

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

پایان نامه‌ی دکترای در رشته‌ی علوم خاک

اثر کاربرد توأم کودهای دامی و شیمیایی فسفوری بر فراهمی  
و غلظت فسفر و برخی عناصر کم مصرف در خاک و گیاه در  
مراحل مختلف رشد اسفناج و گندم

به وسیله‌ی:

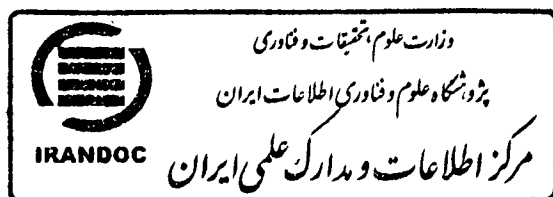
مریم زاهدی فر

استادان راهنما:

دکتر نجف‌علی کریمیان

دکتر عبدالمجید رونقی

خردادماه ۱۳۸۹



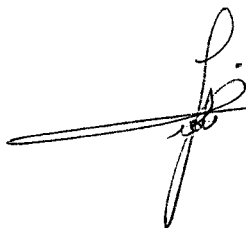
۱۵۱۲۵۸

۱۳۸۹/۱۰/۲۶

به نام خدا

## اظہار نامہ

اینجانب مریم زاهدی فر (۸۴۴۱۴۵) دانشجوی رشته ی علوم خاک دانشکده ی کشاورزی اظہار می کنم کہ این پایان نامہ حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظہار می کنم کہ تحقیق و موضوع پایان نامہ ام تکراری نیست و تعہد می نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاورد های آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین نامہ ی مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.



نام و نام خانوادگی: مریم زاهدی فر

تاریخ و امضا:

به نام خدا

اثر کاربرد توأم کودهای دامی و شیمیایی فسفوری بر فراهمی و غلظت فسفر و برخی  
عناصر کم مصرف در خاک و گیاه در مراحل مختلف رشد اسفناج و گندم

به وسیله‌ی:

مریم زاهدی فر

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ  
درجه دکتری (Ph.D.)

در رشته‌ی:

علوم خاک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر نجف‌علی کریمیان استاد بخش علوم خاک (رئیس اول کمیته).....

دکتر عبدالمجید رونقی استاد بخش علوم خاک (رئیس دوم کمیته).....

دکتر جعفر یثربی استادیار بخش علوم خاک.....

دکتر یحیی امام استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات.....

خرداد ماه ۱۳۸۹

تقدیم به  
یاس خوشبوی آفرینش  
فاطمه زهرا(س)

و

پدر عزیز و مادر مهربانم  
آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم  
موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم  
و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند

و

اسوه صبر و محبت همسر عزیز و مهربانم  
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودش

و

خواهران دوست داشتنی‌ام که همواره بهترین مشوق راهم بودند.

## سپاسگزاری

سپاس و ستایش بیکران آفریدگار مهر را که درهای بینش و دانش خویش را به رویمان گشود. الهی تو می دانی که عاجزم از شکر، تو به جای من شکر کن خود را که شکر آن است و بس. در زیر این طاق بلند، آموختن و معرفت طلبی کیمیایی بود که در بهترین روزگار جوانیم بر من ارزانی شد و چنان است که نبض خاطر من همه لحظه به پاس شکر خواهد تپید و لطف بی دریغ و منتش را سپاس می گویم. حال که به لطف خداوند مهربان برگی از این دفتر بی کران معرفت ورق زده شد، به پاس حق شناسی، لازم می دانم که مراتب تشکر و قدردانی را از استادان راهنمای عزیزم آقایان دکتر نجف علی کریمیان و دکتر عبدالمجید رونقی که در کمال تواضع و فروتنی و بدون مضایقه با صرف وقت از آغاز تا پایان این پژوهش همکاری لازم را مبذول داشته اند و با راهنمایی های ارزشمندشان زمینه هر چه پر بارتر شدن این رساله را فراهم نمودند، ابراز دارم. امیدوارم که سایه سار وجودشان همواره جاوید باشد. همچنین، بسیار شایسته است از اساتید مشاور محترم آقایان دکتر یحیی امام و دکتر جعفر یثربی که در طول این مدت کمک های شایان توجهی نمودند و با سعی و تلاش بی دریغشان در جهت پر بارتر شدن این اثر کوشیدند، بی نهایت تشکر نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر رضا قاسمی فسایی داور متخصص و جناب آقای دکتر داور خلیلی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که قبول زحمت فرمودند صمیمانه سپاسگزاری می کنم. همچنین از سایر اساتید بزرگوار و محترم بخش علوم خاک که شاگردی در محضرشان از افتخارات بزرگ زندگی محسوب می شود نهایت تشکر و قدردانی را می نمایم.

