





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان
دانشکده علوم زراعی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زراعت

شبیه سازی رشد و نمو گندم با مدل DSSAT در شرایط محیطی استان گلستان

پژوهش و نگارش:

امیرحسین ماهر و کاشانی

استاد راهنما:

دکتر افشین سلطانی

اساتید مشاور:

دکتر سراله گالشی

مهندس مهدی کلاته عربی

تعهدنامه

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه‌های 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 رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

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

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

اینجانب **امیر حسین ماهرو کاشانی** دانشجوی رشته **زراعت** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم و خواهر مهربانم تقدیم می کنم

تقدیر و تشکر

هر آنکه مرا علم آموخت به تحقیقت مرانده خویش ساخته است. (حضرت علی علیه السلام)

الکون که با استغانت از دگاه پروردگار گامی دیگر از زندگی ام را پشت سر نهاده ام، با خشوع و افتادگی بر خود لازم می دانم مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خود را انثار کسانی کنم که در طی این مدت مرایاری نمودند.

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر افشین سلطانی که افتخار شنا کردی ایشان را داشته ام بخاطر راهنمایی ها، نظرات و مساعدت های بی دریغ شان نهایت تشکر و امتنان را دارم. از استاذ مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر سراله کالشی و مهندس مهدی کلاته عربی که در طول انجام این پژوهش، به نوبه بنده رایاری نمودند، صمیمانه قدردانی می نمایم. از جناب آقای دکتر نصراله نژاد ناینده محترم تحصیلات تکمیلی و هیات محترم داوران جناب آقای دکتر کامکار و جناب آقای دکتر زینلی بخاطر مطالعه پایان نامه و راهنمایی های ارزنده نهایت سپاس را دارم.

از اساتید محترم گروه زراعت که مراد طول این دوره راهبمانی و ارشاد نمودند کمال تشکر را دارم. از کلیه کارکنان
زحمتمش دانسکده و بهیمنطور کارشناسان آزمایشگاه گروه زراعت آقایان مهندس فیروز صلاحی و مهندس سهیل
سیرانی کمال تشکر را دارم.

از دوستان و بهکلاسی هایم آقایان علی دستاچی، مرتضی اشراقی و خانم ناهید امینی، زاهد و حسینی که در همه حال مرا
مورد لطف و مساعدت خویش قرار دادند، صمیمانه تشکر نموده و از خداوند منان برای همه آن ها آرزوی بهروزی و
پیروزی در تمام مراحل زندگی را خواستارم.

در آخر از خانواده مهربانم به خاطر کمک های بی دریغشان تشکر می کنم.

