان افزایش عملکرد گندم در استان گلستان از طریق افزایش HI وجود دارد. از لحاظ کارایی مصرف نور بین ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما به لحاظ کسر دریافت تشعشع بین ارقام تفاوت وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، ماده خشک، مدل‌های رگرسیونی غیرخطی، شاخص برداشت، ارقام

گندم

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱- مقدمه
۲	۱-۱- اهمیت جهانی گندم
۲	۲-۱- کلیاتی درباره گندم
۳	۳-۱- عملکرد گندم
۴	۴-۱- آنالیز رشد
۴	۵-۱- اهداف تحقیق

فصل دوم: بررسی منابع

۶	۲- بررسی منابع
۶	۱-۲- آنالیز رشد
۸	۱-۱-۲- شاخص‌های مهم آنالیز رشد
۹	۲-۱-۲- روش‌های کمی کردن پارامترهای آنالیز رشد
۱۰	۲-۲- تجمع ماده خشک و عملکرد
۱۴	۳-۲- سطح برگ و عملکرد
۱۶	۴-۲- تنش رطوبتی
۱۷	۵-۲- اکولوژی تولید
۱۸	۱-۵-۲- وضعیت تولید تشعشع محدود
۱۸	۲-۵-۲- وضعیت تولید آب محدود
۱۹	۳-۵-۲- دریافت و کارایی مصرف نور
۲۰	۶-۲- عملکرد و اجزای عملکرد

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۲۴	۳- مواد و روش
۲۴	۱-۳- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی محل اجرای آزمایش
۲۵	۲-۳- طرح آزمایشی و عملیات زراعی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳- نمونه برداری.....	۲۶
۳-۴- تجزیه و تحلیل آماری.....	۲۹
۳-۴-۱- مدل های رگرسیونی مورد استفاده.....	۲۹
۳-۴-۲- برازش مدل ها و انتخاب مدل برتر.....	۳۳
۳-۴-۳- تغییرات ارتفاع بوته.....	۳۴
۳-۵- محاسبه درجه روز رشد (GDD).....	۳۴
۳-۶- ضریب خاموشی (K) و کارایی مصرف نور (RUE).....	۳۴
۳-۷- آنالیز رشد در قالب اکولوژی تولید.....	۳۵
۳-۷-۱- تولید آب محدود.....	۳۶
۳-۷-۲- آب وارد شده به مزرعه.....	۳۶
۳-۷-۳- کسر آب جذب شده.....	۳۶
۳-۷-۴- کارایی تعرق.....	۳۷
۳-۷-۵- تولید تشعشع محدود.....	۳۷
۳-۷-۶- تشعشع رسیده به زمین (ISR).....	۳۸
۳-۷-۷- دریافت تشعشع فعال فتوسنتزی توسط جوامع گیاهی.....	۳۸

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴- نتایج و بحث.....	۴۲
۴-۱- شرایط آب و هوایی.....	۴۲
۴-۲- فنولوژی.....	۴۲
۴-۳- تغییرات شاخص سطح برگ.....	۴۶
۴-۳-۱- مقایسه مدل ها برای توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ در برابر روز پس از کاشت.....	۴۷
۴-۳-۲- بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ.....	۴۷
۴-۴- تغییرات ماده خشک تجمعی.....	۵۴
۴-۴-۱- مقایسه مدل ها برای توصیف روند تغییرات تجمع ماده خشک در برابر روز پس از کاشت.....	۵۴
۴-۴-۲- بررسی روند تغییرات ماده خشک تجمعی.....	۵۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۵- روابط بین صفات	۷۶
۴-۶- تغییرات ارتفاع بوته	۷۶
۴-۷- آنالیز واریانس عملکرد و اجزای عملکرد	۷۸
۴-۸- ضریب خاموشی نور	۸۳
۴-۹- کارایی مصرف نور	۸۵
۴-۱۰- آنالیز رشد در قالب اکولوژی تولید	۸۷
۴-۱۰-۱- شرایط دیم	۸۷
۴-۱۰-۲- عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک	۸۷
۴-۱۰-۳- میزان آب ورودی (WI)	۸۸
۴-۱۰-۴- کسر آب جذب شده توسط گیاه و مصرف شده در تعرق (Ft)	۸۸
۴-۱۰-۵- کارایی تعرق (TE)	۸۹
۴-۱۰-۶- شاخص برداشت (HI)	۸۹
۴-۱۰-۷- شرایط آبی	۹۰
۴-۱۰-۸- ضریب خاموشی (K)	۹۰
۴-۱۰-۹- عملکرد دانه و بیولوژیک	۹۱
۴-۱۰-۱۰- کل تشعشع (PAR) ورودی (ISR)	۹۲
۴-۱۰-۱۱- کسر دریافت تشعشع (Fi)	۹۲
۴-۱۰-۱۲- کارایی مصرف نور (RUE)	۹۳
۴-۱۰-۱۳- شاخص برداشت (HI)	۹۳
۴-۱۱- نتیجه گیری کلی	۹۶
۴-۱۲- پیشنهادات	۹۷
فهرست منابع	۱۰۰
ضمیمه	۱۱۰