اما قرار گرفتن من در این جایگاه، پس از لطف خداوند منان و دعای خیر پدر و مادرم، مدیون و مرهون تلاش ها، محبت ها و مهربانی های فراوان همسر عزیز و دوست داشتنی ام جناب آقای دکتر سید علی اکبر موسوی است که به عنوان همسری دلسوز و پشتیبانی قوی همواره همراه بودند. امیدوارم شمع وجودشان، سالیان سال برای من و امیر محمدم، پرفروغ باقی بماند.

از جناب آقایان مقصودی، اسفندیاری، مهندس جعفری و سرکار خانم هاشمی که صمیمانه و بی ادعا در مرحله‌ی از انجام پایان نامه مساعدت نمودند، سپاسگزاری می‌کنم.

از همکلاسی‌های گرامیم جناب آقای دکتر نجفی قیری و سرکارخانم دکتر هاشمی و به خصوص سرکار خانم دکتر نجفیان به خاطر تمام محبت‌هایشان، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در نهایت، آنچه وصف نشدنی است و نه انکار پذیر، زحمات، حمایت‌ها و محبت‌های بی دریغ و خالصانه پدر و مادر عزیزم می‌باشد و از حضورشان رخصت می‌خواهم که در کنارشان زانو بزنم و بگویم هر آنچه هستم و هر آنچه دارم، از وجود شماست و این پایان‌نامه را با تمام وجود و به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار، به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند، تقدیمشان نمایم.

## چکیده

اثر کاربرد توأم کودهای دامی و شیمیایی فسفوری بر فراهمی و غلظت فسفر و برخی عناصر کم مصرف در خاک و گیاه در مراحل مختلف رشد اسفناج و گندم

به وسیله‌ی:

مریم زاهدی فر

این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد توأم کودهای دامی و شیمیایی فسفوری بر فراهمی و غلظت عناصر غذایی در خاک و گیاه در مراحل مختلف رشد اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) انجام شد. در کشت گلخانه ای اسفناج، تیمارها شامل سه سطح فسفر (۰، ۲۰، ۶۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک به صورت  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  و دو سطح ماده آلی (۰ و ۰.۲٪ وزنی از منبع کود گوسفندی) بود. نمونه های خاک و گیاه در هفته های ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ پس از سبز شدن برداشت شده و غلظت و جذب عناصر غذایی آنها تعیین شد. نتایج نشان داد که همبستگی بین غلظت فسفر خاک و گیاه در هفته چهارم مثبت و معنی دار و پس از آن منفی و معنی دار بود. غلظت فسفر گیاه در هفته چهارم بیشترین بود. همبستگی غلظت مس خاک و گیاه در هفته های چهارم، پنجم و ششم پس از سبز شدن مثبت و معنی دار بود. این نتایج بیان می کند که نیاز گیاه به مس و به ویژه فسفر در مراحل اولیه رشد بیشتر است. عملکرد ماده خشک اسفناج با افزایش غلظت فسفر خاک و رشد گیاه، افزایش یافت. کاربرد ماده آلی غلظت فسفر خاک و گیاه را به صورت معنی داری افزایش داد در حالی که غلظت مس خاک و گیاه را کاهش داد.



