بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی شاهرود
دانشکده کشاورزی
گروه زراعت

عنوان پایانامه:

تاثیر کود اوره و کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف سویا

دانشجو:

فریبا بهاری پنبه‌چوله

اساتید راهنما:

دکتر محمدرضا عامریان
دکتر حمیدرضا اصغری

اساتید مشاور:

دکتر منوچهر قلی‌پور

دکتر همت‌اله پیردشتی

پایان‌نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به عزیزان زندگیم

پدرم که لطفش چون آفتاب گرمابخش و بی‌دریغ است

مادرم که مهربانیش چون آسمان پاک و بی‌آلایش است

و همسرم که حمایت‌هایش بی‌انتها و دریاییست

تشکر و قدردانی

حال که به شکر ایزد متعال این مرحله از تحصیلاتم را با موفقیت به پایان رسانده‌ام بر خود دانسته تا از زحمات عزیزانی که با محبت مرا در این راه یاری نمودند سپاسگذاری نمایم.

از استاد عزیز و فرزانه جناب آقای دکتر محمدرضا عامریان که با راهنمایی‌های دلسوزانه خود اینجانب را در مراحل مختلف همراهی کردند کمال تشکر و سپاس را دارم.

از استاد ارجمندم آقای دکتر حمیدرضا اصغری که از راهنمایی ارزندهشان در حین اجرای طرح بهره بردم سپاسگذاری می نمایم.

همچنین از حمایت‌ها و همراهی‌های جناب آقای دکتر همت‌اله پیردشتی وآقای دکتر منوچهر قلی‌پور کمال تشکر را دارم.

با تشکر و سپاس ویژه از اساتید بزرگوار، خانواده‌ام و دوستان مهربانم که بی‌منت مرا در اجرای این طرح یاری نمودند. از خداوند متعال برای تمامی این عزیزان آرزوی سعادت، سلامت و موفقیت روز افزون را دارم.

چکیده

ریزوباکتریهای محرک رشد گیاه از مهمترین کودهای بیولوژیکی بوده و با محلول کردن و افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی، با تزریق نیتروژن و تولید هورمون‌های رشد به‌طور مستقیم و با کاهش یا پیشگیری از اثرات زیان‌آور بیماری‌زائی میکروارگانیسم‌های دیگر، از طریق تولید انواع مواد آنتی بیوتیک و سیدروفورها بطور غیرمستقیم سبب افزایش رشد گیاه شده و عملکرد گیاهان زراعی را بهبود می‌بخشند. به منظور بررسی تاثیر کود اوره و کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف سویا، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی ساری در سال ۱۳۸۹ در قالب اسپلیت پلات فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل رقم در سه سطح (BP، JK و۰۳۲) به عنوان فاکتور اصلی و اوره در دو سطح (عدم استفاده و استفاده) و کود بیولوژیک نیتروکسین در دو سطح (بدون تلقیح و تلقیح) به عنوان فاکتورهای فرعی بودند. نتایج این بررسی نشان داد، تلقیح با نیتروکسین در طی فصل رشد سبب بهبود رشد گیاه شد. کاربرد نیتروکسین بر صفات تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، درصد روغن، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه جانبی، وزن گره ریشه، وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی اثر معنی‌داری داشت. همچنین نتایج نشان داد که ارقام سویا بر صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، طول غلاف، درصد روغن، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه جانبی، ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه، قطر ساقه، وزن خشک برگ و ساقه اثر معنی‌داری داشت. کود اوره نیز به‌طور معنی داری صفات تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، درصد روغن، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه و وزن خشک ساقه را تحت تاثیر قرار داد. اثر متقابل رقم و اوره بر صفات تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، تعداد شاخه جانبی، شاخص برداشت و وزن گره ریشه معنی‌دار گردید، به‌طوریکه با مصرف کود اوره تعداد دانه در بوته، وزن غلاف و تعداد شاخه جانبی افزایش می‌یافت و عدم مصرف کود اوره باعث افزایش شاخص برداشت و وزن گره ریشه گردید. اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، درصد روغن، وزن هزار دانه، تعداد شاخه جانبی، تعداد گره ریشه و وزن گره ریشه معنی‌دار شد، به‌طوری‌که مصرف نیتروکسین باعث افزایش این صفات شد. اثر متقابل اوره و نیتروکسین تنها بر تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، درصد نیتروژن برگ معنی‌دار شد، به‌طوری‌که مصرف اوره و نیتروکسین باعث افزایش تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه شد و عدم مصرف آن‌ها باعث افزایش تعداد گره ریشه و درصد نیتروژن برگ شد. همچنین درصد روغن دانه، درصد نیتروژن برگ و وزن گره ریشه تحت تاثیر اثرات متقابل سه گانه تیمارها قرار گرفت. به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از این است که کاربرد کود اوره و نیتروکسین، به تنهایی و یا استفاده توام از آن‌ها باعث ارتقاء بسیاری از صفات مورد مطالعه شد و نیز تاثیر مثبتی در بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه سویا داشت. رقم BP با شاخص برداشت بالاتر نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت و در اکثر صفات مورد مطالعه مصرف اوره و

