

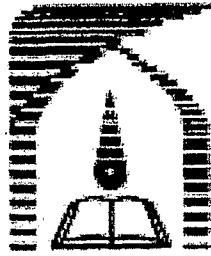
۲۰۹۵

صنوع

لا اله الا الله

۱۹۸۲

۸۷/۱/۱۰۹۲۲۹
۸۷ ۱۲۴



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده کشاورزی

رساله دوره دکتری خاکشناسی

مدل سازی برهمکنش شوری و عناصر غذایی خاک
بر رشد گیاه

یعقوب حسینی

استاد راهنما:

دکتر مهدی همایی

اساتید مشاور:

دکتر سعید سعادت

دکتر نجفعلی کریمیان

پائیز ۱۳۸۷

۱۰۹۸۱۲



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای یعقوب حسینی رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان: "مدل سازی برهمکنش شوری و عناصر غذایی خاک بر رشد گیاه" در تاریخ ۱۳۷۸/۸/۱۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری خاکشناسی پیشنهاد می کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اصلی	دکتر مهدی همایی	دانشیار	
۲- استاد راهنمای دوم	-	-	-
۳- استاد مشاور اول	دکتر نجفعلی کریمیان	استاد	
۴- استاد مشاور دوم	دکتر سعید سعادت	استادیار	
۵- استاد ناظر	دکتر محمدجعفر ملکوتی	استاد	
۶- استاد ناظر	دکتر جمال محمد ولی سامانی	دانشیار	
۷- استاد ناظر	دکتر غلامرضا ثواقبی	دانشیار	
۸- استاد ناظر	دکتر عبدالمجید لیاقت	دانشیار	
۹- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدجعفر ملکوتی	استاد	

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل رساله دکتری نگارنده در رشته ی **خاکشناسی** است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر مهدی همایی، مشاوره جناب آقای دکتر نجفعلی کریمیان و مشاوره جناب آقای دکتر سعید سعادت از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **یعقوب حسینی** دانشجوی رشته ی **خاکشناسی** مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **یعقوب حسینی**

تاریخ و امضا:

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاستهای پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها/ رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامه ها و دستورالعملهای مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه/ رساله منتشر می شود نیز نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از حوزه پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باشد باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود. ۱۳۸۴/۶ ب

تقدیم به همسر عزیزم

که با صبوری و مهربانی هایش همیشه یاریگرم در زندگی بوده

و

فرزندان دلبندم درسا و گلسا

که به زندگی ما معنای دیگری بخشیده اند.

سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند بزرگ این مرحله از آموختن را پشت سر می گذارم، وظیفه خود می دانم که سپاسگزار همه آنهایی باشم که در این راه یاریگر و راهنمایم بوده اند: پدر و مادر عزیزم که مرا آموختند تا مشتاق آموختن باشم. در همین مجال از خداوند بزرگ طلب مغفرت و آمرزش برای مادر مهربانم که خیلی زود ما را ترک کرد، می کنم. همسر مهربانم که با شکیبایی در تمام مراحل زندگی، که نمونه آن به پایان بردن این مقطع تحصیلی می باشد، یاریگرم بوده است.

دختران گلم که معنای دیگری به زندگی ما بخشیده اند.

خواهران و برادران خوبم که آرزویشان موفقیت من بوده است.

از جناب آقای دکتر مهدی همایی که راهنمایی رساله را بر عهده داشته و از ابتدای شروع دوره دکتری و در طی انجام و تدوین رساله کمکهای بسیار زیادی در حل مسائل علمی و اجرایی پژوهش نموده اند بسیار سپاسگزارم.

از آقای دکتر نجفعلی کریمیان استاد مشاور رساله، که اینجانب افتخار شاگردی ایشان را از بدو ورود به دانشگاه داشته ام، صمیمانه تشکر می کنم.

از آقای دکتر سعید سعادت، استاد مشاور دیگر این رساله، که در زمینه های گوناگون علمی و به ویژه اجرای عملی این پژوهش کمکهای شایانی به من نموده اند تشکر می نمایم.

از زحمات جناب آقای دکتر محمد جعفر ملکوتی، مدیر محترم گروه، که دلسوزانه در همه ی مراحل پژوهش همکاری کرده اند، قدر دانی می کنم.

