بسم الله الرحمن الرحیم
الحمد لله رب العالمین الرحمن الرحیم مالک یوم الدین
اهدنا الصراط المستقیم صراط الذین انعمت علیهم غیر المغضوب علیهم ولا الضالین

رساله‌ی حاضر، حاصل پژوهش‌های نگارنده در دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی گرایش زراعت است که در دی‌ماه ماه ۱۳۹۳ در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه یاسوج به راهنمایی جناب آقای دکتر محسن موحدی دهنوی و مشاوران جناب آقای دکتر علیرضا یدوی و جناب آقای مهندس دستفال از آن دفاع شده است و کلیه‌ی حقوق مادی و معنوی آن متعلق به دانشگاه یاسوج است.

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی گرایش زراعت

عنوان پایان‌نامه:
اثر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانو نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن سویا (*Glycine max* (L.) Merr.، رقم ویلیامز) در منطقه داراب استان فارس

استاد راهنما:
دکتر محسن موحدی‌دهنوی

استاد مشاور:
دکتر علیرضا یدوی
مهندس منوچهر دستفال

پژوهشگر:
سمیّه شعبانی

دی‌ماه ۱۳۹۳

اثر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانو نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن سویا (*Glycine max* (L.) Merr.، رقم ویلیامز) در منطقه داراب استان فارس

به وسیله‌ی:

سمیّه شعبانی

پایان‌نامه

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

در رشته‌ی:

زراعت

در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۲۰ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه **عالی** به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنما: دکتر **محسن موحدی دهنوی** با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضاء

۲- استاد مشاور: دکتر **علیرضا یدوی** با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضاء

۳- استاد مشاور: مهندس **منوچهر دستفال** با مرتبه‌ی علمی مربی پژوهشی امضاء

۴- استاد داور داخل گروه: دکتر **هوشنگ فرجی** با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضاء

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه: دکتر **امین صدارتیان جهرمی** با مرتبه‌ی علمی استادیار امضاء

دی‌ماه ۱۳۹۳

ماحصل آموخته هایم راتقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان پرمهر مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم وهرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان را

سپاس نتوانم بگویم.

امروز، هستی ام به امید شماست وفردا کلید باغ بهشتم رضای شما

راآوردی گران سنگ تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم

نسیم گونه غبار خستگیتان رابزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان

وتقدیم به تنها برادر و دو خواهر عزیزم:

به همسفران مهربان زندگیم محمودرضا، زهره و شیمای نازنین

که باهم آغاز کردیم، درکنار هم آموختیم و به امید هم به آینده چشم می دوزیم. قلبم لبریز از عشق

به شماست و خوشبختی تان منتهای آرزویم.

سپاسگزاری

سپاس خداوندی را که دهنده‌ی بی منت است. او بنده‌اش را به زیور علم آراست و چراغ معرفتش را در دل عالمیان روشن ساخت. خدای بزرگ را شاکرم که به من فرشتگانی مهربان و صبور بنام پدر و مادر عطا کرد که سپید رویی من از سپید مویی آنهاست. از خواهران دلسوز و برادر عزیزم که همواره مشوق بنده بودند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

وظیفه خود می دانم که ارادت قلبی خود را نسبت به استاد علم و اخلاقم جناب آقای دکتر محسن موحدی دهنوی بیان نمایم. تواضع، سعه صدر و مشکل گشایی ایشان همیشه برایم الگو خواهد بود. همین طور از اساتید مشاور پایان نامه جناب آقای دکتر علیرضا یدوی و جناب آقای مهندس منوچهر دستفال که همواره از تجارب ارزنده‌شان استفاده نموده‌ام کمال تشکر را دارم. از داور پایان نامه جناب آقای دکتر هوشنگ فرجی که افتخار شاگردی ایشان را داشتم، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از زحمات مدیر گروه محترم زراعت جناب آقای دکتر رضا امیری فهلیانی تشکر و قدردانی می‌کنم. از زحمات اساتید دوران تحصیلم آقایان دکتر بلوچی، دکترجهان‌بین، دکتر صالحی به خاطر تمام مساعدتهایشان تشکر و سپاسگزاری می‌کنم.

همچنین از آقای مهندس رحمان سجادی‌نیک، آقای دکتر مراد محمدی، آقای اصغر پیلتن، سرکار خانم دکتر مرضیه جلیل شش بهره و آقای دکتر مصطفی قبادی که صمیمانه با من همکاری نموده‌اند و مایه دل‌گرمی من در به اتمام رسانیدن این پایان‌نامه بوده‌اند تشکر و قدردانی می‌کنم و برایشان از صمیم قلب آرزوی موفقیت و سلامتی دارم. در پایان از خانم مهندس کرمی و خانم مهندس حاجی‌زاده و خانم مهندس آقایی که به نحوی در رشد و تعالی بنده نقش داشته-اند تشکر می‌نمایم.

نام: سمیّه **نام خانوادگی: شعبانی**

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته و گرایش: زراعت**

استاد راهنما: دکتر محسن موحدی دهنوی **تاریخ دفاع: ۹۳/۱۰/۲۰**

سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانو نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن سویا (*Glycine max* (L.) Merr.، رقم ویلیامز) در منطقه داراب استان فارس

چکیده

استفاده از کودهای زیستی در کنار مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه می‌تواند نقش مهمّی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی بدون اثر نامطلوب بر عملکرد کمی و کیفی سویا داشته باشد. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانو نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن سویا رقم ویلیامز، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در تابستان ۱۳۹۲، در شهرستان داراب استان فارس اجرا شد. عامل اصلی شامل نیتروژن در سه سطح (۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و عامل فرعی در چهار سطح (ریزوبیوم جاپونیکوم، نانونیتروژن، نیتروکسین و شاهد) بود. نتایج بدست آمده نشان داد که برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد نیتروژن در مرحله رسیدگی دانه، پروتئین دانه و عملکرد پروتئین اثر معنی‌داری داشتند. بیشترین عملکرد دانه (۲۰۱۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کاربرد ریزوبیوم بدست آمد و در مقابل کمترین میزان عملکرد دانه (۱۴۷۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون مصرف کود شیمیایی مشاهده شد. بیشترین شاخص برداشت (۴۴/۲۴ درصد) در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کاربرد ریزوبیوم بود. بیشترین میزان نیتروژن در مرحله رسیدگی دانه (۱/۵۱ درصد) در تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با کاربرد نانو نیتروژن و بیشترین میزان پروتئین دانه و عملکرد پروتئین در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کاربرد ریزوبیوم مشاهده شد. بیشترین شاخص برداشت نیتروژن (۷۷/۸۱ درصد) در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کاربرد نانو نیتروژن بدست آمد. همچنین بیشترین میزان کارآیی مصرف نیتروژن (۲۶/۹۰ کیلوگرم بر کیلوگرم) در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کاربرد ریزوبیوم بدست آمد. در نهایت نتایج نشان داد که تلقیح بذر سویا با باکتری ریزوبیوم، مصرف کود نیتروژنه را تا نصف مقدار توصیه شده کاهش می‌دهد. این موضوع در کاهش هزینه‌ها و حفظ پایداری، سلامتی خاک کشاورزی می‌تواند تأثیر بسزایی داشته باشد.

کلید واژگان: تلقیح، کارآیی مصرف نیتروژن، نانو نیتروژن، نیتروکسین و سویا

فهرست مطالب

عنوان..... صفحه

فصل اول: مقدمه..... ۱
۱-۱- مقدمه ۱
فصل دوم: کلیات و مرور منابع..... ۳
۲-۱- اهمیت و موارد استفاده سویا ۳
۲-۱-۱- ترکیبات دانه سویا ۳
۲-۱-۲- منشأ سویا ۳
۲-۱-۳- اهمیت کشت سویا در جهان و ایران ۴
۲-۱-۴- گیاه‌شناسی سویا ۴
۲-۲- کود زیستی ۴
۲-۲-۱- ضرورت استفاده از کودهای زیستی ۶
۲-۲-۲- ضرورت استفاده از کودهای زیستی در خاک‌های ایران ۷
۲-۳- عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان ۸
۲-۳-۱- اثر نیتروژن بر رشد گیاه ۸
۲-۳-۲- اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ۹
۲-۳-۳- اثر نیتروژن بر صفات کیفی ۱۱
۲-۳-۴- اثر نیتروژن بر صفات مورفولوژیک ۱۱
۲-۳- ۵- اثر کود زیستی نیتروکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد ۱۲
۲-۳-۶- اثر کود نیتروکسین بر صفات کیفی ۱۳
۲-۳-۷- اثر نیتروکسین بر صفات مورفولوژیک ۱۴
۲-۳-۸- باکتری رایزوبیوم جاپونیکوم ۱۴
۲-۴- روند مصرف کود های نیتروژنه ۱۸
۲-۴-۱- کارآیی مصرف نیتروژن ۱۸
۲-۴-۲- اثر کود نیتروژن بر کارآیی مصرف نیتروژن ۱۹
۲-۵- نانو کود ۲۱
۲- ۵-۱- جایگاه و نقش نانو کودها در بهبود کارآیی مصرف عناصر غذایی ۲۱
۲-۵-۲- نانو نیتروژن ۲۲
فصل سوم: مواد و روش‌ها..... ۲۳
۳-۱- زمان، موقعیت و شرایط اقلیمی محل آزمایش ۲۳
۳-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش ۲۴
۳-۳- مشخصات تیمارهای آزمایشی ۲۴
۳-۴- عملیات آماده‌سازی زمین ۲۵
۳-۵- عملیات کاشت و داشت ۲۵

۳-۶- صفات اندازه‌گیری شده در طی فصل رشد ۲۵
۳-۶-۱- محاسبه‌ی شاخص برداشت ۲۵
۳-۶-۲- اندازه‌گیری عملکرد دانه ۲۶
۳-۶-۳- اندازه‌گیری اجزای عملکرد ۲۶
۳-۶-۴- محاسبه‌ی عملکرد زیستی ۲۷
۳-۶-۵- میزان نیتروژن اندام‌های هوایی ۲۷
۳-۶-۶- درصد پروتئین دانه ۲۸
۳-۶-۷- اندازه‌گیری پروتئین محلول ۲۸
۳-۶-۸- درصد روغن دانه ۲۹
۳-۶-۹- تعیین مقدار کلروفیل و کارتنوئید ۳۰
۳-۶-۱۰- وزن هکتولیتر دانه ۳۱
۳-۷- محاسبه‌ی شاخص‌های کارآیی مصرف نیتروژن ۳۱
۳-۸- تجزیه و تحلیل آماری ۳۲
فصل چهارم: نتایج وبحث ۳۳
۴-۱- محتوای کلروفیل و کاروتنوئید برگ ۳۳
۴-۱-۱- محتوای کلروفیل a، b و a+b ۳۳
۴-۱-۲- محتوای کارتنوئید برگ ۳۵
۴-۲- پروتئین محلول برگ ۳۷
۴-۳- اجزای عملکرد و عملکرد ۳۸
۴-۳-۱- تعداد غلاف در بوته ۳۸
۴-۳-۲- تعداد دانه در غلاف ۴۰
۴-۳-۳- وزن هزار دانه ۴۲
۴-۳-۴- عملکرد زیستی ۴۳
۴-۳-۵- عملکرد دانه ۴۶
۴-۳-۶- شاخص برداشت ۴۸
۴-۴- صفات کیفی دانه ۴۹
۴-۴-۱- درصد روغن ۴۹
۴-۴-۲ - عملکرد روغن ۵۰
۴-۴-۳- درصد پروتئین دانه ۵۱
۴-۴-۴- عملکرد پروتئین دانه ۵۲
۴-۴-۵- وزن هکتولیتر دانه ۵۴
۴-۵- صفات مورفولوژیک ۵۵
۴-۵-۱- ارتفاع بوته ۵۵
۴-۵-۲- فاصله اولین غلاف از سطح خاک ۵۶
۴-۶- محتوای نیتروژن اندام هوایی در مرحله گلدهی ۵۸
۴-۷- محتوای نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی دانه ۵۹
۴-۸- شاخص‌های کارآیی نیتروژن ۶۰
۴-۸-۱- شاخص برداشت نیتروژن (NHI) ۶۰
۴-۸-۲- کارآیی استفاده از نیتروژن ($N_{ut}E$) ۶۰
۴-۸-۳- کارآیی جذب نیتروژن ($N_{upt}E$) ۶۳
۴-۸-۴- کارآیی مصرف نیتروژن (کارآیی ناخالص مصرف نیتروژن) (NUE) ۶۵

۴-۹- نتیجه‌گیری ۶۸
۴-۱۰- پیشنهادها ۶۹
فصل پنجم : فهرست منابع..... ۷۱

فهرست جداول

عنوان .....صفحه

جدول ۳-۱ ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش.....۲۴
جدول ۴-۱ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل a+b ،کارتنوئید و پروتئین محلول برگ.....۳۵
جدول ۴-۲ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای کلروفیل a، کلروفیل a+b، کارتنوئید و پروتئین محلول برگ.....۳۵
جدول ۴-۳ مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای کلروفیل a، کلروفیل a+b،کاروتنوئید و پروتئین محلول برگ.....۳۶
جدول ۴-۴ مقایسه میانگین اثرات اصلی برای کلروفیل b.....۳۷
جدول ۴-۵ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت.....۳۹
جدول ۴-۶ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای عملکرد دانه و شاخص برداشت.....۴۵
جدول ۴-۷ مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای عملکرد دانه و شاخص برداشت.....۴۵
جدول ۴-۸ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین و وزن هکتولیتر دانه.....۵۲
جدول ۴-۹ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای درصد پروتئین و عملکرد پروتئین.....۵۲
جدول ۴-۱۰ مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای پروتئین دانه و عملکرد پروتئین دانه.....۵۳
جدول ۴-۱۱ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، محتوای نیتروژن اندام هوایی در مرحله گلدهی و محتوای نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی دانه ۵۵
جدول ۴-۱۲ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برشدهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای فاصله اولین غلاف از سطح خاک و محتوای نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی دانه.....۵۷
جدول ۴-۱۳ مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای فاصله اولین غلاف از سطح خاک و محتوای نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی دانه.....۵۷
جدول ۴- ۱۴ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس شاخص برداشت نیتروژن و کارآیی استفاده از نیتروژن.....۶۰
جدول ۴- ۱۵ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای شاخص برداشت نیتروژن.....۶۱
جدول ۴- ۱۶ مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای شاخص برداشت نیتروژن ۶۱
جدول ۴- ۱۷ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی مصرف نیتروژن (کارآیی ناخالص).....۶۶
جدول ۴-۱۸ میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای کارآیی مصرف نیتروژن (کارآیی ناخالص).....۶۶

جدول ۴-۱۹ مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی مصرف نیتروژن (کارآیی ناخالص) ۶۷
جدول۴-۲۰ همبستگی بین صفات مورد بررسی در سویا..... ۶۹

فهرست شکل‌ها

عنوان..... صفحه

شکل ۳- ۱ روند تغییرات دما در بازه زمانی (۱۳۹۳-۱۳۷۴) شهرستان داراب..... ۳۲
شکل ۴-۱ مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن برای تعداد غلاف در بوته..... ۴۸
شکل ۴-۲ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای تعداد غلاف در بوته..... ۴۸
شکل ۴-۳ مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود نیتروژن برای تعداد دانه در غلاف..... ۴۹
شکل ۴-۴ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای تعداد دانه در غلاف..... ۵۰
شکل ۴-۵ مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن برای وزن هزار دانه..... ۵۱
شکل ۴-۶ مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن برای عملکرد زیستی..... ۵۲
شکل ۴-۷ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای عملکرد زیستی..... ۵۲
شکل ۴-۸ مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن برای درصد روغن دانه..... ۵۷
شکل ۴-۹ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای عملکرد روغن..... ۵۸
شکل ۴-۹ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای عملکرد روغن..... ۵۸
شکل ۴-۱۰ روند تغییرات ارتفاع بوته در مراحل مختلف رشد تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن..... ۶۲
شکل ۴-۱۱ روند تغییرات ارتفاع بوته در مراحل مختلف رشد تحت تأثیر منبع نیتروژن..... ۶۳
شکل ۴-۱۲ مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن برای کارآیی استفاده از نیتروژن..... ۷۰
شکل ۴-۱۳ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای کارآیی استفاده از نیتروژن..... ۷۰
شکل ۴-۱۴ مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن برای کارآیی جذب نیتروژن..... ۷۲
شکل ۴-۱۵ مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای کارآیی جذب نیتروژن..... ۷۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

سویا[1] یا لوبیای روغنی گیاهی یکساله از خانواده بقولات و زیر خانواده پروانه‌آسا می‌باشد. دانه سویا به لحاظ داشتن ۲۰ درصد روغن و ۴۰ درصد پروتئین از نظر ارزش غذایی در میان گیاهان مهم زراعی دانه‌ای، بی‌رغیب است و اهمیت ویژه‌ای در تغذیه انسان، دام و طیور دارد. سویا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در ایران و جهان است که در حال حاضر کشور بیش از ۸۰ درصد نیاز روغن را از خارج تأمین می‌نماید و دستیابی به خودکفائی در تأمین روغن مورد نیاز کشور از اهداف مهم توسعه کشاورزی ایران می‌باشد. میزان عملکرد سویا در ایران به طور متوسط ۲/۲ تن در هکتار و میانگین عملکرد جهانی سویا، ۱/۹ تن در هکتار است (فتحی، ۱۳۸۷). سویا از جمله گیاهانی است که برای تولید محصول احتیاج به مقادیر فراوانی نیتروژن دارد به طوریکه این نیاز برای هر تن محصول حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است.

در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است. نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم‌نهاده می‌توانند به عنوان جایگزینی برای نظام‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط زیست گردند. استفاده از کودهای زیستی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان گامی مهم در جهت حرکت به سوی کشاورزی پایدار می‌باشد. راه حل اساسی مشکلات حرکت به سوی کشاورزی پایدار، بر پایه استفاده هر چه بیشتر از نهاده‌های درون مزرعه‌ای از جمله کودهای زیستی می‌باشد. در دو دهه گذشته طیف گسترده‌ای از باکتری‌های خاک در ریزوسفر شناخته شده‌اند که می‌توانند رشد بسیاری از گونه‌های مهم گیاهان زراعی را بهبود بخشند.

این گروه پراکنده از نظر سیستماتیکی، ریزوباکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه (PGPR)[2] خوانده می‌شود (باشان و هولگوئین[3]، ۱۹۹۷). این باکتری‌ها قادرند تا از طریق سازوکارهای مختلف، اثرات

---

[1] *Glycine max*
[2] *Plant Growth Promiting Rhizobactria*
[3] *Bashan and Hologuin*

مثبتی بر گیاهان اعمال نمایند. علاوه بر این، تأمین عناصر غذایی بصورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع‌زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط‌زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی (خاک، آب، منابع انرژی غیرقابل‌تجدید) از مهم‌ترین مزایای کاربرد کودهای‌زیستی محسوب می‌شوند.

نانو کودها موجب می‌شوند که عناصرغذایی به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد شوند و در نتیجه از بروز پدیده‌ی مردابی شدن آب‌های ساکن و همچنین آلودگی آب آشامیدنی، جلوگیری به عمل آید (نادری و دانش شهرکی، ۱۳۹۰). اعتقاد بر این است که استفاده از نانو کودها مؤثرترین و در عین حال ساده‌ترین شیوه به منظور کاهش تلفات عناصر غذایی و افزایش کارآیی مصرف کودها است. مسلماً با بکارگیری فناوری نانو در بهینه کردن فرمولاسیون کودهای شیمیایی، می‌توان به دستاوردهای شگرفی از جمله کاهش هزینه‌های تولیدات کشاورزی و جلوگیری از معضلات زیست-محیطی نائل آمد. لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و مشکلات ناشی از آن، همچنین نظر به اهمیت سویا به عنوان یک گیاه روغنی سازگار با اقلیم کشور و نیز عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشد و عملکرد این گیاه به کودهای غیرشیمیایی و نانو کودها، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانو نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن سویا (رقم ویلیامز) در منطقه داراب اجرا گردید.

حال با توجه به موارد فوق و امتیازات متعدد استفاده از کودهای زیستی و نانو کودها و خصوصیات با ارزش سویا، مهم‌ترین اهدافی که در این پژوهش مدنظر می‌باشد عبارتند از:

۱- کاهش مصرف کود اوره از طریق جایگزینی بخشی از کود با کودهای زیستی و یا نانو کود نیتروژن

۲- افزایش کارآیی مصرف نیتروژن در سویا از طریق کاربرد کودهای زیستی و نانو کود نیتروژن

۳- تعیین ترکیب بهینه کودهای زیستی و اوره در کشت سویا

همچنین فرضیه‌های تحقیق شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- ترکیب کود اوره و کودهای زیستی سبب افزایش عملکرد کمی سویا می‌شود.

۲- مصرف کودهای زیستی نیتروژن باعث کاهش مصرف کود اوره می‌شود.

۳- ترکیب کود اوره و کودهای زیستی کارآیی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد.

۴- کود نانو نیتروژن می‌تواند بخشی از نیتروژن سویا را تأمین نماید.

فصل دوم
کلیات و مرور منابع

۲-۱- اهمیت و موارد استفاده سویا

۲-۱-۱- ترکیبات دانه سویا

یکی از عمده‌ترین فرآورده‌های غذایی که تأمین نیاز داخلی آن از اهمیت زیادی برخوردار است، روغن-های خوراکی است. دانه خشک سویا حاوی ۲۴-۱۴ درصد روغن و ۵۰-۳۰ درصد پروتئین (که متوسط آن ۴۰ درصد است) می‌باشد که این دو جزء ارزش اقتصادی بذر سویا را تعیین می‌کنند (ابراهیمی منفرد و دلخوش، ۱۳۸۹). به طور متوسط از هر صد کیلوگرم دانه ارقام روغنی سویا، ۱۸ کیلوگرم روغن و ۷۶ کیلوگرم کنجاله حاوی ۴۰ درصد پروتئین به دست می‌آید (رئیسی، ۱۳۸۰). روغن سویا حاوی ۱۴ تا ۱۵ درصد اسیدهای چرب اشباع، ۲۴ تا ۲۸ درصد اسید اولئیک، ۵۰ تا ۵۴ درصد اسید لینولئیک و ۷ تا ۸ درصد اسید لینولنیک می‌باشد؛ ولی فاقد کلسترول است؛ و این اسیدهای چرب اشباع نشده، از لحاظ تأمین ویتامین و حفظ سلامتی انسان، فوق العاده مهم می‌باشند (برگلند[1]، ۲۰۰۲). سویا ارزش بالایی در تغذیه انسان دارد. زراعت این گیاه در ایران از نظر تأمین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. روغن سویا برای طبخ، تهیه مارگارین و مایونز بکار می‌رود.

۲-۱-۲- منشأ سویا

سویا از دانه‌های مهم روغنی و از قدیمی‌ترین محصولات زراعی دنیا است که سابقه کشت آن به ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد در کشور چین می‌رسد. سویا قرن‌هاست که غذای مردم آسیا، مخصوصاً مردم چین بوده است و جزء پنج گیاه مقدس (برنج، گندم، جو، ارزن و سویا) محسوب می‌شود. سویا در اروپا در قرن هفدهم و در آمریکا در سال ۱۸۰۴ شناخته شد. در مورد تاریخچه زراعت سویا در ایران می‌توان گفت که نخستین بار در سال ۱۳۱۰ و ۱۳۱۶ انواعی از بذر سویا از چین و هند به ایران آورده شد و مورد آزمایش قرار گرفت (خواجه‌پور، ۱۳۸۵).

---

[1] *Berglund*

۲-۱-۳- اهمیت کشت سویا در جهان و ایران

امروزه سویا یکی از مهم‌ترین محصولات جهان محسوب می‌شود و ارزش این گیاه نه تنها به دلیل دانه روغنی بودن آن است، بلکه به عنوان یک منبع مناسب جهت تأمین پروتئین انسان و دام می‌باشد. بر اساس آمارهای موجود، امریکا همراه چین و برزیل بیش از ۹۰ درصد تولید سویا را در جهان به خود اختصاص داده‌اند. از میان کشورهای عمده تولید کننده سویا، امریکا مقام اول را دارا و پس از آن برزیل، چین، آرژانتین و هند در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (فائو[1]، ۲۰۰۶). بر اساس آمارهای موجود میزان تولید سویا در کشور ایران حدود ۲۰۷ هزار تن برآورد شده است. مناطق عمده کشت سویا در کشور در سال زراعی ۹۰- ۱۳۸۹ عبارتند از: گلستان ۶۵ درصد، اردبیل ۱۸/۷ درصد، مازندران ۱۶/۲ درصد و سایر استان‌ها یک درصد گزارش شده است (آمارنامه، ۱۳۹۰).

۲-۱-۴- گیاه‌شناسی سویا

سویا گیاهی یکساله، علفی و دو لپه است. این گیاه به خانواده بقولات[2]، زیر خانواده پروانه‌آسا[3] و جنس گلاسین[4] تعلق دارد. جنس گلایسین دارای دو زیر جنس به نام‌های گلایسین و سوژا[5] و شامل ۹ گونه است که انواع زراعی آن از گونه *Glycine max* L. Merr می‌باشد (کریمی، ۱۳۸۳). ارتفاع ارقام گوناگون آن بسیار متفاوت است، به طوری‌که بلندی بوته‌ها به ۳۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و حتی بیشتر نیز می‌رسد. سویا به صورت بوته‌ای استوار و نسبتا پربرگ رشد می‌کند. برگ‌ها از سه برگچه بیضی شکل، نوک تیز و مرکب تشکیل شده‌اند. سویا دارای ریشه‌ای نسبتاً مستقیم و با توسعه جانبی زیاد است؛ ولی بیشتر ریشه‌ها در لایه فوقانی خاک (تا عمق ۶۰ سانتی‌متر) گسترده است. روی ریشه‌های گیاه گره‌های تثبیت کننده نیتروژن حاوی باکتری‌های ریزوبیوم می‌باشد (ناصری، ۱۳۷۵). ریشه‌ها غده‌هایی حاوی یک گونه خاص از نژاد باکتری *Rhizobium japonicum* دارند و زمانی که کاملاً رشد می‌کنند گیاه را از مصرف نیتروژن بی‌نیاز می‌سازند. سویا گیاهی خودبارور، روز کوتاه و بسیار حساس به طول روز است و بر اساس حساسیت به طول روز و در نتیجه زودرسی در ۱۳ گروه رسیدگی تقسیم‌بندی می‌شود. واریته‌های سویا از نظر دوره رسیدگی بسیار متفاوت است و این دامنه بین ۷۵ تا ۲۰۰ روز است (خواجه‌پور، ۱۳۸۵).

۲-۲- کود زیستی

در سال‌های اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست‌محیطی، به ویژه آلودگی منابع خاک و آب که زنجیره‌وار به منابع غذایی روزمره‌ی انسان‌ها راه یافته و سلامت جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده‌اند، تلاش‌های گسترده‌ای به منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها با روش‌های زیست‌پالایی و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز شده

---

[1] *FAO*
[2] *Fabaceae*
[3] *Popilionoidae*
[4] *Glycine*
[5] *Soja*

است (دست‌برهان و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۰). کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (دست-برهان و همکاران، ۱۳۹۰). کودهای زیستی فقط به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود، بلکه کودهای زیستی عبارت از مواد نگهدارنده‌ی حاوی یک یا چند نوع ریزموجودات مفید خاکزی و یا فرآورده زیستی آن‌ها می‌باشند که به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان استفاده می‌شوند (اسدی‌رحمانی و همکاران، ۱۳۸۰).

نخستین کود زیستی با نام نیتراژین حاوی باکتری‌های ریزوبیومی در سال ۱۸۹۵ برای فروش در آمریکا عرضه شد (صالح راستین۱۳۸۰). در همین زمان در روسیه، محققین این کشور تلقیح بذور با *Bacillus sp* و در سال ۱۹۰۹ تلقیح *با Azotobacter chroococcum* را توصیه نمودند. در سال ۱۹۳۰ انستیتو میکروبیولوژی کشاورزی روسیه استفاده وسیع از *Bacillus megaterium* و *Azotobacter* را آغاز کرد و در سال ۱۹۶۲ تولید صنعتی این باکتری‌ها پاسخ‌گوی زراعتی معادل ۳۵ میلیون هکتار بوده است (اسدی‌رحمان و فلاح نصرت‌آباد، ۱۳۸۰).

اولین کود زیستی مورد استفاده در ایران مایه تلقیح‌های ریزوبیومی سویا بودند که از اوایل دهه ۱۳۴۰ از کمپانی آمریکایی نیتراژین وارد و همگام با توسعه کشت سویا در ایران مصرف شدند (اسدی-رحمانی و همکاران، ۱۳۸۰). اگرچه استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار بوده است و حتی تا دهه‌های قبل، تقریباً تمامی موادغذایی مصرف گیاهی انسان‌ها با استفاده از منابع کودهای زیستی تولید می‌شده است، اما استفاده از چنین منابعی به دلایل متعدد کاهش یافت. از طرفی، ادامه استفاده بیش از حد و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، نه تنها به کاهش کیفیت مواد غذایی منجر گردید، بلکه به شدت سلامت محیط زیست را به مخاطره انداخت. به همین دلایل بود که مجدداً استفاده از کودهای زیستی رونق یافت و استفاده آن در بخش‌های کشاورزی، به ویژه در چند سال اخیر رو به افزایش می‌رود.

دلایل روند روز افزون استفاده از کودهای زیستی از جمله آثار مثبت آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، سودمندی اقتصادی و تأثیر مفید و مثبت آن بر کاهش آلودگی محیط زیست می‌باشد. منابع اصلی کودهای زیستی باکتری‌ها، قارچ‌ها، سیانوباکتری‌ها (جلبک‌های سبز و آبی)، کودهای سبز و انواع مختلف کمپوست هستند. گیاهان، روابط بی‌شماری با قارچ‌ها، باکتری‌ها و جلبک‌ها دارند. این نوع کودهای زیستی، معروف به موجودات زنده سودمند به گیاه هستند و از جمله این سودمندی‌ها، در دسترس قراردادن عناصر غذایی به گیاه، مقابله با بیماری‌ها و مقاومت به تغییرات ناسازگار آب و هوا و خاک می‌باشند. از انواع کودهای زیستی می‌توان به باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریزی اشاره کرد. کودهای زیستی منشأ طبیعی دارند و معمولاً از خاک تهیه می‌شوند، بنابراین سبب بهبود ساختمان خاک، افزایش محصول و کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش بیماری‌ها خواهند شد (رحمانی، ۱۳۸۹).

کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی مزیت‌های قابل توجهی دارند، از جمله این که در چرخه مواد غذایی، مواد سمی تولید نمی‌کنند، قابلیت تکثیر خودبخودی دارند، باعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست-محیطی قابل پذیرش هستند (معلم و عشقی‌زاده، ۱۳۸۶). ملکوتی (۱۳۸۴) گزارش کرد که رایج‌ترین کودهای زیستی که با استفاده از ارگانیسم‌های خاک تهیه می‌شوند، عبارتند از:

- باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه
- باکتری‌های تثبیت کننده‌ی نیتروژن مولکولی در ازتوتروف‌ها
- میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات نامحلول
- قارچ‌های مایکوریزی
- میکروارگانیسم‌های تبدیل کننده‌ی مواد آلی زاید به کمپوست
- کرم‌های خاکی تولید کننده‌ی ورمی کمپوست

کود زیستی نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های از جنس ازتوباکتر و آزسپیریلیوم می‌باشد که توانایی ویژه‌ای در تثبیت زیستی نیتروژن دارند (تیلاک[1] و همکاران، ۲۰۰۵). جزئیات مکانیسم عمل این باکتری‌ها برای تقویت رشد گیاهان هنوز کاملاً شناخته نشده و مورد بحث است ولی نتایج پژوهش‌های مختلف گویای آن است که باکتری‌های جنس ازتوباکتر[2] و آزسپیریلوم[3] از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و متعادل کردن جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل-ملاحظه‌ی ویتامین‌های B و هورمون رشد به ویژه اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و سبب رشد و توسعه اندام هوایی گیاه می‌گردد (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در تجزیه مواد آلی، چرخه مواد غذایی و تشکیل خاک نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

۲-۲-۱- ضرورت استفاده از کودهای زیستی

مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و تأثیر سویی که بر چرخه‌ی زیستی و خودپایداری بوم‌نظام‌های زراعی دارند از یک سو، و مسأله‌ی تأمین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روز افزون جهان از سویی دیگر، تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات را ضروری ساخته است (قلاوند و همکاران، ۱۳۸۵). عملیات گسترده کشاورزی که عملکرد بالا را توجیه می‌کند، به کاربرد گسترده‌ی کودهای شیمیایی نیاز دارند که پرهزینه هستند و آلودگی محیط زیست را ایجاد می‌کنند، بنابراین اخیراً کشاورزی پایدار توجه زیادی را به خود جلب کرده است کودها همیشه به عنوان انرژی ورودی با ارزش در خاک برای تولید گیاه ارزیابی می‌شوند. مدیریت کودی با کاربرد مناسب کود آلی و شیمیایی بر اساس توانایی و اهداف کشت که کیفیت خاک، مواد

---

[1] *Tilak*
[2] *Azotobacter spp.*
[3] *Azospirillum spp.*

غذایی گیاه و مزیت کشت را افزایش می‌دهند متناسب است. مدیریت کودی به عنوان یک فرآیند مصمم و هدفمند، ترکیب مناسب کودی را برای تولید محصولات کشاورزی با کمترین تلفات غذایی تعیین می‌کند.

در عرصه کشاورزی تغییرات آب و هوایی و بروز خشکسالی‌های متناوب، تخریب لایه ازن، کاهش شدید و جدی تنوع زیستی گونه‌ها و کاهش سطح زمین کشاورزی حاصلخیز مواردی هستند که بیشترین نگرانی را ایجاد نموده‌اند (ملکوتی و سپهر، ۱۳۸۲). در سی سال اخیر به دلیل آشکار شدن اثرات زیانبار مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و قیمت رو به رشد آن‌ها، مجدداً استفاده از کودهای زیستی مطرح شده است (اسدی رحمانی و فلاح نصرت آبادی، ۱۳۸۰). به طور معمول ارگانیسم‌های مورد استفاده برای تولید کودهای زیستی، از خاک منشأ می‌گیرند و در اغلب خاک‌ها حضور دارند. با این حال کمیت و کیفیت آن‌ها در حد معمول نیست و به همین دلیل استفاده از مایه‌ی تلقیح آن‌ها ضرورت پیدا می‌کند. در این قبیل کودهای میکروبی، تراکم جمعیت سلول در حدی است که می‌توان تا بیش از یک میلیون سلول زنده را برای هر دامنه‌ی تلقیح شده با آن، فراهم کند، در حالی که به طور طبیعی چنین تعدادی به خصوص در حوزه فعالیت ریشه گیاه، حضور ندارد.

عوامل زیر می‌توانند موجب تشدید کمبود یا دلیل نبودن ارگانیسم مورد نظر در خاک باشند (ملکوتی و بلالی، ۱۳۸۳):

- تنش محیطی بلند مدت مانند خشکی، غرقاب، حرارت زیاد و یخبندان
- استفاده زیاد و مکرر از سموم شیمیایی به منظور مبارزه با بیماری‌ها و آفت‌های گیاهی
- در مورد انواع همزیست با گیاهان، عدم حضور گیاه میزبان مناسب به مدت طولانی و یا وارد کردن گونه یا واریته خاصی از یک گیاه غیربومی

تحت چنین شریطی می‌توان با استفاده از کودهای زیستی، توان گیاه را در جذب عناصر غذایی و آب افزایش داد.

۲-۲-۲- ضرورت استفاده از کودهای زیستی در خاک‌های ایران

کودهای زیستی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سامانه حیاتی خاک مطرح می‌شوند. عرضه مواد آلی به خاک به ویژه در خاک‌های ایران که اکثراً با کمبود مواد آلی مواجه هستند، بزرگترین مزیت این قبیل کودهاست. به علاوه، تأمین عناصر غذایی به صورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی (خاک و آب، منابع انرژی غیرقابل تجدید) از مهم‌ترین دلایل ضرورت استفاده از کودهای زیستی محسوب می‌شوند. بر شمردن این مزایا نباید به نفی کودهای شیمیایی تعبیر شود. کودهای شیمیایی می‌توانند به ویژه در زمین‌هایی که به صورت مکرر تحت کشت محصولات زراعی بوده‌اند، به عنوان مکمل منابع تغذیه‌ای گیاه در کنار کودهای زیستی به کار روند. کودهای زیستی همچنین به عنوان یک اهرم با دوام اقتصادی برای کشاورزان کوچک و خرده مالک به منظور تأمین هدف افزایش تولید می‌باشد.