امیر حسین ماهرو کاشانی

چکیده

استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی به عنوان مکمل کارآمد برای تحقیقات آزمایشی مطرح است. همچنین، مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی می‌توانند از نظر اتخاذ تصمیم مناسب در سیستم‌های کشاورزی مفید باشند. این مطالعه به منظور برآورد ضرایب ژنتیکی و ارزیابی مدل شبیه‌سازی DSSAT در پیش‌بینی نمو و رشد و عملکرد گندم انجام شد. برای برآورد ضرایب و ارزیابی مدل DSSAT از داده‌های آزمایش‌های مزرعه‌ای مختلف برای چهار رقم گندم کوهدشت، شیروزی، تجن و زاگرس که از ارقام مورد استفاده در استان گلستان هستند، استفاده شد. بعد از برآورد پارامترهای ژنتیکی، توانایی مدل در شبیه‌سازی مراحل فنولوژیک روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی، تولید ماده خشک در گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک، شاخص سطح برگ در گرده‌افشانی، تجمع نیتروژن در گرده‌افشانی و رسیدگی و عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای عملکرد جذر میانگین مربعات خطا برابر ۶۶۸ کیلوگرم در هکتار بود که ۱۸/۲ درصد میانگین عملکرد می‌باشد. پیش‌بینی‌های مدل برای سایر ویژگی‌های رشد و نمو نیز مناسب بودند. بنابراین، می‌توان از این مدل برای شبیه‌سازی این ارقام استفاده نمود. همچنین، از مدل DSSAT که قبلاً برآورد پارامتر و ارزیابی شده بود برای شبیه‌سازی واکنش به تاریخ کاشت با استفاده از آزمایش ۸۷-۱۳۸۶ استفاده گردید. نتایج حاصل از ارزیابی مدل برای فنولوژی رضایت‌بخش بود به طوری که روند داده‌های مشاهده شده و شبیه‌سازی شده روز تا گرده‌افشانی و رسیدگی در واکنش به تاریخ کاشت مشابه بودند و همچنین اختلافات بین مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده مراحل فنولوژیکی فوق برای تمام تیمارهای تاریخ کاشت معنی‌دار نبودند. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) برای عملکرد دانه در تمام تاریخ‌های کاشت برای ارقام کوهدشت، تجن و زاگرس به ترتیب ۲۹۰، ۲۸۰ و ۲۳۳ کیلوگرم در هکتار بود که به ترتیب ۸،۹ و ۷ درصد میانگین می‌باشد. نتیجه اینکه مدل DSSAT-گندم توانست واکنش نمو ارقام مورد استفاده در استان به تاریخ کاشت را به خوبی شبیه‌سازی کند ولی مدل واکنش رشد و عملکرد ارقام به تاریخ کاشت را خیلی خوب شبیه‌سازی نکرد که لزوم بررسی‌های بیشتر مدل DSSAT-گندم توسط محققین و مدل‌سازان را می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: گندم، شبیه‌سازی، مدل DSSAT، رشد و نمو

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و کلیات	
۱-۱- کلیاتی در مورد گندم	۲
۲-۱- ضرورت استفاده از مدل	۴
۳-۱- اهداف تحقیق	۵
فصل دوم؛ بررسی منابع	
۱-۲- مدل سازی	۸
۲-۲- پتانسیل استفاده از مدل های گیاه	۹
۱-۲-۲- استفاده از مدل ها به عنوان ابزار تحقیقات	۹
۱-۲-۲-۱- شناخت یافته های حاصل از تحقیقات	۹
۲-۲-۱-۲- کمک در بهبود ژنتیکی گیاه	۹
۲-۲-۱-۳- مطالعه تغییرات عملکرد (اثر شرایط آب و هوایی)	۱۰
۲-۲-۱-۴- کاربردهای آموزشی	۱۰
۲-۲-۲- استفاده از مدل ها جهت توصیه های مدیریتی	۱۰
۱-۲-۲-۲- استفاده جهت بهبود شرایط کاشت	۱۰
۲-۲-۲-۲- مدیریت آبیاری و کود	۱۰
۳-۲-۲-۲- توصیه های مدیریتی در طول فصل کاشت	۱۱
۴-۲-۲-۲- کشاورزی نقطه ای	۱۱
۳-۲-۲-۲- ابزاری جهت تجزیه و تحلیل امنیت تولید	۱۱
۱-۳-۲-۲- کمک به مدیریت صحیح جهت کاهش مصرف بی رویه کودها و آفت کش ها و فرسایش خاک	۱۱
۲-۳-۲-۲- ارزیابی عملکرد	۱۲
۳-۳-۲-۲- برآورد تغییرات آب و هوایی	۱۲
۳-۲-۳- معرفی و کاربرد مدل DSSAT	۱۲
۴-۲- توضیح مدل DSSAT	۱۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۲- ساختمان مدل DSSAT	۱۶
۶-۲- ارزیابی مدل‌ها	۱۷
فصل سوم؛ مواد و روش‌ها	
۱-۳- مشخصات محل اجرای آزمایش	۲۰
۲-۳- طرح آزمایش و عملیات زراعی	۲۰
۳-۳- صفات مربوط به مراحل فنولوژیک	۲۲
۴-۳- نمونه برداری	۲۲
۱-۴-۳- اندازه‌گیری‌ها	۲۲
۵-۳- تجزیه آماری	۲۲
۶-۳- داده‌های مورد استفاده برای ارزیابی مدل	۲۳
۷-۳- ساختار مدل DSSAT	۲۴
۱-۷-۳- نمو فنولوژیک	۲۴
۱-۱-۷-۳- اثر دما بر نمو	۲۴
۲-۱-۷-۳- اثر فتوپریود بر نمو	۲۵
۳-۱-۷-۳- اثر بهاره‌سازی غلات زمستانه بر نمو	۲۵
۲-۷-۳- تغییرات سطح برگ	۲۶
۳-۷-۳- تولید و توزیع ماده خشک	۲۶
۴-۷-۳- عملکرد	۲۷
۸-۳- آنالیز مدل	۲۹
۱-۸-۳- برآورد پارامتر مدل DSSAT	۲۹
۱-۱-۸-۳- ضریب P1V: حساسیت به ورنالیزاسیون	۲۹
۲-۱-۸-۳- ضریب P1D: حساسیت به فتوپریود	۳۰
۳-۱-۸-۳- ضریب P5:	۳۱
۴-۱-۸-۳- ضریب G1:	۳۲
۵-۱-۸-۳- ضریب G2:	۳۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۴	۳-۸-۱-۶- ضریب G3:.....
۳۵	۳-۸-۱-۷- ضریب PHINT:.....
۳۶	۳-۸-۲- ارزیابی عمومی مدل.....
فصل چهارم؛ نتایج و بحث	
۳۸	۴-۱- شرایط آب و هوایی.....
۳۹	۴-۲- برآورد پارامتر.....
۴۱	۴-۳- ارزیابی عمومی مدل.....
۴۱	۴-۳-۱- فنولوژی.....
۴۴	۴-۳-۲- شاخص سطح برگ.....
۴۵	۴-۳-۳- بیوماس.....
۴۷	۴-۳-۴- تجمع نیتروژن.....
۴۹	۴-۳-۵- عملکرد.....
۵۱	۴-۴- ارزیابی مدل در واکنش به تاریخ کاشت.....
۵۱	۴-۴-۱- فنولوژی.....
۵۴	۴-۴-۲- شاخص سطح برگ.....
۵۶	۴-۴-۳- بیوماس.....
۵۹	۴-۴-۴- عملکرد.....
۶۳	نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۶۷	فهرست منابع.....

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- ضرایب ژنتیکی مربوط به گندم در مدل DSSAT-Wheat و توضیح هر کدام.....	۱۶
جدول ۱-۳- مشخصات خاک محل آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی متر).....	۲۰
جدول ۲-۳- مشخصات آزمایش‌های مورد استفاده برای برآورد پارامترها و ارزیابی مدل DSSAT-Wheat.....	۲۳
جدول ۳-۳- مقادیر برآورد شده ضریب P5 بر اساس درجه روز رشد در تاریخ‌های کشت مختلف و میانگین آن‌ها.....	۳۲
جدول ۴-۳- مقادیر برآورد شده ضریب G1 بر حسب تعداد دانه در گرم در متر مربع در تاریخ‌های کشت مختلف و میانگین آن‌ها محاسبه شده با داده‌های عرب‌عامری (۱۳۸۷).....	۳۳
جدول ۵-۳- مقادیر برآورد شده ضریب G2 بر حسب میلی‌گرم در روز با استفاده از داده‌های عرب‌عامری (۱۳۸۷).....	۳۴
جدول ۶-۳- مقادیر برآورد شده ضریب G3 بر حسب گرم با استفاده از داده‌های عرب‌عامری (۱۳۸۷) و خاوری (۱۳۸۷).....	۳۵
جدول ۱-۴- میانگین دمای حداکثر، دمای حداقل، تشعشع و مجموع بارندگی در دوره رشد مربوط به گیاه گندم در مقایسه با آمار بلند مدت در شرایط آب و هوایی گرگان.....	۳۹
جدول ۲-۴- مشخصات ارقام و ضرایب ژنتیکی مورد استفاده در مدل DSSAT.....	۴۱

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- واکنش سرعت نمو به تعداد روز بهاره‌سازی شده در ارقام مختلف گندم (میرداوردوست، ۱۳۸۶).....	۳۰
شکل ۳-۲- واکنش سرعت نمو به طول روز در ارقام مختلف گندم (احمدی، ۱۳۸۶).....	۳۱
شکل ۴-۱- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده روز تا گرده افشانی و رسیدگی، سطح برگ درگرده‌افشانی، بیوماس در گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک و عملکرد.....	۴۱
شکل ۴-۲- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده روز تا گرده‌افشانی و رسیدگی.....	۴۳
شکل ۴-۳- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده شاخص سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی.....	۴۵
شکل ۴-۴- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده بیوماس در گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک.....	۴۷
شکل ۴-۵- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده تجمع نیتروژن در تاج در گرده‌افشانی و رسیدگی.....	۴۸
شکل ۴-۶- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده پسماند نیتروژن در خاک پس از برداشت (کیلوگرم در هکتار).....	۴۸
شکل ۴-۷- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده عملکرد. خط ۱:۱ و خطوط $\pm 20\%$ درصد نیز در شکل آورده شده‌اند.....	۵۱
شکل ۴-۸- روز تا گرده‌افشانی و رسیدگی مشاهده شده (◊) و شبیه‌سازی شده (—) در واکنش به تاریخ کاشت.....	۵۳
شکل ۴-۹- شاخص سطح برگ در گرده‌افشانی مشاهده شده (◊) و شبیه‌سازی شده (—) در واکنش به تاریخ کاشت.....	۵۵
شکل ۴-۱۰- بیوماس در گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک مشاهده شده (◊) و شبیه‌سازی شده (—) در واکنش به تاریخ کاشت.....	۵۸
شکل ۴-۱۱- عملکرد مشاهده شده (◊) و شبیه‌سازی شده (—) در واکنش به تاریخ کاشت.....	۷۷
شکل ۷-۱- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده بیوماس ارقام کوه‌دشت، شیرودی، تجن و زاگرس در طول فصل رشد برای تاریخ‌های مختلف کاشت بر اساس داده‌های آزمایش عرب‌عامری.....	۷۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۷-۲- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده سطح برگ ارقام کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس در طول فصل رشد برای تاریخ‌های مختلف کاشت بر اساس داده‌های آزمایش عرب‌عامری	۷۹
شکل ۷-۳- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده بیوماس ارقام کوهدشت، تجن و زاگرس در طول فصل رشد برای تاریخ‌های مختلف کاشت بر اساس داده‌های آزمایش دستمالچی (۱۳۸۹).....	۸۱
شکل ۷-۴- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده سطح برگ ارقام کوهدشت، تجن و زاگرس در طول فصل رشد برای تاریخ‌های مختلف کاشت بر اساس داده‌های آزمایش دستمالچی (۱۳۸۹).....	۸۳
شکل ۷-۵- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده بیوماس ارقام تجن و زاگرس در طول فصل رشد برای تراکم‌های مختلف بر اساس داده‌های آزمایش جعفری (۱۳۸۷).....	۸۴
شکل ۷-۶- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده سطح برگ ارقام تجن و زاگرس در طول فصل رشد برای تراکم‌های مختلف بر اساس داده‌های آزمایش جعفری (۱۳۸۷).....	۸۵
شکل ۷-۷- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده بیوماس رقم تجن در طول فصل رشد برای تراکم‌های مختلف بر اساس داده‌های آزمایش همین پایان‌نامه	۸۶
شکل ۷-۸- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده سطح برگ رقم تجن در طول فصل رشد برای تراکم‌های مختلف بر اساس داده‌های آزمایش همین پایان‌نامه ۱۲	۸۷
شکل ۷-۹- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده بیوماس رقم تجن در طول فصل رشد برای سطوح مختلف کودی بر اساس داده‌های آزمایش همین پایان‌نامه	۸۸
شکل ۷-۱۰- روند تغییرات مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده سطح برگ رقم تجن در طول فصل رشد برای سطوح مختلف کودی بر اساس داده‌های آزمایش همین پایان‌نامه	۸۹

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- کلیاتی در مورد گندم

گندم (*Triticum aestivum* L.) در رده غلات سردسیری قرار گرفته و نقش آن به عنوان تامین کننده اصلی غذای بشر، روشن و آشکار است. این گیاه در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند و در حقیقت جزء سازگارترین غلات است. طوری که از عرض جغرافیایی حدود ۶۰ درجه شمالی در شمال اروپا تا ۴۰ درجه جنوبی در آمریکای جنوبی، در مناطقی با ارتفاع چند متر تا بیش از ۳۰۰۰ متر بالای سطح دریا کشت می‌شود. گندم گیاهی یک ساله، تک لپه، روز بلند، رشد محدود با ساقه ماشوره‌ای می‌باشد. بیلتیانو و همکاران (۱۹۸۳) گندم را بر اساس خصوصیات ژنتیکی به ۳ دسته دیپلوئید (۱۴ کروموزوم)، تتراپلوئید (۲۸ کروموزوم) و هگزاپلوئید (۴۲ کروموزوم) تقسیم‌بندی کردند. در ایران مانند بسیاری از کشورهای جهان، نان حاصله از گندم مهم‌ترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می‌دهد و نقش مهمی در تامین انرژی و پروتئین مورد نیاز بدن به عهده دارد. در بعضی از کشورهای پیشرفته، گندم به دلیل محتوای خیلی زیاد پروتئین، چربی و مواد معدنی در جیره غذایی دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاه گندم نیز در تغذیه دام، کارخانه های کاغذسازی و مقواسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استان گلستان به دلیل گستره دشت‌ها، آب و هوای مستعد و کشاورزان کوشایش، همواره در بحث تولیدات زراعی کشور، شان و جایگاهی خاص داشته است. آمارها از برتری این منطقه با کسب عنوان دوم تولید گندم کشور طی سال‌های ۱۳۸۶ به بعد سخن می‌گویند. عملکرد تولید گندم در واحد سطح در استان گلستان از یک هزار و ۱۴۷ کیلوگرم در سال ۱۳۴۷ به سه هزار و ۵۰۰ کیلوگرم در سال‌های زراعی جاری رسیده است. میزان تولید گندم در این سال‌ها نسبت به سال‌های زراعی گذشته افزایش کم‌نظیری (۳۰/۳ درصد) نشان داده که بررسی‌های فنی حاکی از این است که عوامل متعدد به‌زراعی، اقلیمی و توسعه سطح کشت، موجب این افزایش بوده است. تحلیل عوامل مختلف تاثیرگذار نشان می‌دهد که شرایط مطلوب بارندگی به میزان ۹ درصد، افزایش سطح کشت به میزان ۳/۶ درصد و توسعه عملیات به‌زراعی به میزان ۱۷/۵ درصد، در افزایش تولید گندم نقش داشته است. شخم تابستانه، آماده‌سازی مطلوب بستر بذر، رعایت تاریخ کاشت، توسعه کشت مکانیزه، سطح مبارزه با بیماری‌ها، افزایش تعداد آزمون خاک برای کاربرد بهتر کودهای شیمیایی و توسعه تقسیط کود اوره به صورت سرک، از جمله عملیات به‌زراعی موثر در افزایش تولید این سال‌ها بوده است. همچنین اصلاح سیستم