نیتروکسین، رقم BP را تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش معنی‌دار این صفات در این رقم گردید.
کلمات کلیدی: سویا، نیتروژن، نیتروکسین، عملکرد و اجزاء عملکرد

مقالات مستخرج از پایان‌نامه

۱- **مقایسه کارایی کود بیولوژیک نیتروکسین و کود شیمیایی اوره بر تجمع ماده خشک، ارتفاع و درصد روغن ارقام مختلف سویا.** کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی، دانشگاه زنجان، ۱۹ تا ۲۱ شهریور ۱۳۹۰.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و کلیات **صفحه**

۱-۱مقدمه ۱
۱- ۲ تاریخچه سویا ۵
۱- ۳ اهمیت سویا ۶
۱- ۴ گیاهشناسی سویا ۷
۱-۴-۱ریشه..... ۷
۱-۴-۲ گره بندی ۷
۱-۴-۳ساقه ۸
۱-۴-۴ برگ ۸
۱-۴-۵ گل آذین ۹
۱-۴-۶ میوه ۹
۱-۴-۷ اکولوژی سویا ۱۰
۱-۵ مراحل رشد و نمو سویا ۱۰
۱-۶ کود بیولوژیک ۱۲

فصل دوم: مروری بر منابع

۲-۱ باکتری‌های افزاینده رشد ۱۶
۲-۱-۱ ازتوباکتر..... ۱۸
۲-۱-۲ آزوسپریلیوم ۲۰
۲-۲ تاثیر باکتری‌های محرک رشد بر گیاهان ۲۲
۲-۲-۱ افزایش رشد گیاه ۲۲
۲-۲-۲ اثر بر جوانه‌زنی ۲۴
۲-۲-۳ تغذیه عناصر غذایی ۲۵
۲-۲-۴ افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی ۲۷
۲-۲-۵ اثر بر مقاومت به بیماری‌ها ۲۹
۲-۲-۶ اثر بر میکروارگانیسم‌های دیگر ۳۰
۲-۳ اهمیت و نقش نیتروژن در گیاهان ۳۱
۲-۴ تاثیر کود اوره بر سویا ۳۳

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ زمان و محل اجرای آزمایش ۳۶
۳-۲ نمونه برداری و تجزیه شیمیایی ۳۶
۳-۳ نوع و قالب طرح آزمایشی ۳۷

۳-۴ مشخصات مواد آزمایشی ۳۸
۳-۵ عملیات اجرایی ۳۸
۳-۵-۱ عملیات آماده سازی زمین و کاشت بذور ۳۸
۳-۵-۲ عملیات داشت ۳۹
۳-۵-۳ نمونه برداری و اندازه گیری‌ها ۳۹
۳-۵-۴ نمونه برداری جهت تعیین شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ۴۰
۳-۵-۵ برداشت نهایی ۴۱
۳-۵-۵-۱ نمونه برداری جهت اندازه‌گیری روغن دانه ۴۱
۳-۵-۵-۲ نمونه برداری جهت اندازه‌گیری نیتروژن برگ ۴۱
۳-۵-۶ تجزیه آماری داده‌ها ۴۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ عملکرد دانه ۴۴
۴-۲ عملکرد بیولوژیک ۴۵
۴-۳ شاخص برداشت ۴۵
۴-۴ تعداد دانه در بوته ۴۷
۴-۵ وزن غلاف ۵۱
۴-۶ طول غلاف ۵۴
۴-۷ درصد روغن دانه ۵۴
۴-۸ وزن هزار دانه ۵۶
۴-۹ تعداد دانه در غلاف ۵۹
۴-۱۰ تعداد غلاف در بوته ۶۱
۴-۱۱ تعداد شاخه جانبی ۶۲
۴-۱۲ تعداد گره ریشه ۶۴
۴-۱۳ وزن گره ریشه ۶۵
۴-۱۴ درصد نیتروژن برگ ۶۸
۴-۱۵ ارتفاع بوته ۷۰
۴-۱۶ تعداد گره ساقه ۷۱
۴-۱۷ قطر ساقه ۷۲
۴-۱۸ وزن خشک برگ ۷۳
۴-۱۹ وزن خشک ساقه ۷۴
۴-۲۰ بررسی روند آنالیزهای رشد ۷۶
۴-۲۰-۱ شاخص سطح برگ (LAI) ۷۶

۴-۲۰-۲ تجمع ماده خشک (TDM) ۷۸
۴-۲۰-۳ سرعت رشد محصول (CGR) ۸۱
۴-۲۰-۴ سرعت رشد نسبی (RGR) ۸۳
۴-۲۱ جمع‌بندی نتایج ۸۶
۴-۲۲ توصیه‌ها و پیشنهادات ۸۶
۴-۲۳ منابع مورد استفاده ۹۵

فهرست اشکال

شکل ۳-۱ نقشه کشت ۳۷
شکل ۴-۱ تاثیر رقم بر عملکرد بیولوژیک ۴۵
شکل ۴-۲ تاثیر رقم بر شاخص برداشت ۴۶
شکل ۴-۳ برهم‌کنش رقم و اوره بر شاخص برداشت ۴۷
شکل ۴-۴ تاثیر رقم بر تعداد دانه در بوته ۴۸
شکل ۴-۵ تاثیر اوره بر تعداد دانه در بوته ۴۸
شکل ۴-۶ تاثیر نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته ۴۹
شکل ۴-۷ برهم‌کنش رقم و اوره بر تعداد دانه در بوته ۵۰
شکل ۴-۸ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته ۵۱
شکل ۴-۹ برهم‌کنش اوره و نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته ۵۱
شکل ۴-۱۰ تاثیر رقم بر وزن غلاف ۵۲
شکل ۴-۱۱ تاثیر اوره بر وزن غلاف ۵۲
شکل ۴-۱۲ تاثیر نیتروکسین بر وزن غلاف ۵۲
شکل ۴-۱۳ برهم‌کنش رقم و اوره بر وزن غلاف ۵۳
شکل ۴-۱۴ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر وزن غلاف ۵۳
شکل ۴-۱۵ تاثیر رقم بر طول غلاف ۵۴
شکل ۴-۱۶ تاثیر اوره بر درصد روغن ۵۵
شکل ۴-۱۷ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر درصد روغن ۵۵
شکل ۴-۱۸ تاثیر رقم بر وزن هزار دانه ۵۷
شکل ۴-۱۹ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر وزن هزار دانه ۵۸
شکل ۴-۲۰ برهم‌کنش اوره و نیتروکسین بر وزن هزار دانه ۵۸
شکل ۴-۲۱ تاثیر رقم بر تعداد دانه در غلاف ۶۰
شکل ۴-۲۲ تاثیر اوره بر تعداد دانه در غلاف ۶۰
شکل ۴-۲۳ تاثیر نیتروکسین بر تعداد دانه در غلاف ۶۰
شکل ۴-۲۴ تاثیر رقم بر تعداد غلاف در بوته ۶۱

شکل ۴-۲۵ تاثیر اوره بر تعداد غلاف در بوته ۶۱
شکل ۴-۲۶ تاثیر رقم بر تعداد شاخه جانبی ۶۲
شکل ۴-۲۷ تاثیر نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی ۶۳
شکل ۴-۲۸ برهم‌کنش رقم و اوره بر تعداد شاخه جانبی ۶۳
شکل ۴-۲۹ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی ۶۴
شکل۴ -۳۰ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر تعداد گره ریشه ۶۵
شکل ۴-۳۱ تاثیر نیتروکسین بر وزن گره ریشه ۶۶
شکل ۴-۳۲ برهم‌کنش رقم و اوره بر وزن گره ریشه ۶۷
شکل ۴-۳۳ برهم‌کنش رقم و نیتروکسین بر وزن گره ریشه ۶۷
شکل ۴-۳۴ برهم‌کنش اوره و نیتروکسین بر درصد نیتروژن برگ ۶۹
شکل ۴-۳۵ تاثیر رقم بر تعداد گره ساقه ۷۱
شکل ۴-۳۶ برهم‌کنش اوره و نیتروکسین بر تعداد گره ساقه..... ۷۲
شکل ۴-۳۷ تاثیر رقم بر قطر ساقه..... ۷۲
شکل ۴-۳۸ روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر رقم ۷۳
شکل ۴-۳۹ روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر اوره ۷۳
شکل ۴-۴۰ روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر نیتروکسین ۷۴
شکل ۴-۴۱ روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر رقم ۷۵
شکل ۴-۴۲ روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر اوره ۷۵
شکل ۴-۴۳ روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر نیتروکسین ۷۵
شکل۴-۴۴ روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر رقم ۷۷
شکل ۴-۴۵ روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر اوره ۷۷
شکل ۴-۴۶ روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر نیتروکسین ۷۷
شکل ۴-۴۷ روند تغییرات تجمع ماده خشک تحت تاثیر رقم ۷۹
شکل ۴-۴۸ روند تغییرات تجمع ماده خشک تحت تاثیر اوره ۷۹
شکل ۴-۴۹ روند تغییرات تجمع ماده خشک تحت تاثیر نیتروکسین ۸۰
شکل ۴-۵۰ روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) تحت تاثیر رقم ۸۱
شکل ۴-۵۱ روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) تحت تاثیر اوره ۸۲
شکل ۴-۵۲ روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) تحت تاثیر نیتروکسین ۸۲
شکل ۴-۵۳ روند تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR) تحت تاثیر رقم ۸۴
شکل ۴-۵۴ روند تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR) تحت تاثیر اوره ۸۴
شکل ۴-۵۵ روند تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR) تحت تاثیر نیتروکسین ۸۴

فهرست جداول

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه ۳۷
جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر درصد روغن دانه ۵۶
جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر وزن گره ریشه ۶۸
جدول ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر درصد نیتروژن برگ ۶۹
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر ارتفاع بوته ۷۰
جدول ۴-۵- میانگین مربعات عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت تحت تاثیر رقم اوره و نیتروکسین ۸۹
جدول ۴-۶- میانگین مربعات تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، طول غلاف، درصد روغن دانه تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین ۸۹
جدول ۴-۷- میانگین مربعات وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین ۹۰
جدول ۴-۸- میانگین مربعات تعداد شاخه جانبی، تعداد گره ریشه، وزن گره ریشه، درصد نیتروژن برگ تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین ۹۰
جدول ۴-۹- میانگین مربعات ارتفاع بوته تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری..... ۹۱
جدول ۴-۱۰- میانگین مربعات تعداد گره ساقه تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۱
جدول ۴-۱۱- میانگین مربعات قطر ساقه تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۲
جدول ۴-۱۲- میانگین مربعات وزن خشک برگ تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۲
جدول ۴-۱۳ میانگین مربعات وزن خشک ساقه تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۳
جدول ۴-۱۴- میانگین مربعات شاخص سطح برگ تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۳
جدول ۴-۱۵- میانگین مربعات تجمع ماده خشک تحت تاثیر رقم، اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری ۹۴

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه :

سویا (*Glycine max* L. meril) یکی از دانه‌های روغنی و از مهمترین حبوبات مناطق گرم محسوب می‌شود و در آب و هوای گرم و در مناطق استوایی و نیمه استوایی کاشته می‌شود. اهمیت آن به خاطر پروتئین و روغن بالای دانه است (فتحی، ۱۳۷۸). روغن سویا یکی از اجزای اصلی بازار روغن خوراکی است و برای خوراک انسان به صور مختلف به خصوص مارگارین و روغن جامد مصرف می شود. کنجاله سویا به عنوان یک منبع پروتئین جهت اختلاط با سایر خوراک‌های دام و مرغ به شدت مورد تقاضا است.

از آنجایی که توانایی تولید غذا یکی از عوامل اصلی توسعه جوامع بشری است توسعه اقتصادی جامعه نوین بستگی به گیاهان زراعی دارد زیرا به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم برای مصرف انسان مورد نیاز می‌باشد. با وجود اینکه افزایش قابل ملاحظه‌ای در طی ۳۰ سال گذشته در تولید گیاهان زراعی بدست آمده، با این حال متوسط عملکرد اکثر گیاهان زراعی هنوز کمتر از حد پتانسیل آنهاست.

عملکرد بالقوه تنها با استفاده از ارقام پر محصول در شرایط مدیریتی ایده‌آل و همراه با محیط فیزیکی و شیمیایی مطلوب بدست خواهد آمد. یکی از مهمترین مسائل، موضوع تغذیه صحیح و مناسب در طول رشد محصول و تهیه کلیه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به حد کافی برای تولید محصول بیشتر و با کیفیت برتر است که باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد (فتحی، ۱۳۷۸).

برای گیاهانی مانند سویا که با اتکا به همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن مولکولی، بدون نیاز به مصرف کودهای شیمیایی بالاترین بازده محصول را داشته باشند، استفاده از این توان ذاتی، به لحاظ جنبه‌های مفید اقتصادی و زیست محیطی آن، ضرورتی اجتناب ناپذیر به‌شمار می‌رود (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۸۱).

چون زیان‌های اقتصادی و زیست محیطی ناشی از استفاده بی رویه از کودهای نیتروژنه در کشاورزی در سطح جهانی مطرح می‌باشد، منطق حکم می‌کند که جایگزین مناسب‌تری برای این کود ها در نظر گرفته شود. در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای برای کودهای شیمیایی به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند، که منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند (چن، ۲۰۰۶).

کشاورزی پایدار به عنوان یک نظام زراعی شامل رهیافت‌هایی است که وابستگی کشاورزان به برخی نهاده‌های کشاورزی را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش تخریب محیط زیست و تعادل بین نسل‌ها می گردد. یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و حفظ سلامت محیط زیست فراهم سازی شرایط لازم و ضرورت استفاده بیشتر از میکروارگانیسمهای خاکزی می‌باشد (دباغیان، ۱۳۸۸). برخی از ریز موجودات خاک اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند که به آن‌ها رایزوباکترهای محرک رشد گیاه (PGPR[۱]) اطلاق می‌شود. باکتری‌های آزادزی در برخی از فرایند های کلیدی بوم نظام مانند فرایند های دخیل در کنترل بیولوژیکی پاتوژن‌های گیاهی، چرخه عناصر غذایی و استقرار گیاهچه نقش دارند.

در دهه‌های گذشته نظام‌های کشاورزی رایج که به نهاده‌های خارجی و از جمله مواد شیمیایی کاملا متکی بوده‌اند، در تولید محصولات زراعی نقش چشمگیری داشته‌اند، به دلایل متعددی از جمله: افزایش هزینه دست‌یابی به انرژی و مواد شیمیایی مورد مصرف در مزرعه، کاهش حاصلخیزی خاک حاصل از فرسایش و به همراه آن کاهش مواد آلی و عناصر غذایی خاک، آلودگی آب‌های سطحی و زیر

[۱] Plant Growth Promoting Rhizobactria

زمینی در نتیجه مصرف مواد شیمیایی و غیره، کارایی این نظام‌ها سوال برانگیز شده است (غلامی و کوچکی، ۱۳۸۰).

امروزه رویکرد جهانی به سمت کشاورزی ارگانیک است. در این سیستم از کشاورزی که شاید بر گرفته از کشاورزی سنتی باشد سعی بر این است تا از نهاده‌هایی که منشا شیمیایی دارند استفاده نشود (سیلسپور و ممیزی، ۱۳۸۵). تاثیر نامطلوب و اثرات باقی‌مانده مصرف انواع کودهای شیمیایی، سموم، هورمون‌ها، .... در تولیدات غذایی در کشورهای صنعتی پیشرفته موجب شده است، کشاورزی در جهتی کاملا متضاد با روش مدرن تحول یابد و آن جلوگیری از مصرف هرگونه مواد شیمیایی یا نهاده مصنوع انسان در تولیدات و پخش محصولات زراعی و باغی و دامی است. این کشاورزی به کشاورزی ارگانیک موسوم است و در کشورهای مختلف به نام‌های گوناگون چون کشاورزی بیولوژیکی، کشاورزی پایدار و کشاورزی با مصرف کم مواد شیمیایی نامیده می‌شود.

کشاورزی ارگانیک بازگشت به سیستم صد سال گذشته نیست، چرا که با استفاده از تکنولوژی و علوم مختلف می‌توان بالاترین میزان و مناسب‌ترین روش تولید را در کشاورزی به وجود آورد. قدرت تولید کشاورزی ارگانیک و جوابگویی نیاز غذایی جمعیت دنیا با استفاده از روش‌های جدید بیوتکنولوژی امکان پذیر است (ملکوتی، ۱۳۷۸).

در چنین سیستمی نظر به شرایط بیولوژیکی و قدرت حاصلخیزی و تولیدی مناسب خاک و گیاه، بروز امراض و آفات به حداقل رسیده و نیازی به استفاده از سموم یا کودهای شیمیایی نبوده و هدف سوم که حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست می‌باشد نیز بدست خواهد آمد. از دیگر دلایلی که موجب ترغیب زارعان به تبدیل کشاورزی ارگانیک شده، بالا بودن میزان سود حاصله به دلیل قیمت مناسب و بالای فروش این تولیدات و عدم وجود واسطه‌ها برای فروش این تولیدات است. نظر به اینکه در بیشتر موارد مصرف کننده این تولیدات افراد مرفه جامعه را تشکیل می‌دهند قدرت خرید بالاتری دارند و خواهان تولیدات سالمتر حتی با قیمت بالاتر هستند. یکی دیگر از مواردی که باعث ترویج کشاورزی ارگانیک می‌شود آگاهی مردم از مضرات مصرف مواد شیمیایی در تهیه محصولات کشاورزی

می‌باشد. لذا آگاهی جوامع به ایمنی غذایی و حفاظت محیط زیست و سلامتی جوامع می‌تواند از طریق تحقیق و برنامه ریزی دقیق کشاورزی ارگانیک حاصل گردد تا نسل‌های آینده بتوانند از شرایط مناسب برخوردار گردند (ملکوتی، ۱۳۷۸).

کمیته محصولات ارگانیک در سال ۱۳۸۰ به دستور معاون زراعت در سازمان حفظ نباتات کشور تشکیل شد. کل سطح کشت محصولاتی که در کشور بدون استفاده از سموم و کودهای شیمیایی تولید شده اند حدود ۲۳۹۴۶۲ هکتار است که شامل ۱۲۵۸۰۲ هکتار محصولات باغی و ