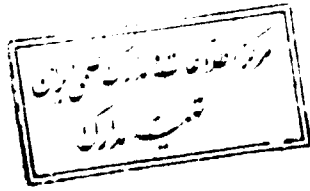




۲۴۹۱۱

۱۳۷۸ / ۳ / ۲۰



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت و سویا

بوسیله

محمدرضا چاکرالاحسینی

پایان نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ  
درجه کارشناسی ارشد

در رشته

خاکشناسی

از

دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

امضاء اعضاء کمیته پایان نامه:

..... دکترو عبدالمجید رونقی، استادیار بخش خاکشناسی (استاد راهنما)  
..... دکترو منوچهر مفتون، استاد بخش خاکشناسی (استاد مشاور)  
..... دکترو نجفعلی کریمیان، استاد بخش خاکشناسی (استاد مشاور)  
..... دکترو یحیی امام، دانشیار بخش زراعت و اصلاح نباتات (استاد مشاور)

فروردین ۱۳۷۸

۲۴۹۱۱

۱۳۵۱/۲

تقدیم به:

مادر

اسوه صبر و استقامت

همسر

نمونه صداقت

و روح بلند پس از

## سپاسگزاری

سپاس و ستایش خدای بزرگ را که توفیق آموختن را بر ما ارزانی داشت و تاریکی جهل و نادانی را با طلوع خورشید علم و دانش از قلبها زدود. حال که با اتکال به خداوند منان نگارش این پایان‌نامه با موفقیت به پایان رسید بر خود لازم می‌دانم که از استاد گرامی جناب آقای دکتر عبدالمجید رونقی بخاطر زحمات بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزنده ایشان در تمامی مراحل انجام این تحقیق صمیمانه تشکر و سپاسگزاری نمایم.

از اساتید محترم جناب آقایان، دکتر منوچهر مفتون، دکتر نجفعلی کریمیان و دکتر یحیی امام که زحمات زیادی را در به پایان رساندن این تحقیق متحمل شده‌اند، نهایت تشکر و سپاسگذاری را دارم.

از همکاری و مساعدت آقایان برهان، یابسی و نوری که با صبر و حوصله وسایل و امکانات لازم را در اختیار اینجانب قرار داده‌اند قدردانی می‌نمایم.

از همسرم به خاطر صبر و شکیباییشان و اینکه همواره مشوق من در تحصیل می‌باشند از صمیم قلب تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از کلیه دوستانی که به نحوی در انجام این پژوهش سهیم بوده‌اند سپاسگزارم و موفقیت همه سروران را از خداوند متعال خواهانم.

در پایان از خانم رزمجوئی (خدمات کامپیوتری ادیب) که در تایپ این پایان‌نامه نهایت تلاش و همکاری را با اینجانب نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

## چکیده

### تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت و سویا

توسط

محمدرضا چاکرال‌حسینی

فسفر و آهن از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشند. در خاکهای آهنی ایران به دلیل وفور کربنات کلسیم و نیز پهایش بالا، قابلیت استفاده آهن کم می‌باشد. همچنین مصرف بیش از مقدار نیاز کودهای فسفردار ممکن است قابلیت استفاده آهن را کاهش داده و سبب تجمع فسفر در گیاه در حد ایجاد سمیت شود. هدف از این مطالعه ارزیابی گلخانه‌ای تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت (*Zea mays L.*) و سویا (*Glycine max (L.) Merrill*) می‌باشد. تیمارها شامل پنج سطح فسفر (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات) و چهار سطح آهن (۰، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع سبک‌ترین آهن ۱۳۸) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بود. گیاهان به مدت هشت هفته در یک خاک لومی سوری چیتگر با نام علمی *Fine-loamy, carbonatic, thermic, Calcixerollic Xerochrepts* رشد داده شدند.

نتایج نشان داد که کاربرد فسفر تا سطح ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک قسمت هوایی ذرت و سویا و همچنین غلظت و جذب کل فسفر در هر دو گیاه شده است. کاربرد آهن تا سطح ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک ذرت را افزایش اما در سطوح بالاتر آن را کاهش داد. تنها اضافه نمودن ۲/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم وزن خشک اندام هوایی سویا را افزایش داد. غلظت و جذب کل آهن با کاربرد آهن افزایش اما با کاربرد فسفر کاهش یافت. بر همکنش فسفر و آهن بر وزن خشک

ذرت معنی‌دار بوده اما تأثیری بر رشد سویا نداشت. غلظت روی و مس به طور معنی‌داری در هر دو گیاه با مصرف فسفر کاهش یافت. غلظت منگنز در سطح ۴۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم افزایش اما در سطوح بالاتر کاهش یافت. کاربرد آهن غلظت روی را در قسمت هوایی ذرت کاهش داد اما تأثیری بر سویا نداشت. مصرف آهن تأثیری بر غلظت مس نداشت اما غلظت منگنز را در هر دو گیاه کاهش داد. در خاتمه پیشنهاد می‌شود که قبل از هر گونه توصیه کودی تأثیر فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر روی ذرت و سویا در شرایط مزرعه مورد مطالعه قرار گیرد.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست جدول‌ها
نه	فهرست جدول‌های ضمیمه
۱	فصل اول: مقدمه و هدف
۴	فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده
	۱-۲- بررسی تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب
۴	شیمیایی ذرت و سویا
۴	۱-۱-۲- تأثیر فسفر
۶	۲-۱-۲- تأثیر آهن
۸	۳-۱-۲- برهمکنش فسفر و آهن
۱۱	فصل سوم: روش تحقیق و مواد
۱۵	فصل چهارم: نتایج و بحث
۱۵	۱-۴- تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت
۱۵	۴-۱-۱- وزن خشک اندام هوایی
۱۷	۴-۱-۲- غلظت و جذب کل فسفر
۱۹	۴-۱-۳- غلظت و جذب کل آهن و نسبت فسفر به آهن
۲۲	۴-۱-۴- غلظت و جذب کل روی و نسبت فسفر به روی
۲۵	۴-۱-۵- غلظت و جذب کل منگنز و نسبت آهن به منگنز

۲۸	..... غلظت و جذب کل مس	۴-۱-۶
۳۰	..... تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا	۴-۲-۲
۳۰	..... وزن خشک اندام هوایی	۴-۲-۱
۳۲	..... غلظت و جذب کل فسفر	۴-۲-۲
۳۳	..... غلظت و جذب کل آهن و نسبت فسفر به آهن	۴-۲-۳
۳۶	..... غلظت و جذب کل روی و نسبت فسفر به روی	۴-۲-۴
۳۹	..... غلظت و جذب کل منگنز و نسبت آهن به منگنز	۴-۲-۵
۴۲	..... غلظت و جذب کل مس	۴-۲-۶

۴۴ ..... فصل پنجم: نتیجه گیری کلی

۴۶ ..... ضمائم

۵۰ ..... منابع

صفحه عنوان و چکیده به زبان انگلیسی



## فهرست جدول‌ها

صفحه	جدول
۱۲	۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش .....
۱۶	۴-۱- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر وزن خشک اندام هوایی، غلظت و جذب کل فسفر در ذرت .....
۲۰	۴-۲- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر غلظت و جذب کل آهن و نسبت فسفر به آهن در ذرت .....
۲۳	۴-۳- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر غلظت و جذب کل روی و نسبت فسفر به روی در ذرت .....
۲۷	۴-۴- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر غلظت و جذب کل منگنز و نسبت آهن به منگنز در ذرت .....
۲۹	۴-۵- تأثیر سطوح مختلف فسفر و آهن بر غلظت و جذب کل مس در ذرت .....
۳۱	۴-۶- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر وزن خشک اندام هوایی، غلظت و جذب کل فسفر در سویا .....
۳۴	۴-۷- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر غلظت و جذب کل آهن و نسبت فسفر به آهن در سویا .....
۳۸	۴-۸- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر غلظت و جذب کل روی و نسبت فسفر به روی در سویا .....
۴۰	۴-۹- تأثیر سطوح مختلف فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر غلظت و جذب کل منگنز و نسبت آهن به منگنز در سویا .....
۴۳	۴-۱۰- تأثیر سطوح مختلف فسفر و آهن بر غلظت و جذب کل مس در سویا .....