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

۲۴	جدول ۳-۱. ویژگی‌های مهم اقلیمی در طول دوره آزمایش (سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷) در گرگان در مقایسه با آمار دراز مدت (۴۰ ساله).....	
۲۵	جدول ۳-۲. مشخصات نمونه خاک محل اجرای آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر).....	
۲۷	جدول ۳-۳. مراحل مهم نموی گندم.....	
۴۴	جدول ۴-۱. تجزیه واریانس صفات فنولوژی بر اساس روز پس از کاشت.....	
۴۴	جدول ۴-۲. تجزیه واریانس صفات فنولوژی بر اساس درجه‌روز رشد.....	
۴۵	جدول ۴-۳. مقایسه میانگین صفات فنولوژی ارقام بر اساس روز پس از کاشت.....	
۴۵	جدول ۴-۴. مقایسه میانگین صفات فنولوژی ارقام بر اساس درجه‌روز رشد.....	
۴۶	جدول ۴-۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل ارقام و شرایط کاشت (دیم و آبی) برای روز رشد تا رسیدگی برداشت.....	
۵۱	جدول ۴-۶. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a, b) برای مدل رگرسیونی لجستیک در توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.....	
۵۲	جدول ۴-۷. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a, b) برای مدل رگرسیونی بتا در توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.....	
۵۳	جدول ۴-۸. برآورد پارامترهای مدل بتا در توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.....	
۵۴	جدول ۴-۹. برآورد پارامترهای مدل لجستیک در توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.....	
۵۹	جدول ۴-۱۰. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a و b) برای مدل رگرسیونی نمایی خطی بریده در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.....	
۶۰	جدول ۴-۱۱. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a و b) برای مدل رگرسیونی نمایی خطی متقارن در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.....	

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۶۱	جدول ۴-۱۲. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a و b) برای مدل رگرسیونی لجستیک در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۲	جدول ۴-۱۳. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a و b) برای مدل رگرسیونی گومپرتز در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۳	جدول ۴-۱۴. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a , b) برای مدل رگرسیونی ریچاردز در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۴	جدول ۴-۱۵. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a , b) برای مدل رگرسیونی ویبول در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۵	جدول ۴-۱۶. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a , b) برای مدل رگرسیونی بتا ۱ در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۶	جدول ۴-۱۷. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیون (a , b) برای مدل رگرسیونی بتا ۲ در توصیف روند تجمع ماده خشک و روز پس از کاشت در ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۸	جدول ۴-۱۸. برآورد پارامترهای مدل نمایی خطی بریده در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۶۹	جدول ۴-۱۹. برآورد پارامترهای مدل نمایی خطی متقارن در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۷۰	جدول ۴-۲۰. برآورد پارامترهای مدل لجستیک در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.
۷۱	جدول ۴-۲۱. برآورد پارامترهای مدل گومپرتز در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۷۲	جدول ۴-۲۲. برآورد پارامترهای مدل ریچاردز در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.	۷۲
۷۳	جدول ۴-۲۳. برآورد پارامترهای مدل ویبول در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.	۷۳
۷۴	جدول ۴-۲۴. برآورد پارامترهای مدل بتا ۱ در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.	۷۴
۷۵	جدول ۴-۲۵. برآورد پارامترهای مدل بتا ۲ در توصیف روند تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی.	۷۵
۷۸	جدول ۴-۲۶. پارامترهای مدل نمایی بریده در توصیف روند طویل شدن ارتفاع بوته در برابر روز پس از کاشت. $RMSE$ جذر میانگین مربعات خطا و R^2 ضریب تبیین هستند. H_{max} حداکثر ارتفاع بوته (سانتی متر)، C_m حداکثر سرعت افزایش ارتفاع (سانتی متر بر بوته بر روز)، سرعت طویل شدن نسبی (سانتی متر بر سانتی متر) و T_0 زمان شروع فاز خطی افزایش ارتفاع بوته (روز).	۷۸
۸۱	جدول ۴-۲۷. تجزیه واریانس و دامنه تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام مختلف گندم.	۸۱
۸۱	جدول ۴-۲۸. آنالیز واریانس ماکزیمم شاخص سطح برگ و ماده خشک در گرده افشانی و ماده خشک در رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام مختلف گندم.	۸۱
۸۲	جدول ۴-۲۹. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام مختلف گندم.	۸۲
۸۲	جدول ۴-۳۰. مقایسه میانگین مقادیر شاخص سطح برگ و ماده خشک در گرده افشانی و ماده خشک در رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام مختلف گندم.	۸۲
۸۴	جدول ۴-۳۱. برآورد مقدار ضریب خاموشی (K) از معادله ۳-۱۳ برای ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی. n تعداد نمونه، $RMSE$ جذر میانگین مربعات خطا، و R^2 ضریب تبیین می باشد.	۸۴
۸۶	جدول ۴-۳۲. ضرایب مدل رگرسیون خطی (معادله ۳-۱۵) برازش شده به داده های ماده خشک تجمعی (گرم در مترمربع) در مقابل تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده تجمعی (مگاژول در مترمربع) در ارقام و شرایط محیطی مختلف. شیب خط رگرسیون (b)، RUE (گرم بر مگاژول تشعشع دریافتی) را نشان می دهد. n تعداد نمونه، $RMSE$ جذر میانگین مربعات خطا، و R^2 ضریب تبیین می باشد.	۸۶

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- جدول ۴-۳۳. آنالیز واریانس صفات عملکرد دانه و بیولوژیک (گرم در متر مربع) مقدار کل آب وارد شده به مزرعه از کاشت تا برداشت (میلی‌متر)، کسر آب جذب شده توسط گیاه و مصرف شده در تعرق، کارایی استفاده آب تعرق یافته بر حسب گرم بر میلی‌متر و شاخص برداشت در ارقام مختلف گندم در شرایط کشت دیم ۸۸
- جدول ۴-۳۴. مقایسه میانگین صفات مربوط به میزان کل آب ورودی (میلی‌متر)، کسر آب جذب شده توسط گیاه و مصرف شده در تعرق و کارایی استفاده آب تعرق یافته (گرم بر میلی‌متر)، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف گندم در شرایط کشت دیم. ۹۰
- جدول ۴-۳۵. مقادیر K (ضریب خاموشی براساس PAR) و RUE (گرم بر مگاژول تشعشع دریافتی) را در ارقام مختلف گندم در شرایط کشت آبی نشان می‌دهد. n تعداد نمونه می‌باشد. ۹۱
- جدول ۴-۳۶. آنالیز واریانس عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کل تشعشع ورودی، کسر دریافت تشعشع و شاخص برداشت ارقام گندم در شرایط آبی ۹۲
- جدول ۴-۳۷. مقایسه میانگین کل تشعشع ورودی (PAR)، کسر دریافت تشعشع، کارایی مصرف نور، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف گندم در شرایط آبی ۹۴
- جدول ۴-۳۸. ضرایب همبستگی بین صفات رشدی شامل حداکثر سرعت رشد محصول (CGR_{max})، بیوماس در گرده‌افشانی (Pobiomass)، بیوماس در رسیدگی فیزیولوژیک (W_{max})، حداکثر شاخص سطح برگ (LAI_{max})، تعداد دانه (m^2) و عملکرد دانه در ارقام گندم در دو شرایط دیم و آبی ۹۵