اثر سه سطح فسفر (۰، ۲۵، و ۵۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک به صورت  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  و دو سطح ماده آلی (۰ و ۲٪ وزنی از منبع کود گوسفندی) بر برخی ویژگی های فیزیولوژیکی، غلظت و جذب فسفر، روی، مس، منگنز، و آهن و چگونگی توزیع آنها در اندام های مختلف گندم زمستانی در مراحل مختلف رشد (از پنجه زنی تا رسیدگی کامل دانه) در گلخانه بررسی شد. افزودن فسفر و ماده آلی تعداد پنجه، دانه و سنبله در گلدان، طول سنبله، عملکرد دانه، و وزن هزار دانه را افزایش داد. بیشترین عملکرد اندام هوایی گندم با افزودن ۵۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک و در مرحله خمیری شدن دانه (مرحله هشتم رشد) به دست آمد. عملکرد ماده خشک شاخساره و برگ پرچم با رشد گیاه تا مرحله خمیری شدن دانه افزایش و پس از آن کاهش یافت در حالی که عملکرد ماده خشک سنبله با رشد گیاه افزایش یافت. غلظت فسفر و منگنز در اندام هوایی گندم در مراحل اولیه رشد بیشترین بود و بعد از آن کاهش یافت در حالی که غلظت روی اندام هوایی با رشد گیاه تا رسیدگی کامل دانه افزایش یافت. نتایج آزمایش گلخانه ای گندم نیز نشان داد که نیاز گندم به فسفر، مانند اسفناج، در مراحل اولیه رشد بیشتر است. غلظت فسفر و منگنز در شاخساره و برگ پرچم با کاربرد ماده آلی افزایش یافت. افزودن فسفر، غلظت روی گیاه را به صورت معنی داری کاهش داد. کاربرد فسفر و ماده آلی جذب کل فسفر، منگنز، و روی را در اندام هوایی با رشد گیاه افزایش داد. جذب کل فسفر و منگنز شاخساره و برگ پرچم در مراحل پایانی رشد تا رسیدگی کامل دانه کاهش یافت در حالی که در سنبله افزایش یافت. جذب روی در تمام اندام های گیاه و با رشد آن تا رسیدگی کامل دانه افزایش یافت. غلظت فسفر، روی و منگنز خاک با کاربرد فسفر و ماده آلی افزایش یافت.

به منظور تعیین چگونگی توزیع فسفر و برخی عناصر کم مصرف در اندام های مختلف گندم زمستانی در مراحل مختلف رشد و مطالعه ارتباط آن با مقادیر این عناصر در خاک در مزرعه، نمونه هایی از اندام های مختلف گیاه در هفت مرحله رشد گیاه (از انتهای پنجه زنی تا رسیدگی کامل دانه) از سه مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز جمع آوری شد. غلظت فسفر، روی، مس، منگنز، و آهن در اندام هوایی گیاه و خاک با رشد گیاه کاهش یافت. غلظت فسفر و روی در برگ پرچم و شاخساره از مرحله شیری شدن تا رسیدگی کامل دانه (مرحله ۷ تا ۹ درجه بندی زیداکس) کاهش ولی در سنبله افزایش یافت.

تغییرات فسفر و روی در اندام هوایی، شاخساره، و برگ پرچم روند مشابهی را نشان داد، بنابراین، پیشنهاد می شود تجزیه برگ پرچم برای تعیین غلظت فسفر و روی با هدف پیش بینی وضعیت این عناصر در شاخساره و کل اندام هوایی در مواردی که به چنین اطلاعاتی بدون صدمه رساندن به کل گیاه نیاز باشد، استفاده شود.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۱-۱	مدیریت عناصر غذایی برای تولید محصول
۲	عوامل موثر بر جذب عناصر
۳	فراهمی فسفر برای جذب گیاه
۴-۱	عوامل موثر بر فراهمی و جذب فسفر
۴-۱-۱	عوامل خاکی
۴-۱-۲	عوامل گیاهی
۵-۱	مراحل رشد و توسعه گیاه
۹	فصل دوم: مروری بر پژوهش های انجام شده
۹-۱	اثر فسفر و عناصر کم مصرف بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاهان
۹-۲	نیاز گیاه به عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد
۹-۳	اثر کاربرد مواد آلی بر رشد گیاه
۱۵	فصل سوم: مواد و روش ها
۱۵-۱	انتخاب خاک برای کشت گلخانه ای اسفناج و گندم
۱۶-۲	کود دامی مورد استفاده
۱۷-۳	کشت گلخانه ای اسفناج
۱۹-۴	کشت گلخانه ای گندم
۲۰-۵	نمونه برداری از مزرعه
۲۲	فصل چهارم: نتایج، بحث و پیشنهادات

۱-۴-اسفناج.....	۲۲
۱-۱-۴- همبستگی بین غلظت عناصر در خاک و گیاه و وزن خشک گیاه در مراحل مختلف	
رشد اسفناج.....	۲۲
۲-۱-۴- رابطه بین غلظت فسفر خاک و سایر عناصر در خاک و گیاه اسفناج.....	۳۰
۱-۲-۱-۴- فسفر و روی در خاک و گیاه اسفناج.....	۳۰
۲-۲-۱-۴- فسفر و مس در خاک و گیاه اسفناج.....	۳۱
۳-۲-۱-۴- فسفر، آهن و منگنز در خاک و گیاه اسفناج.....	۳۲
۳-۱-۴- رابطه بین فسفر گیاه و سایر عناصر در خاک و گیاه اسفناج.....	۳۲
۴-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر وزن خشک و مرطوب	
گیاه اسفناج.....	۳۹
۵-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت فسفر گیاه اسفناج.....	۴۲
۶-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت فسفر خاک.....	۴۴
۷-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت روی در خاک	
و گیاه اسفناج.....	۴۵
۸-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت مس خاک	
و گیاه اسفناج.....	۴۶
۹-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت آهن خاک	
و گیاه اسفناج.....	۴۶
۱۰-۱-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت منگنز خاک	
و گیاه اسفناج.....	۴۷
۲-۴- گندم.....	۴۹
۱-۲-۴- کشت گندم در گلخانه.....	۴۹
۱-۱-۲-۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر برخی ویژگی های فیزیولوژیکی گندم	
در مراحل رشد.....	۴۹
۲-۱-۲-۴- عملکرد ماده خشک در اندام های مختلف گندم در مراحل رشد	
و اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر آن.....	۵۶
۳-۱-۲-۴- همبستگی بین غلظت عناصر در خاک و گیاه و وزن خشک گیاه گندم	
در مراحل مختلف رشد.....	۵۹
۴-۱-۲-۴- رابطه بین غلظت فسفر خاک و سایر عناصر در خاک و گیاه گندم.....	۵۹
۵-۱-۲-۴- رابطه بین غلظت فسفر گیاه و سایر عناصر در خاک و گیاه گندم.....	۶۰
۶-۱-۲-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت فسفر	
گیاه گندم.....	۶۸

فسفر خاک	۷-۱-۲-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت	۸۵
خاک و گیاه گندم	۸-۱-۲-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت روی	۸۶
خاک و گیاه گندم	۹-۱-۲-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت مس	۹۸
خاک و گیاه گندم	۱۰-۱-۲-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت آهن	۹۹
خاک و گیاه گندم	۱۱-۱-۲-۴- اثر تیمارهای مختلف فسفر، ماده آلی و مراحل رشد بر غلظت منگنز	۹۹
رشد گندم	۱۲-۱-۲-۴- توزیع عناصر فسفر، روی و منگنز در اندام های مختلف گیاه در مراحل	۱۱۳
نمونه برداری گندم در مزرعه	۲-۲-۴- نمونه برداری گندم در مزرعه	۱۲۲
مراحل رشد	۱-۲-۲-۴- غلظت و جذب عناصر فسفر و روی در اندام های مختلف گندم در	۱۳۲
نتیجه گیری کلی		۱۳۷
پیشنهادات		۱۴۱
منابع مورد استفاده		۱۴۲
جدول های پیوست		۱۵۱

## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۱۶.....	جدول ۳-۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در گلخانه
۱۷.....	جدول ۳-۲- برخی ویژگی های کود مورد مطالعه.....
۲۱.....	جدول ۳-۳- برخی ویژگی های شیمیایی خاک های مزارع مورد مطالعه.....
۳۴.....	جدول ۴-۱- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه اسفناج و میزان وزن خشک در مرحله اول رشد.....
۳۵.....	جدول ۴-۲- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه اسفناج و میزان وزن خشک در مرحله دوم رشد.....
۳۶.....	جدول ۴-۳- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه اسفناج و میزان وزن خشک در مرحله سوم رشد.....
۳۷.....	جدول ۴-۴- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه اسفناج و میزان وزن خشک در مرحله چهارم رشد.....
۳۸.....	جدول ۴-۵- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه اسفناج و میزان وزن خشک در مرحله پنجم رشد.....
۴۰.....	جدول ۴-۶- عملکرد ماده خشک و غلظت عناصر در گیاه اسفناج تحت تاثیر تیمارهای فسفر، ماده آلی و مرحله رشد.....
۴۱.....	جدول ۴-۷- غلظت عناصر در خاک تحت تاثیر تیمارهای فسفر، ماده آلی و مرحله رشد.....
۶۱.....	جدول ۴-۸- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله سوم رشد زیداکس.....
۶۲.....	جدول ۴-۹- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله چهارم رشد زیداکس.....
۶۳.....	جدول ۴-۱۰- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله پنجم رشد زیداکس.....
۶۴.....	جدول ۴-۱۱- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله ششم رشد زیداکس.....

جدول ۴-۱۲- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله هفتم رشد زیداکس.....	۶۵
جدول ۴-۱۳- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله هشتم رشد زیداکس.....	۶۶
جدول ۴-۱۴- همبستگی بین برخی عناصر در خاک و گیاه گندم و میزان وزن خشک در مرحله نهم رشد زیداکس.....	۶۷
جدول ۴-۱۵- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد زیداکس.....	۶۹
جدول ۴-۱۶- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد زیداکس.....	۷۱
جدول ۴-۱۷- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد زیداکس.....	۷۳
جدول ۴-۱۸- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر سنبله گندم در مراحل مختلف رشد زیداکس.....	۷۵
جدول ۴-۱۹- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب فسفر اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد.....	۷۸
جدول ۴-۲۰- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب فسفر شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۰
جدول ۴-۲۱- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب فسفر برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۱
جدول ۴-۲۲- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب فسفر سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۳
جدول ۴-۲۳- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۷
جدول ۴-۲۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۹
جدول ۴-۲۵- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۹۱
جدول ۴-۲۶- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۹۳
جدول ۴-۲۷- عملکرد ماده خشک و غلظت عناصر در گیاه گندم تحت تاثیر تیمارهای فسفر، ماده آلی و مرحله رشد.....	۱۰۰

جدول ۴-۲۸- عملکرد ماده خشک و غلظت عناصر در خاک تحت تاثیر تیمارهای فسفر، ماده آلی و مرحله رشد.....	۱۰۱
جدول ۴-۲۹- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۳
جدول ۴-۳۰- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۵
جدول ۴-۳۱- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۷
جدول ۴-۳۲- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۹

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۲۳	شکل ۱-۴- رابطه غلظت فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله اول رشد اسفناج.....
۲۳	شکل ۲-۴- رابطه جذب فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله اول رشد اسفناج.....
۲۴	شکل ۳-۴- رابطه غلظت فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله دوم رشد اسفناج.....
۲۴	شکل ۴-۴- رابطه جذب فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله دوم رشد اسفناج.....
۲۵	شکل ۵-۴- رابطه غلظت فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله سوم رشد اسفناج.....
۲۵	شکل ۶-۴- رابطه جذب فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله سوم رشد اسفناج.....
۲۶	شکل ۷-۴- رابطه غلظت فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله چهارم رشد اسفناج.....
۲۶	شکل ۸-۴- رابطه جذب فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله چهارم رشد اسفناج.....
۲۷	شکل ۹-۴- رابطه غلظت فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله پنجم رشد اسفناج.....
۲۷	شکل ۱۰-۴- رابطه جذب فسفر گیاه و وزن خشک گیاه با فسفر خاک در مرحله پنجم رشد اسفناج.....
۴۳	شکل ۱۱-۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر گیاه اسفناج در مراحل مختلف رشد.....
۴۴	شکل ۱۲-۴- جذب فسفر در نمونه های تیمار شده با ماده آلی در مراحل مختلف رشد اسفناج.....
۴۴	شکل ۱۳-۴- جذب فسفر در نمونه های تیمار شده با فسفر و بدون ماده آلی در مراحل مختلف رشد اسفناج.....



شکل ۴-۱۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر خاک در مراحل مختلف رشد اسفناج.....	۴۵
شکل ۴-۱۵- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر تعداد پنجه در گلدان، ارتفاع گیاه، طول سنبله، و تعداد سنبله در گلدان.....	۵۱
شکل ۴-۱۶- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر الف) وزن هزار دانه، ب) تعداد دانه در گلدان، ج) عملکرد دانه، د) تعداد پنجه، ر) تعداد سنبله در گلدان، و ز) طول سنبله.....	۵۴
شکل ۴-۱۷- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر عملکرد ماده خشک کل اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد.....	۵۷
شکل ۴-۱۸- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر عملکرد ماده خشک شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۵۷
شکل ۴-۱۹- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر عملکرد ماده خشک برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۵۸
شکل ۴-۲۰- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر عملکرد ماده خشک سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۵۸
شکل ۴-۲۱- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر گیاه در اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد زیداکس.....	۷۰
شکل ۴-۲۲- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۷۲
شکل ۴-۲۳- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۷۴
شکل ۴-۲۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۷۶
شکل ۴-۲۵- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب فسفر در اندام هوایی، شاخساره، برگ پرچم، و سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۴
شکل ۴-۲۶- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر خاک در مراحل مختلف رشد گندم.....	۸۵
شکل ۴-۲۷- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد.....	۸۸
شکل ۴-۲۸- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۹۰
شکل ۴-۲۹- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۹۲