## فهرست جدولهای ضمیمه

صفحه

جدول

- ۱- تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی، غلظت عناصر و نسبت  
.....  $P/Zn$  ,  $P/Fe$  و  $Fe/Mn$  در گیاه ذرت ..... ۴۶
- ۲- تجزیه واریانس جذب کل عناصر غذایی در گیاه ذرت ..... ۴۷
- ۳- تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی، غلظت عناصر و نسبت  
.....  $P/Zn$  ,  $P/Fe$  و  $Fe/Mn$  در گیاه سویا ..... ۴۸
- ۴- تجزیه واریانس جذب کل عناصر غذایی در گیاه سویا ..... ۴۹

## فصل اول

### مقدمه و هدف

فسفر یکی از عناصر مهم غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد و نقش بسیار مهمی در تغذیه گیاه دارد (۲، ۵، ۶، ۹ و ۱۰). معذالک نیاز گیاه به این عنصر غذایی در مقایسه با سایر عناصر غذایی پرمصرف کمتر می‌باشد (۶، ۹ و ۱۰). مقدار فسفری که گیاهان مختلف از خاک جذب می‌کنند، متفاوت است و حتی این تفاوت در بعضی نژادگانه‌های<sup>۱</sup> مختلف یک گونه گیاهی گزارش شده است (۵ و ۴۱). معمولاً مقدار فسفر خاک بین ۰/۰۳ تا ۰/۲۲ درصد تغییر می‌کند. میانگین آن در خاکهای زراعی در حدود ۰/۰۶ درصد می‌باشد (۵، ۹ و ۱۰).

بطور کلی قسمت عمده فسفر در خاک به صورت آلی بوده و شامل نوکلئیک اسید<sup>۲</sup>، اینوسیتل فسفات<sup>۳</sup>، فسفولیپیدها<sup>۴</sup> و برخی ترکیبات دیگر می‌باشد (۵، ۶، ۹ و ۱۰). مهمترین جزء معدنی فسفر خاک آپاتیتها و فسفاتهای آلومینیم و آهن می‌باشد. نسبت فسفر معدنی و آلی در خاکهای مختلف، متفاوت است و معمولاً این نسبت در خاکهای سطحی بیش از لایه‌های زیرین است (۵، ۶، ۹ و ۱۰). بخش عمده فسفر مورد نیاز گیاه به صورت یون  $H_2PO_4^-$  و مقدار کمتری هم به شکل  $HPo_4^{2-}$  جذب می‌شود. زیرا تعداد محل‌های جذب  $H_2PO_4^-$  در ریشه ده برابر تعداد محل‌های جذب  $HPo_4^{2-}$  می‌باشد (۲، ۵ و ۹). البته غلظت این دو یون به پ‌هاش خاک بستگی دارد (۲، ۶ و ۹). مناسبترین پ‌هاش از نظر قابل استفاده بودن فسفر در خاک در گستره ۵/۵ تا ۷ می‌باشد (۲، ۵، ۶ و ۹). عوامل متعددی بر جذب و قابلیت استفاده فسفر مؤثر می‌باشد که از میان آنها می‌توان به مقدار فسفر قابل استفاده در خاک؛ پ‌هاش خاک؛

1. Genotype  
2. Nucleic acid

3. Inositol phosphate  
4. Phospholipids

کاتیونهای کلسیم، منیزیم، آهن و آلومینیم؛ کربنات کلسیم؛ مقدار و نوع رس و میزان ماده آلی اشاره کرد (۱، ۲، ۵، ۷، ۴۰، ۵۱ و ۵۳). از ترکیبات عمده فسفردار گیاه آدونوزین تری فسفات (ATP) و آدونوزین دی فسفات (ADP) می باشند که نقش عمده‌ای در ذخیره سازی و انتقال انرژی بعهده دارند (۱۵ و ۴۲). همچنین فسفر در ساختمان دزوکسی ریبونوکلیک اسید (DNA) و ریبونوکلیک اسید (RNA) شرکت دارد که به ترتیب حامل مشخصات ژنتیکی و سازنده پروتئین می باشند (۲، ۵ و ۶). کمبود فسفر موجب کاهش سرعت نمو، افزایش طولی ساقه و تشکیل ریشه‌های ضعیف، تأخیر در گلدهی و رسیدن میوه، اختلال در ساخت ویتامین‌ها و کاهش مقاومت در برابر سرمازدگی و خاصیت انبارداری در سبزیجات و سیبزمینی می شود (۲، ۵، ۶، ۹ و ۴۲). معمولاً نشانه‌های کمبود فسفر ابتدا در برگهای پیر به رنگ سبز تیره (تجمع نسبی کلروفیل) ظاهر می شود که پس از آن به رنگ قرمز (تجمع نسبی آنتوسیانین) تغییر می یابد (۲، ۹ و ۵). غلظت فسفر در گیاهان دچار کمبود فسفر در حدود ۱/۰ درصد ماده خشک یا کمتر است (۵، ۶ و ۹).

آهن یکی از عناصر غذایی ضروری کم مصرف برای گیاهان می باشد. این عنصر در فعالیتهای متابولیکی گیاه نقش‌های مهمی را ایفا می کند. آهن در ساختمان سیتوکرومها<sup>۱</sup> شرکت دارد. از آنجایی که سیتوکرومها به عنوان حامل اکسیژن ملکولی و فعال کننده اکسیژن عمل می کنند، می توان نتیجه گرفت که آهن در فعالیتهای اکسایش و کاهش و تنفس گیاه نقش ویژه‌ای را بعهده دارد. آهن به عنوان عنصر مرکزی در سنتز هم<sup>۲</sup> و کلروفیل دارای نقش حیاتی است (۹ و ۳۸). آهن در ساختمان فردوکسین که ناقل الکترون در فتوسنتز می باشد، بکار رفته است. هر ملکول فردوکسین شامل دو اتم آهن می باشد که به صورت غیر همی است (۲ و ۹). اگر چه آهن در ساختمان کلروفیل وجود ندارد ولی در سنتز و نگهداری کلروفیل نقش مهمی را بازی می کند (۵، ۶ و ۱۰). آهن در فرایندهای انتقال انرژی و کاهش نیتريت و سولفات مورد

نیاز است. همچنین نقشهای کوآنزیمی در دی‌هیدروژنازها<sup>۱</sup>، ریداکتازها<sup>۲</sup> و اکسیدازها<sup>۳</sup> دارا می‌باشد (۵، ۹ و ۱۰). حلالیت کانیهای حاوی آهن با افزایش پ‌هاس خاک کاهش می‌یابد (۳۷). کمبود آهن یا غیرفعال شدن آن در گیاه باعث کاهش کلروفیل و در نتیجه زرد شدن تدریجی پهنک برگ و سبز ماندن رگبرگها می‌شود، که به آن عارضه کلروز آهن می‌گویند که باعث کاهش یا توقف عمل فتوسنتز در گیاه می‌شود (۶۸). عوامل متعددی در بروز این عارضه مؤثر است که از جمله آنها می‌توان پ‌هاس بالا، زیادی آهک در خاک، تهویه ضعیف و پایین بودن دمای محیط رشد را نام برد. زیادی فسفات در خاک و افزایش غلظت منگنز در خاک یا گیاه نیز ممکن است باعث بروز کمبود آهن شود (۱۴، ۳۴، ۴۴، ۶۸، ۶۹ و ۷۰). لذا لازم است در خاکهایی که از لحاظ میزان آهن قابل دسترس فقیر می‌باشند این عنصر غذائی اضافه شود. برای این منظور از منابع معدنی (معمولاً در تغذیه برگ<sup>۴</sup>) یا آلی آهن برای اضافه نمودن به خاک استفاده می‌شود. کلات‌های مصنوعی آهن مؤثرترین کودهای آهن می‌باشند و مناسبترین آن برای خاکهای آهکی FeEDDHA<sup>۵</sup> می‌باشد که نام تجاری آن سکستین آهن ۱۳۸ می‌باشد (۶۶).

در خاکهای آهکی ایران به دلیل وفور کربنات کلسیم و نیز پ‌هاس بالا، قابلیت استفاده آهن کم می‌باشد. از آنجایی که سالیانه مقادیر قابل توجهی کودهای فسفردار به این خاکها اضافه می‌شود که علاوه بر کاهش جذب آهن، تشدید اوتریفیکیشن<sup>۶</sup> یا تجمع فسفر در اندام هوایی گیاه باعث بروز سمیت فسفر در گیاه می‌گردد. لذا مطالعه برهمکنش فسفر و آهن در این خاکها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین هدف اصلی از اجرای این آزمایش بررسی تأثیر فسفر، آهن و برهمکنش آنها بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت (*Zea mays L.*) و سویا (*Glycine Max L.*) می‌باشد.

1. Dyhydrogenases  
2. Reductases  
3. Oxidases

4. Foliar application  
5. Fe- Ethylen diamine dio - hydroxy - phenyl acetic acid  
6. Eutrophication

## فصل دوم

### مروری بر تحقیقات انجام شده

#### ۲-۱- بررسی تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت و سویا

##### ۲-۱-۱- تأثیر فسفر

در مورد تأثیر فسفر بر رشد گیاهان مطالعات زیادی صورت گرفته است. بطور مثال در خاکهایی که غلظت فسفر قابل استفاده از حد بحرانی کمتر است، گیاهان نسبت به کاربرد کودهای فسفردار پاسخ مثبت نشان می‌دهند (۶، ۹ و ۱۰). کریمیان و قنبری (۴۹) حد بحرانی فسفر برای ذرت را در خاکهای آهکی استان فارس ۱۸ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک با روش اولسن و همکاران (۷۳) گزارش می‌کنند. فرح و سلیمان (۳۹) نشان دادند که در یک خاک آهکی با  $8/5$  میکروگرم فسفر قابل استفاده در هر گرم خاک، وزن ماده خشک قسمت هوایی گندم با افزودن فسفر به خاک افزایش یافت. بیکر و همکاران (۱۹) مشاهده کردند که نژادگانه‌های ذرت از نظر جذب فسفر با هم تفاوت دارند.