از اساتید محترم ناظر آقایان دکتر جمال محمد ولی سامانی، دکتر محمد جعفر ملکوتی، دکتر غلامرضا ثوابی و دکتر عبدالمجید لیاقت که در تصحیح رساله راهنمایی ام کردند، تشکر می کنم.

از زحمات همه معلمانم و اعضای محترم گروه بویژه دکتر رسول راهنمایی که از نظرات علمی ایشان در این پژوهش بهره بردم و همچنین همکارانم در موسسه تحقیقات خاک و آب، قدردانی می کنم.

از مسئولان محترم موسسه تحقیقات خاک و آب که مراحل عملی این پژوهش در آن جا انجام شد و همچنین همکاران در بخش آزمایشگاه موسسه، نهایت سپاسگزاری را دارم.

از سرکار خانم مهندس زهرا طبیب زاده مسئول آزمایشگاه گروه قدر دانی می کنم.

از همه دوستان دانشجوییم که که همیشه به اینجانب لطف داشته اند، تشکر می کنم.

یعقوب حسینی

پائیز ۱۳۸۷

چکیده

شوری منابع خاک و آب از مشکلات بخش کشاورزی است که سبب می شود بخش بزرگی از اراضی زراعی یا کارایی خود را از دست دهند و یا کلا غیر قابل کشت شوند. از جمله مشکلات خاک های شور، عدم تعادل عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می باشد. در حالی که قابلیت استفاده برخی از عناصر غذایی ضروری همچون نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای گیاه در خاک های شور به دلایل مختلف اندک است، غلظت عناصر دیگری همچون بور ممکن است زیاد و گاه در حد سمیت باشد. در خاک های شور، اثرات متقابل شوری و حاصلخیزی خاک از نقطه نظر تولید بهینه اهمیت فراوان دارد. چنانچه گیاه در شرایط شور رشد کند و تعادل عناصر غذایی در خاک برقرار نباشد ممکن است حاصلخیزی خاک و نه شوری خاک، نخستین عامل تعیین کننده عملکرد باشد. در شرایطی نیز ممکن است هر دو عامل با هم عملکرد را تحت تأثیر قرار دهند. در شرایط شور و عدم تعادل عناصر غذایی، کاربرد کود می تواند افزایش رشد گیاه را سبب شود، لیکن ممکن است اثر اسمزی ناشی از شوری را نیز تشدید نماید. از دیگر سو، در مدل های ارائه شده برای پیش بینی عملکرد در خاک های شور، همواره عامل شوری به تنهایی مدنظر قرار گرفته و دیگر عوامل تنش زا همچون عدم تعادل عناصر غذایی لحاظ نشده است. تاکنون اثر شوری بر عملکرد در خاک هایی مطالعه شده که مشکل حاصلخیزی کم خاک با دادن کود جبران شده است. همچنین در مدل هایی که برای پیش بینی عملکرد گیاه در ارتباط با عناصر غذایی استفاده شده است، تنها به نقش این عناصر توجه شده است. در پژوهش هایی هم که به هر دو عامل (شوری و عدم تعادل عناصر غذایی) پرداخته شده، مطالعات به صورت کیفی و نه کمی بوده است. بنابراین بدلیل پیچیدگی های فراوان، هنوز مدلی که بتواند عملکرد گیاه را در خاک های شور و مقادیر مختلف عناصر غذایی برآورد کند ارائه نشده است. هدف از انجام این پژوهش، ارائه مدل هایی برای شرایط توآمان شوری- باروری خاک بود. بدین منظور، ابتدا مدل های (LS) Leibig-Sprengel و (MB) Mitscherlich-Baule به عنوان مدل های مبنا در نظر گرفته شدند. آنگاه مدل هایی برای شرایط توآمان شوری- باروری اشتقاق یافت. به منظور دستیابی به داده های لازم برای ارزیابی مدل های پیشنهادی چهار آزمایش جداگانه انجام شد. در آزمایش اول برهمکنش شوری و نیتروژن، در آزمایش دوم برهمکنش شوری و فسفر، در آزمایش سوم برهمکنش شوری و پتاسیم و در آزمایش چهارم برهمکنش شوری و بور بر عملکرد کلزا (*Brassica napus L.*) بررسی گردید. مقدار شوری برای هر چهار آزمایش ثابت و به صورت آب غیر شور، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود. سطوح عناصر برای نیتروژن (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلو گرم خاک)، برای فسفر (۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم فسفر در کیلو گرم خاک)، برای پتاسیم (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم پتاسیم در کیلو گرم خاک) و برای بور (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی گرم بور در کیلو گرم خاک) بود. در آزمایش دیگری نیز اثر شوری و بور بر مقدار و سرعت جوانه زنی بذر کلزا ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که مقدار و سرعت جوانه زنی بذر در آب شور طبیعی و محلول $\text{CaCl}_2 + \text{NaCl}$ کاهش می یابد، گرچه اثر آب شور طبیعی بیشتر از محلول $\text{CaCl}_2 + \text{NaCl}$ بود. افزودن بور هم سرعت و هم مقدار جوانه زنی را کاهش داد. کاربرد بور در حضور شوری، اثرات شوری را تشدید کرد. جوانه زنی بذر در خاک نیز روند مشابهی داشت، لیکن مقدار و مقدار سبز شدن بذر در خاک کمتر از محیط پتری دیش بود. نتایج مربوط به مدل سازی برهمکنش شوری و نیتروژن، نشان داد که هر چند هر دو مدل بر فرضیات متفاوتی بنا شده اند، لیکن هر دو مدل کارایی قابل قبولی برای برآورد عملکرد دانه، ماده خشک (کاه) و ماده خشک مرحله رویشی داشتند. با این حال، پیش بینی عملکرد توسط مدل تعدیل یافته MB در مقایسه با مدل تعدیل یافته LS به عملکردهای واقعی نزدیکتر بود. بنابراین برای پیش بینی عملکرد دانه، ماده خشک (کاه) و ماده خشک مرحله رویشی در شرایط تنش نیتروژن و شوری، مدل تعدیل یافته MB پیشنهاد می گردد. نتایج همچنین نشان داد که حد آستانه شوری برای کاهش عملکرد در شرایط شور ثابت نیست و بستگی به مقدار نیتروژن موجود در خاک دارد. به طوری که کاربرد نیتروژن در خاک، حد آستانه عملکرد را کاهش، لیکن مقدار بیشینه عملکرد را افزایش می دهد. مقدار این کاهش برای عملکرد دانه، ماده خشک (کاه) و

ماده خشک مرحله رویشی کلزا متفاوت بود. کم شدن حدآستانه کاهش عملکرد و همچنین افزایش بیشینه عملکرد نسبی با کاربرد نیتروژن در شرایط شور، نشان دهنده محدودیت بیشتر عامل تنش (کمبود) نیتروژن برای تولید عملکرد کلزا در مقایسه با عامل تنش شوری است. نتایج مربوط به مدل سازی برهمکنش شوری و فسفر نشان داد که برای پیش بینی عملکرد نسبی دانه و ماده خشک (کاه) کلزا، مدل تعدیل یافته MB نسبت به مدل تعدیل یافته LS برتری دارد. برای برآورد عملکرد مرحله رویشی کلزا، مدل تعدیل یافته LS در مقایسه با مدل تعدیل یافته MB مناسب تر است. بنابراین برای پیش بینی عملکرد دانه و ماده خشک (کاه)، مدل تعدیل یافته MB و برای ماده خشک مرحله رویشی در شرایط تنش فسفر و شوری مدل تعدیل یافته LS پیشنهاد می گردد. حد آستانه عملکرد نسبی ماده خشک مرحله رویشی کلزا در شرایط شور، ثابت نبوده و بستگی به مقدار فسفر خاک دارد. به طوری که با افزایش مقدار فسفر خاک، حد آستانه کاهش عملکرد رویشی کاهش، لیکن بیشینه عملکرد افزایش یافت. نتایج حاصل از مدل سازی برهمکنش شوری و پتاسیم نشان داد که برای برآورد عملکرد دانه، ماده خشک (کاه) و ماده خشک مرحله رویشی کلزا، مدل تعدیل یافته LS مدلی کارا می باشد. کاربرد پتاسیم موجب کاهش حد آستانه عملکرد گردید لیکن مقدار بیشینه عملکرد را افزایش داد. علت کاهش حد آستانه عملکرد را می توان به کاهش اثر محدود کنندگی پتاسیم، با افزودن پتاسیم به خاک، نسبت داد. نتایج مربوط به مدل سازی برهمکنش شوری و بور نشان داد که برای برآورد عملکرد نسبی دانه، ماده خشک (کاه) و ماده خشک مرحله رویشی کلزا استفاده از مدل تعدیل یافته LS در مقایسه با مدل تعدیل یافته MB برتری دارد. همچنین نتایج نشان داد که حد آستانه کاهش عملکرد نسبی (دانه، ماده خشک (کاه) و ماده خشک مرحله رویشی) کلزا در شرایط شور ثابت نبوده و بستگی به مقدار بور کاربردی دارد. به طوری که با افزایش مقدار بور خاک، حد آستانه عملکرد نسبی برای شوری افزایش، لیکن عملکرد نسبی بیشینه کاهش یافت. علت افزایش حد آستانه کاهش عملکرد نسبی کلزا با افزایش بور خاک، محدود کنندگی بیشتر بور برای عملکرد نسبت به شوری می باشد.

واژه های کلیدی: عناصر غذایی، شوری، مدل سازی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه و هدف
	فصل اول
۱-۲	مقدمه
۲-۲	ویژگی های خاکهای شور
۳-۲	انواع شوری و عوامل ایجاد آنها
۱-۳-۲	شوری اولیه یا طبیعی
۲-۳-۲	شوری ثانویه یا شوری متاثر از فعالیت های انسان
۴-۲	نگاهی به علل و عوامل شوری خاکهای ایران
۱-۴-۲	شوری طبیعی یا شوری اولیه
۱-۱-۴-۲	شوری ناشی از ترکیب معدنی مواد مادر خاک
۲-۱-۴-۲	شوری جویباری
۳-۱-۴-۲	شوری ناشی از باد
۴-۱-۴-۲	شوری بر اثر پیشروی آب دریا
۲-۴-۲	شوری ثانویه یا در اثر دخالت انسان
۱-۲-۴-۲	سوء مدیریت منابع خاک و آب
۲-۲-۴-۲	بهره برداری بیش از اندازه از آب های زیر زمینی
۳-۲-۴-۲	چرای بی رویه
۴-۲	اندازه گیری شوری خاک
۵-۲	آب های شور
۱-۵-۲	اهمیت
۲-۵-۲	منابع آب شور ایران
۶-۲	واکنش گیاهان به شوری
۷-۲	عوامل موثر بر واکنش گیاهان به شوری
۱-۷-۲	شرایط خاک
۱-۱-۷-۲	نوع نمک های موجود در خاک
۲-۱-۷-۲	رطوبت خاک
۳-۱-۷-۲	توزیع نمک در نیمرخ خاک

- ۲۲ ۲-۷-۱-۴ - موجودات خاکزی
- ۲۲ ۲-۷-۱-۵ - شرایط فیزیکی خاک
- ۲۲ ۲-۷-۱-۶ - حاصلخیزی خاک
- ۲۳ ۲-۷-۲-۲ - اقلیم
- ۲۳ ۲-۷-۳-۳ - عوامل گیاهی
- ۲۳ ۲-۷-۳-۱ - سن گیاه
- ۲۴ ۲-۷-۳-۲ - نوع و گونه های گیاهی
- ۲۴ ۲-۷-۴-۴ - روش آبیاری
- ۲۵ ۲-۷-۵-۵ - بستر بذر
- ۲۵ ۲-۸-۸ - معیارهای تحمل گیاهان به شوری
- ۲۷ ۲-۹-۹ - طبقه بندی گیاهان در پاسخ به تنش شوری
- ۲۸ ۲-۱۰-۱۰ - آستانه تحمل گیاهان به شوری
- ۲۹ ۲-۱۱-۱۱ - سازوکار اثر نمک
- ۲۹ ۲-۱۱-۱-۱ - اثر اسمزی (کاهش پتانسیل آب)
- ۳۱ ۲-۱۱-۲-۲ - اثر ویژه یونی (اثر اختصاصی شوری)
- ۳۱ ۲-۱۱-۳-۳ - عدم تعادل تغذیه ای
- ۳۲ ۲-۱۲-۱۲ - سازوکارهای تحمل به شوری در گیاهان
- ۳۳ ۲-۱۲-۱-۱ - سازوکار اجتناب از شوری (دفع یون)
- ۳۳ ۲-۱۲-۱-۱ - دفع یونی یا ممانعت از ورود یون
- ۳۴ ۲-۱۲-۲-۲ - تغییرات مورفولوژیکی در گیاه
- ۳۴ ۲-۱۲-۳-۳ - آبدار شدن یا گوشتی شدن
- ۳۴ ۲-۱۲-۴-۴ - کنترل نمک با رشد
- ۳۵ ۲-۱۲-۵-۵ - کنترل باز و بسته شدن روزنه ها
- ۳۵ ۲-۱۲-۶-۶ - باز جذب سدیم از جریان تعرقی
- ۳۵ ۲-۱۲-۷-۷ - بارگیری آوند چوبی (جذب ترجیحی پتاسیم نسبت به سدیم)
- ۳۵ ۲-۱۲-۲-۲ - سازوکار تحمل شوری

