

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

اثر خاک‌ورزی و کود آلی بر خصوصیات فیزیکی، حرکت املاح و مرفولوژی
ریشه ذرت در خاک لورک

پایان نامه دکترای خاک‌شناسی

حسین شیرانی

مرکز اطلاعات مدرک علمی ایران
تهییه مدرک

اساتید راهنما

دکتر محمد علی حاج عباسی

دکتر مجید افیونی

۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

مرکز اطلاعات مدرک علمی ایران
تهییه مدرک

۱۳۸۲

۴۸۵۹۲



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

رساله دکترای خاک‌شناسی آقای حسین شیرانی
تحت عنوان

اثر خاک‌ورزی و کود آلی بر خصوصیات فیزیکی، حرکت املاح و مرفولوژی
ریشه ذرت در خاک لورک

در تاریخ ۸۲/۲/۱۰ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و اصالت و صحت مطالب رساله مورد تأیید قرار
گرفت.

دکتر محمد علی حاج عباسی

۱- استاد راهنمای رساله (رئیس هیأت داوران)

دکتر مجید افیونی

۲- استاد راهنمای رساله

دکتر عباس همت

۳- استاد مشاور

دکتر حسین شریعتمداری

۴- استاد مشاور

دکتر علی اکبر محبوبی

۵- استاد داور

دکتر محمد رضا نشابوری

۶- استاد داور

دکتر فرهاد موسوی

۷- استاد داور

دکتر محمد رضا خواجه پور

۸- استاد داور

دکتر آقا فخر میرلوحی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش پروردگار یکتا را که توفیق تمصیل علم به من آموخت و در سایه الطاف بی‌پایانش توانستم به این مقطع از علم دست یابم. بر مزار پاک پدر عزیزم بوسه می‌زنم که بهترین حامی و مشوق من در همه امور زندگی و به ویژه تمصیل بود که وجود پر برکت او موجب ادامه تمصیل من گردید. بر دستان مادر عزیزم بوسه می‌زنم که زمینه‌ساز تمصیل من تا به اینجا بود و از همسر فداکار و مهربانم به خاطر صبر و شکیبایی او در برابر همه مشکلات و حمایت‌های بی‌دریغش در طول تمصیل اینجانب، کمال تشکر را دارم.

از عموی بزرگوارم که حق پدری بر گردنم داشته و اتمام این پایان نامه بدون تشویق‌ها و حمایت‌های ایشان امکان‌پذیر نبود، بسیار سپاس‌گزارم. هم‌چنین از برادر و فواهرانم و خانواده همسر به خاطر کمک‌ها و تشویق‌های آنها کمال تشکر را دارم.

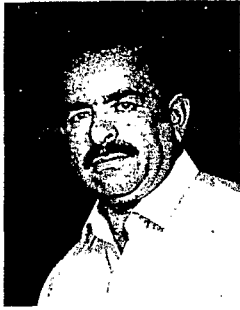
بسیار مسرورم که می‌توانم از کلیه عزیزان دیگری که در پیشبرد این رساله یاریم نموده‌اند تشکر نمایم. تشکر فراوان دارم از اساتید راهنمای ارجمندم آقایان دکتر حاج عباسی و دکتر افیونی که علاوه بر راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزنده ایشان در انجام این تحقیق در همه مشکلات در طول تمصیل همواره حامی و مشوقم بودند. از استاد ارجمندم آقای دکتر همت که واقعاً راهنمایی‌ها و زحمات ایشان در این پایان نامه بسیار بیشتر از سمتی بود که به عنوان مشاور در این رساله داشتند، سپاس‌گزارم. از استاد گرامیم آقای دکتر شریعتمداری به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌ای که ارائه فرمودند بسیار سپاس‌گزارم.

تشکر می‌کنم از اساتید بزرگوار آقایان دکتر محبوبی و دکتر نیشابوری که زحمت داوری این رساله را پذیرفته و پیشنهادهای ارزنده‌ای ارائه نمودند. سپاس‌گزارم از اساتید ارجمندم آقایان دکتر موسوی و دکتر فواجه‌پور که راهنمایی‌های ارزنده ایشان در رفع معایب این پایان نامه بسیار مؤثر بود.

از همه اساتیدم در گروه فاک‌شناسی که در طول چند سال تمصیل نکات ارزنده علمی و اخلاقی زیادی از این بزرگواران آموختم، آقایان: دکتر حاج رسولیها، دکتر رضایی نژاد، دکتر کلباسی، دکتر جلالیان، دکتر اقبال، دکتر فادمی و دکتر نوربفش سپاس‌گزارم. تشکر می‌نمایم از پرسنل آزمایشگاه فاک‌شناسی آقایان مهندس صدر، مهندس عرب‌زاده، مهندس کریمی و به ویژه آقای مرادی که این عزیزان همکاری‌های زیادی در انجام این تحقیق ارائه نمودند. از دوستان عزیزم به خاطر کمک‌های زیاد و ارزنده ایشان در این پایان نامه آقایان نقوی، مصدقی، شریفی، صیاد، یمیی‌آبادی، مسینی‌فر، صلمی، امینی، شگل‌آبادی، تومانیان، فرپور، آقارخ و شیرانی‌فر سپاس‌گزارم. هم‌چنین از دوست عزیزم آقای مهندس بصیری به خاطر کمک‌های زیاد ایشان در کارهای رایانه‌ای این رساله کمال تشکر را دارم. از پرسنل مزرعه لورک به ویژه آقای مهندس میرطالبی و رحمت‌ا.. ابراهیمی که زحمات زیادی در انجام کارهای مزرعه‌ای این تحقیق متحمل شدند بسیار سپاس‌گزارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان
است.

بخشی از هزینه اجرای این تحقیق از سوی سازمان تحقیقات، آموزش
و ترویج کشاورزی تأمین و پرداخت گردیده است که بدین وسیله
تشکر و قدردانی می‌گردد



تقدیم به:

روح پاک پدر عزیزم که عمری همچون
شمع سوخت و به زندگیم روشنی
بخشید

مادر فداکار، همسر مهربان و دختر دلبندم

عموی بزرگوار و برادر و خواهرانم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هفت	فهرست مطالب
یازده	فهرست شکل ها
چهارده	فهرست جداول
۱	چکیده

فصل اول: مقدمه

فصل دوم: بررسی منابع

۶	۱-۲- نقش خاک ورزی در خاک
۹	۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک
۹	۱-۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک
۱۱	۲-۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر خواص هیدرولیکی خاک
۱۵	۳-۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر ساختمان خاک
۲۰	۴-۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر مقاومت خاک
۲۴	۵-۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر عملکرد محصول
۲۹	۶-۲-۲- تأثیر سیستم های خاک ورزی بر خصوصیات ریشه گیاه
۳۴	۳-۲- نقش مواد آلی در خاک
۳۶	۴-۲- تأثیر کودهای آلی بر خواص فیزیکی خاک
۳۷	۱-۴-۲- تأثیر کود آلی بر جرم مخصوص ظاهری خاک
۴۳	۲-۴-۲- تأثیر مواد آلی بر خواص هیدرولیکی خاک
۴۸	۳-۴-۲- تأثیر مواد آلی بر ساختمان خاک
۵۳	۴-۴-۲- تأثیر مواد آلی بر مقاومت فرسندگی و تراکم خاک
۵۸	۵-۴-۲- تأثیر مواد آلی بر رشد و عملکرد گیاه
۶۳	۵-۲- حرکت املاح در خاک
۶۳	۱-۵-۲- منشأ تجمع املاح در خاک
۶۵	۲-۵-۲- تأثیر املاح در خاک و آبشویی آنها
۶۶	۳-۵-۲- مزیت استفاده از برومید در آزمایش های مزرعه ای
۶۶	۴-۵-۲- ضرورت استفاده از مدل در مطالعات حرکت املاح
۶۷	۵-۵-۲- مدل سازی
۶۸	۶-۵-۲- مدل های حرکت املاح در خاک

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۰	۲-۵-۷- پژوهش‌های حرکت املاح در خاک
۷۵	۲-۵-۷- تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت املاح در خاک
۷۹	۲-۵-۸- تأثیر مواد آلی بر حرکت املاح در خاک
۸۱	۲-۶- بررسی جذب عناصر غذایی توسط گیاه
فصل سوم: مواد و روش‌ها	
۸۳	۳-۱- مشخصات منطقه
۸۴	۳-۲- مطالعات صحرائی
۹۱	۳-۲-۱- اندازه‌گیری عمق شخم در تیمارهای خاک‌ورزی
۹۲	۳-۲-۲- تعیین مقطع پشته‌های ایجاد شده در دو تیمار خاک‌ورزی
۹۲	۳-۳- روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات خاک
۹۳	۳-۳-۱- بافت خاک
۹۳	۳-۳-۲- جرم مخصوص ظاهری خاک
۹۳	۳-۳-۳- هدایت هیدرولیکی اشباع
۹۴	۳-۳-۴- پایداری خاکدانه‌ها
۹۵	۳-۳-۵- منحنی مشخصه رطوبتی خاک
۹۶	۳-۳-۶- ماده آلی خاک
۹۶	۳-۳-۷- مقاومت فروسنجی
۹۸	۳-۴- اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک گیاه
۱۰۰	۳-۵- اندازه‌گیری برومید در خاک
۱۰۰	۳-۵-۱- روش اندازه‌گیری برومید
۱۰۱	۳-۵-۲- محاسبه مرکز جرم املاح
۱۰۲	۳-۵-۳- برازش داده‌ها با مدل‌های حرکت املاح
۱۰۳	۳-۵-۴- مدل CDE
۱۰۶	۳-۵-۵- مدل MIM
۱۰۸	۳-۵-۶- مدل انتقال منطقه‌ای
۱۰۹	۳-۵-۷- اندازه‌گیری تبخیر و آبیاری برای بررسی حرکت برومید
۱۱۳	۳-۵-۸- تعیین پارامترهای مورد نیاز برای استفاده از مدل‌های حرکت املاح

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱۴	۱۰-۵-۳- روش تعیین درصد بازیافت برومید در پروفیل خاک
۱۱۴	۶-۳- جذب پتاسیم توسط گیاه
۱۱۵	۱-۶-۳- اندازه گیری پتاسیم محلول و تبادل در خاک
۱۱۵	۲-۶-۳- اندازه گیری پتاسیم در اندام‌های هوایی گیاه
۱۱۵	۳-۶-۳- مدل کوشمن
۱۱۸	۵-۶-۳- فرضیات مدل کوشمن
۱۱۸	۶-۶-۳- تعیین پارامترهای مورد نیاز در مدل کوشمن
۱۲۱	۷-۶-۳- اندازه گیری طول و دانسیته ریشه
۱۲۲	۷-۳- محاسبات آماری و رسم نمودارها

فصل چهارم: نتایج و بحث

۱۲۳	۱-۴- اثر تیمارهای کودی و خاک‌ورزی بر برخی خواص خاک و عملکرد گیاه
۱۲۴	۱-۱-۴- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاه
۱۲۶	۲-۱-۴- تاثیر کود دامی بر ماده آلی خاک
۱۲۸	۳-۱-۴- تاثیر کود دامی بر جرم مخصوص ظاهری خاک
۱۳۰	۴-۱-۴- تاثیر کود دامی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک
۱۳۲	۵-۱-۴- تاثیر کود دامی بر پایداری خاکدانه
۱۳۴	۶-۱-۴- تاثیر کود بر خصوصیات رطوبتی خاک
۱۳۵	۷-۱-۴- تاثیر کود دامی بر عملکرد ذرت
۱۴۱	۸-۱-۴- نتیجه گیری
۱۴۳	۲-۴- تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود دامی بر مقاومت خاک
۱۴۴	۱-۲-۴- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی قبل از کشت
۱۴۸	۲-۲-۴- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی در مرحله حداکثر سرعت رشد گیاه
۱۵۰	۳-۲-۴- تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی پس از برداشت محصول
۱۵۵	۴-۲-۴- تغییرات شاخص مخروطی با گذشت زمان
۱۶۲	۵-۲-۴- تاثیر کود دامی بر مقاومت خاک
۱۶۷	۶-۲-۴- نتیجه گیری
۱۶۸	۳-۴- بررسی حرکت برومید در خاک
۱۶۸	۱-۳-۴- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت برومید پس از ۲ آبیاری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۶۹	۴-۳-۲- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت برومید پس از ۵ آبیاری
۱۷۲	۴-۳-۳- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت برومید پس از ۱۰ آبیاری
۱۷۴	۴-۳-۴- تاثیر کود دامی بر حرکت برومید در خاک
۱۷۴	۴-۳-۵- تاثیر پدیده آیشویی بر حرکت برومید در سیستم کم‌خاک‌ورزی
۱۷۷	۴-۳-۶- تاثیر پدیده آیشویی بر حرکت برومید در سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۱۷۹	۴-۳-۷- تاثیر پدیده آیشویی بر مختصات مرکز جرم برومید در دو تیمار خاک‌ورزی
۱۸۰	۴-۳-۸- برازش حرکت برومید توسط مدل CDE در سیستم کم‌خاک‌ورزی
۱۸۴	۴-۳-۹- برازش حرکت برومید توسط مدل CDE در سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۱۸۹	۴-۳-۱۰- برازش حرکت برومید توسط مدل MIM و مدل انتقال منطقه‌ای
۱۹۰	۴-۳-۱۱- نتیجه گیری
۱۹۱	۴-۴- تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود دامی بر مرفولوژی ریشه ذرت
۱۹۱	۴-۴-۱- تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر طول و دانستیه ریشه
۱۹۵	۴-۴-۲- تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عمق ریشه
۱۹۸	۴-۴-۳- تاثیر افزودن کود دامی بر طول و دانستیه ریشه
۲۰۱	۴-۴-۴- پیش‌بینی جذب پتاسیم در ذرت توسط مدل کوشمن
۲۱۴	۴-۴-۵- نتیجه گیری
۲۱۵	۴-۵- نتیجه کلی و پیشنهادها
۲۱۶	۴-۶- ضمیمه
۲۲۸	منابع
1	چکیده انگلیسی

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳۳	شکل ۱-۲- تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر توسعه و انتشار ریشه گیاه برنج
۳۳	شکل ۲-۲- توزیع عمومی پروفیل ریشه در دو نوع سیستم خاک‌ورزی
۳۴	شکل ۳-۲- تأثیر سیستم بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر وزن ریشه گیاه
۳۸	شکل ۴-۲- رابطه بین افزایش BD پس از عبور تراکتور و درصد مواد آلی خاک
۴۲	شکل ۵-۲- تأثیر کود گاوی بر جرم مخصوص ظاهری خاک
۵۲	شکل ۶-۲- تأثیر درصد مواد آلی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه
۵۵	شکل ۷-۲- تأثیر درصد رطوبت و BD بر مقاومت فروسنجی خاک
۵۶	شکل ۸-۲- تأثیر درصد ماده آلی بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک تحت تراکم
۶۹	شکل ۹-۲- جریان پیستونی املاح (اختلاط ناپذیر) در خاک
۶۹	شکل ۱۰-۲- جریان واقعی (اختلاط پذیر) املاح در خاک
۷۵	شکل ۱۱-۲- تأثیر سیستم بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم در تولید روان‌آب
۸۶	شکل ۱-۳- نقشه طرح به صورت اسپلیت بلوک
۸۷	شکل ۲-۳- نمای کلی اجرای طرح در مزرعه لورک
۸۹	شکل ۳-۳- کرت‌های مربوط به بررسی حرکت برومید در خاک
۹۰	شکل ۴-۳- روش آبیاری کرت‌های مربوط به بررسی حرکت برومید در خاک
۹۰	شکل ۵-۳- روش نمونه‌گیری برای تعیین برومید در خاک
۹۱	شکل ۶-۳- عمق خاک نرم در دو تیمار خاک‌ورزی اعمال شده
۹۲	شکل ۷-۳- اندازه‌گیری مقطع پشته توسط مقطع سنج
۹۷	شکل ۸-۳- دستگاه فروسنج مورد استفاده
۹۹	شکل ۹-۳- روش اندازه‌گیری شاخص مخروطی توسط دستگاه نفوذ سنج در مزرعه
۱۲۷	شکل ۱-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر مقدار مواد آلی خاک
۱۲۹	شکل ۲-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر جرم مخصوص ظاهری خاک
۱۳۱	شکل ۳-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر هدایت هیدرولیکی خاک
۱۳۳	شکل ۴-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه
۱۳۶	شکل ۵-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر منحنی رطوبتی خاک
۱۳۷	شکل ۶-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر مقدار آب قابل استفاده گیاه
۱۳۸	شکل ۷-۴- اثر سطوح مختلف کود دامی بر عملکرد ذرت
۱۳۹	شکل ۸-۴- وضعیت رشد گیاه ذرت در اواسط فصل رشد

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۴۰	شکل ۴-۹- مقایسه رشد ذرت در کرت تیمار ۶۰ تن در هکتار کود دامی
۱۴۶	شکل ۴-۱۰- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی روی پشته قبل از کشت ذرت
۱۴۷	شکل ۴-۱۱- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی در کف جوی قبل از کشت ذرت
۱۴۹	شکل ۴-۱۲- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی روی پشته در مرحله حداکثر سرعت رشد
۱۵۲	شکل ۴-۱۳- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی در کف جوی در مرحله حداکثر سرعت رشد
۱۵۳	شکل ۴-۱۴- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی روی پشته پس از برداشت ذرت
۱۵۴	شکل ۴-۱۵- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر شاخص مخروطی در کف جوی پس از برداشت ذرت
۱۵۸	شکل ۴-۱۶- تغییرات شاخص مخروطی با گذشت زمان روی پشته تحت سیستم کم‌خاک‌ورزی
۱۵۹	شکل ۴-۱۷- تغییرات شاخص مخروطی با گذشت زمان روی پشته تحت سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۱۶۰	شکل ۴-۱۸- تغییرات شاخص مخروطی با گذشت زمان در کف جوی تحت سیستم کم‌خاک‌ورزی
۱۶۱	شکل ۴-۱۹- تغییرات شاخص مخروطی با گذشت زمان در کف جوی تحت سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۱۶۴	شکل ۴-۲۰- اثر سطوح مختلف کود دامی بر شاخص مخروطی روی پشته قبل از کشت ذرت
۱۶۵	شکل ۴-۲۱- اثر سطوح مختلف کود دامی بر شاخص مخروطی روی پشته در مرحله حداکثر سرعت رشد
۱۶۶	شکل ۴-۲۲- اثر سطوح مختلف کود دامی بر شاخص مخروطی روی پشته پس از برداشت
۱۷۰	شکل ۴-۲۳- تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت برومید در خاک پس از ۲ آبیاری
۱۷۱	شکل ۴-۲۴- تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت برومید در خاک پس از ۵ آبیاری
۱۷۳	شکل ۴-۲۵- تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر حرکت برومید در خاک پس از ۱۰ آبیاری
۱۷۶	شکل ۴-۲۶- تأثیر آبتشویی بر حرکت برومید در خاک در سیستم کم‌خاک‌ورزی
۱۷۸	شکل ۴-۲۷- تأثیر آبتشویی بر حرکت برومید در خاک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۱۸۱	شکل ۴-۲۸- رابطه بین غلظت اندازه‌گیری شده برومید و برازش مدل در سیستم کم‌خاک‌ورزی پس از ۲ آبیاری
۱۸۲	شکل ۴-۲۹- رابطه بین غلظت اندازه‌گیری شده برومید و برازش مدل در سیستم کم‌خاک‌ورزی پس از ۵ آبیاری
۱۸۳	شکل ۴-۳۰- رابطه بین غلظت اندازه‌گیری شده برومید و برازش مدل در سیستم کم‌خاک‌ورزی پس از ۱۰ آبیاری
۱۸۶	شکل ۴-۳۱- رابطه بین غلظت اندازه‌گیری شده برومید و برازش مدل در سیستم خاک‌ورزی مرسوم پس از ۲ آبیاری
۱۸۷	شکل ۴-۳۲- رابطه بین غلظت اندازه‌گیری شده برومید و برازش مدل در سیستم خاک‌ورزی مرسوم پس از ۵ آبیاری
۱۸۸	شکل ۴-۳۳- رابطه بین غلظت اندازه‌گیری شده برومید و برازش مدل در سیستم خاک‌ورزی مرسوم پس از ۱۰ آبیاری
۱۹۳	شکل ۴-۳۴- تغییرات طول ریشه با افزایش سن گیاه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی
۱۹۴	شکل ۴-۳۵- تغییرات دانسیته ریشه با افزایش سن گیاه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی
۱۹۶	شکل ۳-۳۶- عمق ریشه ذرت در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تیم مزارک

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۹۷	شکل ۴-۳۷- نحوه انتشار و عمق ریشه در مزرعه در تیمار دیسک سطحی
۱۹۷	شکل ۴-۳۸- نحوه انتشار و عمق ریشه در مزرعه در تیمار گاوآهن برگرداندار
۱۹۹	شکل ۴-۳۹- تغییرات طول ریشه با افزایش سن گیاه در سطوح مختلف کود دامی
۲۰۰	شکل ۴-۴۰- تغییرات دانسیته ریشه با افزایش سن گیاه در سطوح مختلف کود دامی
۲۰۳	شکل ۴-۴۱- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار صفر تن در هکتار کود دامی
۲۰۴	شکل ۴-۴۲- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار صفر تن در هکتار کود دامی با ضریب
۲۰۵	شکل ۴-۴۳- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی
۲۰۶	شکل ۴-۴۴- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی با ضریب
۲۰۷	شکل ۴-۴۵- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار ۶۰ تن در هکتار کود دامی
۲۰۸	شکل ۴-۴۶- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار ۶۰ تن در هکتار کود دامی با ضریب
۲۱۰	شکل ۴-۴۷- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار کم خاک و رزی
۲۱۱	شکل ۴-۴۸- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار کم خاک و رزی با ضریب
۲۱۲	شکل ۴-۴۹- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار خاک و رزی مرسوم
۲۱۳	شکل ۴-۵۰- رابطه بین جذب واقعی و پیش‌بینی شده پتاسیم در تیمار خاک و رزی مرسوم با ضریب

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۸۴	جدول ۱-۳-۱- مشخصات خاک قبل از اجرای طرح
۸۵	جدول ۲-۳-۲- مشخصات کود گاوی مورد استفاده
۹۷	جدول ۳-۳-۳- مشخصات دستگاه فرسایش مورد استفاده
۱۱۱	جدول ۳-۳-۴- پارامترهای مربوط به آبیاری و تبخیر در طول بررسی حرکت برومید در خاک
۲۱۶	جدول ۴-۱- تجزیه واریانس روی خصوصیات خاک و عملکرد بیولوژیک ذرت
۲۱۷	جدول ۴-۲- مقایسه میانگین خواص فیزیکی خاک و عملکرد گیاه
۲۱۷	جدول ۴-۳- مقایسه میانگین خواص فیزیکی خاک روی پشته و کف جوی
۲۱۸	جدول ۴-۴- مقایسه میانگین در ضد رطوبت خاک در مکش‌های مختلف
۲۱۹	جدول ۴-۵- مقایسه میانگین CI روی پشته در دو سیستم خاک‌ورزی قبل از کشت
۲۱۹	جدول ۴-۶- مقایسه میانگین CI در کف جوی در دو سیستم خاک‌ورزی قبل از کشت
۲۱۹	جدول ۴-۷- مقایسه میانگین CI روی پشته در دو سیستم خاک‌ورزی در مرحله حداکثر سرعت رشد
۲۲۰	جدول ۴-۸- مقایسه میانگین CI در کف جوی در دو سیستم خاک‌ورزی در مرحله حداکثر سرعت رشد
۲۲۰	جدول ۴-۹- مقایسه میانگین CI روی پشته در دو سیستم خاک‌ورزی پس از برداشت
۲۲۰	جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین CI در کف جوی در دو سیستم خاک‌ورزی پس از برداشت
۲۲۱	جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین CI روی پشته در سه زمان اندازه‌گیری در کم‌خاک‌ورزی
۲۲۱	جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین CI روی پشته در سه زمان اندازه‌گیری در خاک‌ورزی مرسوم
۲۲۱	جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین CI در کف جوی در سه زمان اندازه‌گیری در کم‌خاک‌ورزی
۲۲۲	جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین CI در کف جوی در سه زمان اندازه‌گیری در خاک‌ورزی مرسوم
۲۲۲	جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین CI در لایه سطحی پشته در سه زمان اندازه‌گیری و در سطوح کود دامی
۲۲۳	جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین غلظت برومید در دو نوع خاک‌ورزی پس از ۲ آبیاری
۲۲۳	جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین غلظت برومید در دو نوع خاک‌ورزی پس از ۵ آبیاری
۲۲۳	جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین غلظت برومید در دو نوع خاک‌ورزی پس از ۱۰ آبیاری
۲۲۴	جدول ۴-۱۹- مقایسه میانگین غلظت برومید در ۳ مرحله آبتویی در سیستم کم‌خاک‌ورزی
۲۲۴	جدول ۴-۲۰- مقایسه میانگین غلظت برومید در ۳ مرحله آبتویی در سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۲۲۵	جدول ۴-۲۱- مقایسه میانگین مختصات مرکز جرم ردیاب در سیستم کم‌خاک‌ورزی
۲۲۵	جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین مختصات مرکز جرم ردیاب در سیستم خاک‌ورزی مرسوم
۲۲۶	جدول ۴-۲۳- مقایسه میانگین طول ریشه در دو سیستم خاک‌ورزی و در مراحل مختلف رشد
۲۲۶	جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین دانسیته ریشه در دو سیستم خاک‌ورزی و در مراحل مختلف رشد
۲۲۷	جدول ۴-۲۵- مقایسه میانگین طول ریشه در سطوح مختلف کود دامی و در مراحل مختلف رشد