ضیاء و همکاران (۹۵) در یک آزمایش گلخانه‌ای نشان دادند که وزن ماده خشک و غلظت فسفر در ذرت با اضافه کردن فسفر به خاک افزایش می‌یابد بطوریکه وزن ماده خشک گیاه در سطوح ۴۸ و ۶۹ میکروگرم فسفر در هر گرم خاک به حداکثر خود رسید. اما مقادیر بیشتر فسفر سبب کاهش وزن ماده خشک گیاه گردید. بلکر و راگلند (۲۲) نشان دادند که اگرچه افزایش میزان فسفر مصرفی وزن ماده خشک و جذب کل فسفر را در ذرت نسبت به شاهد افزایش داده اما تفاوت در وزن ماده خشک در سطوح مختلف فسفر مصرفی معنی‌دار نبوده است. کریمیان (۴۸) مشاهده کرد که کاربرد فسفر و نیتروژن سبب افزایش وزن خشک، غلظت و جذب کل فسفر، غلظت نیتروژن و نسبت فسفر به روی و نیتروژن به روی در گیاه شده است.

بول و فری من (۲۵) گزارش کردند که عملکرد ذرت در سطح ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بوده است. آنان علت پاسخ محدود ذرت به فسفر را معلول بالا بودن میزان فسفر بومی خاک می‌دانند. هاجین و همکاران (۴۴) نتیجه گرفتند که افزایش میزان فسفر مصرفی، عملکرد، غلظت و جذب کل فسفر توسط گیاه ذرت را افزایش می‌دهد بطوریکه میان جذب کل فسفر و سطوح فسفر مصرفی همبستگی معنی‌دار بدست آمده است. بازده فسفر در خاکهای بافت ریز حداکثر بوده و با سبک شدن بافت خاک کاهش یافته است. چراتی آرائی (۱) با بررسی تأثیر سطوح فسفر مصرفی بر عملکرد ماده خشک جو نشان داد که اضافه کردن ۵۰ میکروگرم فسفر در گرم خاک کوشک میانگین وزن ماده خشک جو را از ۱/۵۲ گرم در شاهد به ۳/۹۲ گرم در گلدان تغییر داده است. مالهی و همکاران (۶۳) گزارش کردند که افزودن کود فسفردار به خاک سبب افزایش وزن خشک گیاه سویا گردید. سامپیت (۷۹) در آزمایش گلخانه‌ای با کشت سویا با کاربرد نیتروژن و فسفر نتیجه گرفت که عملکرد ماده خشک سویا با افزایش فسفر افزایش یافته است. بیشترین عملکرد ماده خشک سویا با افزودن ۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک بدست آمده که به ترتیب افزایشی معادل ۴۳ و ۵۴ درصد نسبت به شاهد را نشان می‌دهد. با مصرف فسفر وزن گره‌های ریشه نیز افزایش یافته به طوریکه از ۱۴/۱ در شاهد به ۱۰۶/۳ میلی‌گرم در هر گلدان تغییر یافته است. همچنین غلظت فسفر گیاه با افزایش فسفر افزایش یافته است. آنتونیو (۱۵) نشان داد که کمبود فسفر با مقدار فسفر در برگها و کل گیاه جوان سویا ارتباط نزدیکی دارد. او بر این اساس حد بحرانی فسفر در کل گیاه را ۳/۴۱ و در برگ ۲/۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک تعیین کرد. قنبری (۷) گزارش کرد که با افزایش فسفر غلظت فسفر در قسمت هوایی ذرت افزایش یافته اما این افزایش با کاهش غلظت روی در گیاه همراه بوده است. او نتیجه گرفت که تغییر نسبت فسفر به روی در گیاه به مقدار فسفر و روی بومی خاکها بستگی دارد. لونرگان و همکاران (۶۰) مشاهده کردند که مصرف فسفر هر چند سبب افزایش جذب کل روی توسط ذرت شده اما غلظت روی به علت اثر رقت