شکل ۴-۳۰- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۹۴
شکل ۴-۳۱- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب روی در اندام هوایی، شاخساره، برگ پرچم، و سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۹۵
شکل ۴-۳۲- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز در اندام هوایی گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۴
شکل ۴-۳۳- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز شاخساره گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۶
شکل ۴-۳۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز برگ پرچم گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۰۸
شکل ۴-۳۵- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز سنبله گندم در مراحل مختلف رشد.....	۱۱۰
شکل ۴-۳۶- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب منگنز در کل اندام هوایی گیاه، شاخساره، برگ پرچم، و سنبله در مراحل مختلف رشد.....	۱۱۱
شکل ۴-۳۷- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز خاک در مراحل مختلف رشد گندم.....	۱۱۲
شکل ۴-۳۸- توزیع غلظت و جذب فسفر در شاخساره، برگ پرچم، و سنبله در مراحل هفتم، هشتم و نهم رشد گندم.....	۱۱۵
شکل ۴-۳۹- توزیع غلظت و جذب روی در شاخساره، برگ پرچم، و سنبله در مراحل هفتم، هشتم و نهم رشد گندم.....	۱۱۶
شکل ۴-۴۰- توزیع غلظت و جذب منگنز در شاخساره، برگ پرچم، و سنبله در مراحل هفتم، هشتم و نهم رشد گندم.....	۱۱۷
شکل ۴-۴۱- عملکرد ماده خشک گندم در مزارع شماره ۳، ۱۰ و ۱۴ در مراحل مختلف رشد.....	۱۲۳
شکل ۴-۴۲- غلظت فسفر گیاه در مزارع شماره ۳، ۱۰ و ۱۴ در مراحل مختلف رشد.....	۱۲۴
شکل ۴-۴۳- غلظت عناصر آهن، روی، منگنز، و مس گیاه در مزرعه شماره ۳ در مراحل مختلف رشد.....	۱۲۵
شکل ۴-۴۴- غلظت عناصر آهن، روی، منگنز، و مس گیاه در مزرعه شماره ۱۰ در مراحل مختلف رشد.....	۱۲۶
شکل ۴-۴۵- غلظت عناصر آهن، روی، منگنز و مس گیاه در مزرعه شماره ۱۴ در مراحل مختلف رشد.....	۱۲۶
شکل ۴-۴۶- تغییرات غلظت فسفر، روی، مس، منگنز، و آهن گیاه و خاک با مراحل مختلف	

۱۲۸.....	رشد گندم در مزرعه شماره ۳.....
۰	شکل ۴-۴۷- تغییرات غلظت فسفر، روی، مس، منگنز و آهن گیاه و خاک با مراحل مختلف
۱۲۹.....	رشد گندم در مزرعه شماره ۱۰.....
	شکل ۴-۴۸- تغییرات غلظت فسفر، روی، مس، منگنز و آهن گیاه و خاک با مراحل مختلف
۱۳۰.....	رشد گندم در مزرعه شماره ۱۴.....
۱۳۱.....	شکل ۴-۴۹- ویژگی های فیزیولوژیکی اندازه گیری شده گندم در سه مزرعه مورد مطالعه.....
	شکل ۴-۵۰- غلظت فسفر و روی در مراحل هفتم، هشتم، و نهم رشد گیاه گندم
۱۳۵.....	در مزارع مورد مطالعه.....
	شکل ۴-۵۱- جذب فسفر و روی در مراحل هفتم، هشتم، و نهم رشد گیاه گندم
۱۳۶.....	در مزارع مورد مطالعه.....

## فهرست جدول های پیوست

صفحه	عنوان
۱۵۲.....	جدول ۱- مراحل اصلی رشد گیاه گندم بر اساس کلید شناسایی زیداکس
۱۵۳.....	جدول ۲- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر وزن خشک اسفناج (گرم در گلدان).....
۱۵۴.....	جدول ۳- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر وزن مرطوب اسفناج (گرم در گلدان).....
۱۵۵.....	جدول ۴- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت مس اسفناج (میلی گرم در کیلوگرم).....
۱۵۶.....	جدول ۵- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت آهن اسفناج (میلی گرم در کیلوگرم).....
۱۵۷.....	جدول ۶- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت منگنز اسفناج (میلی گرم در کیلوگرم).....
۱۵۸.....	جدول ۷- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت فسفر اسفناج (میلی گرم در کیلوگرم).....
۱۵۹.....	جدول ۸- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر غلظت روی اسفناج (میلی گرم در کیلوگرم).....
۱۶۰.....	جدول ۹- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب مس اسفناج (میکروگرم در گلدان).....
۱۶۱.....	جدول ۱۰- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب آهن اسفناج (میکروگرم در گلدان).....
۱۶۲.....	جدول ۱۱- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب منگنز اسفناج (میکروگرم در گلدان).....
۱۶۳.....	جدول ۱۲- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب فسفر اسفناج (میکروگرم در گلدان).....
۱۶۴.....	جدول ۱۳- اثر تیمارهای فسفر و ماده آلی بر جذب روی اسفناج (میکروگرم در گلدان).....