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۴-۱. تغییرات شاخص سطح برگ در مقابل زمان (روز پس از کاشت) برای ارقام و شرایط‌های مختلف کاشت. اعداد داخل شکل نشان‌دهنده شرایط می‌باشد (۱=دیم؛ ۲=آبی) ۴۹
- شکل ۴-۲. روند تغییرات شاخص سطح برگ دو رقم گندم (آریا و زاگرس) در شرایط کشت آبی و توصیف آن با دو مدل لجستیک و بتا ۵۰
- شکل ۴-۳. مقادیر شاخص سطح برگ پیش‌بینی شده با مدل‌های لجستیک و بتا در مقابل مقادیر مشاهده شده در دورقم گندم (آریا و زاگرس) در شرایط آبی ۵۰
- شکل ۴-۴. روند تغییرات تجمع ماده خشک دو رقم گندم (آریا و زاگرس) در شرایط آبی و توصیف آن با مدل‌های رگرسیونی مختلف ۵۷
- شکل ۴-۵. مقادیر ماده خشک تجمعی پیش‌بینی شده با مدل‌های مختلف رگرسیونی در مقابل مقادیر مشاهده شده در دورقم گندم (آریا و زاگرس) در شرایط آبی ۵۸
- شکل ۴-۶. روند تغییرات تجمع ماده خشک ارقام مختلف گندم در دو شرایط کشت دیم و آبی و توصیف آن با استفاده از مدل نمایی بریده ۶۷
- شکل ۴-۷. تغییرات ارتفاع بوته در طول فصل رشد در مقابل روز پس از کاشت در ارقام و شرایط محیطی مختلف (اعداد داخل شکل نشان‌دهنده شرایط‌ها می‌باشند ۱=دیم و ۲=آبی) ۷۷
- شکل ۴-۸. مثالی از برازش مدل رگرسیون غیرخطی توصیف‌کننده رابطه بین کسر تشعشع (PAR) دریافت شده با شاخص سطح برگ. مقدار ۰/۶۵ و ۰/۷۳ نشان‌دهنده ضریب خاموشی می‌باشد (رقم زاگرس و تجن، شرایط دیم) ۸۳
- شکل ۴-۹. مثالی از برازش مدل رگرسیون خطی توصیف‌کننده رابطه بین ماده خشک تولید شده تجمعی و تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده تجمعی. شیب خط برازش داده شده کارایی مصرف نور را نشان می‌دهد (رقم زاگرس و تجن، شرایط دیم) ۸۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- مقدمه

۱-۱- اهمیت جهانی گندم

حدود ۳۵۰ هزار گونه گیاهی شناخته شده وجود دارد، اما تنها ۲۴ گونه آن (یعنی ۰/۰۰۷ درصد از کل گونه‌های موجود) برای رفع احتیاجات انسان برای غذا و الیاف به‌عنوان گیاه زراعی استفاده می‌شوند. به‌دلیل وابستگی شدید ما به تعداد معدودی از گونه‌های گیاهی، رفاه بشر در آینده بشدت در گرو میزان شناختی است که ما درباره تولید و تطابق‌پذیری بالقوه این گیاهان کسب می‌کنیم (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). نه تنها تعداد این گونه‌های مورد استفاده بسیار محدود است، بلکه سهم آن‌ها در مجموع تولید نیز به یک میزان نیست. گندم نیز بی‌شک در بین گیاهان انگشت‌شماری که به‌عنوان منابع غذایی در سطح گسترده‌ای کشت می‌شوند نقش عمده‌ای ایفا می‌کند و احتمالاً محوری برای شروع کشاورزی بوده است. گندم مهم‌ترین گیاه زراعی روی زمین است (امام، ۱۳۸۶) و در بین تمامی گیاهان زراعی، بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است. تقریباً یک ششم از کل زمین‌های زراعی جهان زیر کشت گندم است. در ایران نیز گندم مهم‌ترین گیاه زراعی به‌شمار می‌رود، به‌طوری که هر ساله بیش از ۵۰ درصد از کل زمین‌های قابل کشت به زراعت گندم اختصاص داده می‌شود که بخش عمده آن به‌صورت دیم کشت می‌شود، اما سهم زراعت آبی، علی‌رغم کمتر بودن سطح زیر کشت، از کل تولید گندم بیشتر است.

۱-۲- کلیاتی درباره گندم

گندم گیاهی یکساله، تک‌لپه و از خانواده گندمیان^۱ است. گندم از جنس *Triticum* و دارای گونه‌های متعددی می‌باشد، ولی بیشترین سطح زیر کشت (۹۰ درصد) و بیشترین میزان تولید (۹۴ درصد تولید جهانی) مربوط به گونه *aestivum* یا گندم نان می‌باشد. گونه *Durum* یا گندم ماکارونی نیز دارای ارزش تجاری می‌باشد. معروف است که هر روز در نقطه‌ای از کره زمین کاشت و در همان روز در نقطه‌ای دیگر برداشت می‌شود و این امر حاکی از توانایی سازش بسیار زیاد این گیاه با اقلیم‌های گوناگون است. در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی، از عرض جغرافیایی حدود ۶۰

1. Graminae (*Poaceae*)