- ۳۵..... جذب یون در مقابل دفع آن..... ۱-۲-۱۲-۲
- ۳۶..... ساخت متابولیت های آلی (تنظیم اسمزی)..... ۲-۲-۱۲-۲
- ۳۶..... کده بندی یونها..... ۳-۲-۱۲-۲
- ۳۷..... تغییرات هورمونی گیاه..... ۴-۲-۱۲-۲
- ۳۷..... غده های نمکی وریزش برگ..... ۵-۲-۱۲-۲
- ۳۸..... برهمکنش شوری و سطح حاصلخیزی خاک..... ۱۳-۲
- ۳۸..... غلظت عناصر غذایی و واکنش گیاه به شوری..... ۱۴-۲
- ۴۲..... اثر شوری بر قابلیت استفاده عناصر غذایی..... ۱۵-۲
- ۴۳..... نیتروژن..... ۱-۱۵-۲
- ۴۳..... معدنی شدن ترکیبات نیتروژن آلی خاک..... ۱-۱-۱۵-۲
- ۴۴..... نترات زایی (نیتریفیکاسیون) در خاک..... ۲-۱-۱۵-۲
- ۴۴..... یون کلر و تأثیر آن بر جذب نیتروژن..... ۳-۱-۱۵-۲
- ۴۵..... فسفر..... ۲-۱۵-۲
- ۴۶..... پتاسیم..... ۳-۱۵-۲
- ۴۷..... اثر شوری بر قابلیت جذب پتاسیم..... ۱-۳-۱۵-۲
- ۴۹..... بور..... ۴-۱۵-۲
- ۵۰..... برهمکنش شوری و بور..... ۱-۴-۱۵-۲
- ۵۱..... روابط کمی اثر شوری بر عملکرد..... ۱۶-۲
- ۵۲..... روابط کمی اثر عنصر غذایی بر عملکرد..... ۱۷-۲
- ۵۳..... روابط کمی اثرات متقابل شوری و تنش عنصر غذایی..... ۱۸-۲

فصل سوم: مروری بر منابع

- ۵۵..... مروری بر منابع.....

فصل چهارم: مواد و روشها

- ۶۷..... ۱-۴- تئوری مدل های میچرلیخ-بال (MB) و لیگ-اسپرنگل (LS).....
- ۷۲..... ۲-۴- روش انجام آزمایش.....
- ۷۲..... ۱-۲-۴- تهیه خاک.....

- ۷۳ ۴-۲-۲- تهیه آب شور
- ۷۳ ۴-۲-۳- آماده سازی گلدانها
- ۷۴ ۴-۲-۴- پر کردن گلدانها و آماده سازی خاک و اعمال تیمار های آزمایش
- ۷۶ ۴-۲-۵- دستگاه های مورد نیاز برای انجام پژوهش
- ۷۷ ۴-۲-۶- آزمایش جوانه زنی
- ۷۷ ۴-۲-۶-۱- آزمایش جوانه زنی در آب شور طبیعی + تیمار بور
- ۷۷ ۴-۲-۶-۲- آزمایش جوانه زنی در آب شور مصنوعی (NaCl+CaCl₂) + تیمار بور
- ۷۸ ۴-۲-۶-۳- آزمایش جوانه زنی در خاک
- ۷۸ ۴-۲-۷- ارزیابی کمی مدل ها

فصل پنجم: نتایج، بحث و پیشنهادها

- ۸۱ ۵-۱- جوانه زنی بذر کلزا
- ۸۱ ۵-۱-۱- آزمایش اول (جوانه زنی در تیمارهای آب شور طبیعی و بور در انکوباتور)
- ۸۴ ۵-۱-۲- آزمایش دوم (جوانه زنی در تیمارهای محلول NaCl + CaCl₂ و بور در انکوباتور)
- ۸۷ ۵-۱-۳- آزمایش سوم (جوانه زنی در خاک)
- ۸۹ نتیجه گیری
- ۹۱ ۵-۲- برهمکنش شوری و نیتروژن
- ۹۱ ۵-۲-۱- ویژگی های زراعی
- ۹۸ ۵-۲-۲- غلظت عناصر غذایی در دانه کلزا
- ۹۸ ۵-۲-۲-۱- نیتروژن
- ۹۹ ۵-۲-۲-۲- سدیم و کلر
- ۱۰۰ ۵-۲-۲-۳- کلسیم و منیزیم
- ۱۰۲ ۵-۲-۲-۴- پتاسیم و فسفر
- ۱۰۳ ۵-۲-۲-۵- عناصر کم مصرف
- ۱۰۶ ۵-۲-۳- مدل سازی
- ۱۰۶ ۵-۲-۳-۱- عملکرد دانه کلزا
- ۱۱۵ ۵-۲-۳-۲- عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا

- ۱۲۳ عملکرد مرحله رویشی کلزا. ۳-۳-۲-۵
- ۱۳۲ نتیجه گیری ۳-۳-۲-۵
- ۱۳۲ برهمکنش شوری و فسفر ۳-۳-۲-۵
- ۱۳۲ ویژگی های زراعی ۱-۳-۲-۵
- ۱۳۸ غلظت عناصر غذایی دانه کلزا ۲-۳-۲-۵
- ۱۳۸ فسفر ۱-۲-۳-۵
- ۱۴۰ پتاسیم و نیتروژن ۲-۲-۳-۵
- ۱۴۱ کلسیم و منیزیم ۳-۲-۳-۵
- ۱۴۳ کلر و سدیم ۴-۲-۳-۵
- ۱۴۵ عناصر کم مصرف ۵-۲-۳-۵
- ۱۴۷ مدل سازی ۳-۳-۳-۵
- ۱۴۷ عملکرد دانه کلزا ۱-۳-۳-۵
- ۱۵۴ عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا ۲-۳-۳-۵
- ۱۶۲ عملکرد مرحله رویشی کلزا ۳-۳-۳-۵
- ۱۶۹ نتیجه گیری ۳-۳-۳-۵
- ۱۷۰ برهمکنش شوری و پتاسیم ۴-۳-۳-۵
- ۱۷۰ ویژگی های زراعی ۱-۴-۳-۵
- ۱۷۶ غلظت عناصر غذایی دانه کلزا ۲-۴-۳-۵
- ۱۷۶ پتاسیم ۱-۲-۴-۵
- ۱۷۷ نیتروژن و فسفر ۲-۲-۴-۵
- ۱۷۸ کلسیم و منیزیم ۳-۲-۴-۵
- ۱۷۹ کلر و سدیم ۴-۲-۴-۵
- ۱۸۰ عناصر کم مصرف ۵-۲-۴-۵
- ۱۸۱ مدل سازی ۳-۴-۴-۵
- ۱۸۱ عملکرد دانه کلزا ۱-۳-۴-۵
- ۱۸۸ عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا ۲-۳-۴-۵

۱۹۵	..... عملکرد مرحله رویشی کلزا
۲۰۲	..... نتیجه گیری
۲۰۳	..... برهمکنش شوری و بور
۲۰۳	..... ویژگی های زراعی
۲۰۸	..... غلظت عناصر غذایی دانه کلزا
۲۰۸	..... بور
۲۱۰	..... سدیم و کلر
۲۱۱	..... نیتروژن، فسفر و پتاسیم
۲۱۳	..... کلسیم و منیزیم
۲۱۵	..... عناصر کم مصرف
۲۱۷	..... مدل سازی
۲۱۷	..... عملکرد دانه کلزا
۲۲۴	..... عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا
۲۳۱	..... عملکرد مرحله رویشی کلزا
۲۳۸	..... نتیجه گیری
۲۴۰	..... نتیجه گیری کلی
۲۴۰	..... جوانه زنی بذر کلزا
۲۴۰	..... برهمکنش شوری و نیتروژن
۲۴۰	..... برهمکنش شوری و فسفر
۲۴۱	..... برهمکنش شوری و پتاسیم
۲۴۱	..... برهمکنش شوری و بور
۲۴۲	..... پیشنهادها
۲۴۴	..... منابع مورد استفاده
	..... چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

صفحه

عنوان

فصل دوم

- جدول ۱-۲-۱- گستردگی خاکهای تحت تأثیر نمک و سدیم در جهان..... ۷
- جدول ۲-۲-۲- غلظت نمک ها در آب باران و آب دریا..... ۹
- جدول ۲-۲-۳- اثر نوع و غلظت نمک بر میزان EC اندازه گیری شده..... ۱۴
- جدول ۲-۲-۴- طیفه بندی گیاهان بر مبنای پاسخ به تنش شوری..... ۲۷

فصل چهارم

- جدول ۴-۱-۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش..... ۷۳
- جدول ۴-۲-۲- برخی ویژگیهای شیمیایی آب شور بکار رفته در آزمایش..... ۷۳

فصل پنجم

۵-۱- جوانه زنی بذر کلزا

- جدول ۵-۱-۱- تجزیه واریانس اثر تیمار شوری آب شور طبیعی و بور بر جوانه زنی بذر کلزا..... ۸۱
- جدول ۵-۲-۲- تجزیه واریانس اثر تیمار شوری محلول $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ و بور بر جوانه زنی بذر کلزا..... ۸۴
- جدول ۵-۳-۳- تجزیه واریانس اثر تیمار شوری آب شور طبیعی و بور بر جوانه زنی بذر کلزا در خاک..... ۸۷

۵-۲- برهمکنش شوری و نیتروژن

۵-۲-۳-۱- عملکرد دانه کلزا

- جدول ۵-۴-۴- پارامترهای محاسبه شده برای مدل های LS و MB..... ۱۰۶
- جدول ۵-۵-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح نیتروژن..... ۱۰۷
- جدول ۵-۶-۶- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری..... ۱۰۹
- جدول ۵-۷-۷- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و نیتروژن..... ۱۱۰
- جدول ۵-۸-۸- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح نیتروژن..... ۱۱۴

۵-۲-۳-۲- عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا

- جدول ۹-۵- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های LS و MB ۱۱۵
- جدول ۱۰-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح نیتروژن خاک ۱۱۶
- جدول ۱۱-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۱۱۷
- جدول ۱۲-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های پیش بینی کننده عملکرد ماده خشک کلزا بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و نیتروژن ۱۱۹
- جدول ۱۳-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح نیتروژن ۱۲۱

۵-۳-۳-۲- عملکرد مرحله رویشی کلزا

- جدول ۱۴-۵- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های LS و MB ۱۲۴
- جدول ۱۵-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح نیتروژن خاک ۱۲۴
- جدول ۱۶-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۱۲۶
- جدول ۱۷-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و نیتروژن ۱۲۷
- جدول ۱۸-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح نیتروژن ۱۳۰

۵-۳-۵- برهمکنش شوری و فسفر

۵-۳-۳-۵- مدل سازی

۵-۳-۳-۱- عملکرد دانه کلزا

- جدول ۱۹-۵- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های تعدیل یافته LS و MB ۱۴۸
- جدول ۲۰-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۱۴۸
- جدول ۲۱-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح فسفر خاک ۱۵۰
- جدول ۲۲-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و فسفر ۱۵۱
- جدول ۲۳-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح فسفر ۱۵۳

۵-۳-۳-۲- عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا

جدول ۵-۲۴- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های LS و MB ۱۵۵

جدول ۵-۲۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب ۱۵۵

جدول ۵-۲۶- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح فسفر خاک ۱۵۷

جدول ۵-۲۷- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب
آبیاری و فسفر ۱۵۸

جدول ۵-۲۸- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح
مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح فسفر ۱۶۰

۵-۳-۳-۳- عملکرد مرحله رویشی کلزا

جدول ۵-۲۹- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های LS و MB ۱۶۲

جدول ۵-۳۰- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب ۱۶۳

جدول ۵-۳۱- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح فسفر خاک ۱۶۴

جدول ۵-۳۲- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب
آبیاری و فسفر ۱۶۵

جدول ۵-۳۳- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح
مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح فسفر ۱۶۷

۵-۴- برهمکنش شوری و پتاسیم

۵-۴-۳- مدل سازی

۵-۴-۳-۱- عملکرد دانه کلزا

جدول ۵-۳۴- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های تعدیل یافته LS و MB ۱۸۱

جدول ۵-۳۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۱۸۲

جدول ۵-۳۶- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح پتاسیم خاک ۱۸۳

جدول ۵-۳۷- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب
آبیاری و پتاسیم ۱۸۴

جدول ۵-۳۸- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح
مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح پتاسیم ۱۸۷

۵-۴-۳-۲- عملکرد ماده خشک (کاه) کلزا

جدول ۵-۳۹- پارامترهای محاسبه شده برای مدل‌های LS و MB ۱۸۹

جدول ۴۰-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۱۸۹

جدول ۴۱-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح پتاسیم خاک ۱۹۰

جدول ۴۲-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و پتاسیم ۱۹۲

جدول ۴۳-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح پتاسیم ۱۹۴

۳-۳-۳-۵- عملکرد مرحله رویشی کلزا

جدول ۴۴-۵- پارامترهای محاسبه شده برای مدل های LS و MB ۱۹۵

جدول ۴۵-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری ۱۹۶

جدول ۴۶-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح پتاسیم خاک ۱۹۷

جدول ۴۷-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و پتاسیم ۱۹۹

جدول ۴۸-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های تعدیل یافته LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح پتاسیم ۲۰۱

۵-۵- برهمکنش شوری و بور

۳-۵-۵- مدل سازی

۱-۳-۵-۵- عملکرد دانه کلزا

جدول ۴۹-۵- پارامترهای محاسبه شده برای مدل های LS و MB ۲۱۸

جدول ۵۰-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۲۱۸

جدول ۵۱-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح بور خاک ۲۱۹

جدول ۵۲-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب آبیاری و بور ۲۲۱

جدول ۵۳-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های LS و MB در سطوح مختلف شوری آب آبیاری برای هر یک از سطوح بور ۲۲۲

۲-۳-۵-۵- عملکرد ماده خشک (گاه) کلزا

جدول ۵۴-۵- پارامترهای محاسبه شده برای مدل های LS و MB ۲۲۵

جدول ۵۵-۵- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۲۲۵

جدول ۵-۵۶- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح بور خاک..... ۲۲۶

جدول ۵-۵۷- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب
آبیاری و بور..... ۲۲۸

جدول ۵-۵۸- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های LS و MB در سطوح مختلف شوری
آب آبیاری برای هر یک از سطوح بور..... ۲۲۹

۵-۵-۳-۳- عملکرد مرحله رویشی کلزا

جدول ۵-۵۹- پارامترهای محاسبه شده برای مدل های LS و MB..... ۲۳۲

جدول ۵-۶۰- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح شوری آب آبیاری ۲۳۲

جدول ۵-۶۱- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس سطوح بور خاک..... ۲۳۳

جدول ۵-۶۲- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل ها بر اساس ترکیب سطوح شوری آب
آبیاری و بور..... ۲۳۵

جدول ۵-۶۳- آماره های محاسبه شده برای مقایسه مدل های LS و MB در سطوح مختلف شوری
آب آبیاری برای هر یک از سطوح بور..... ۲۳۶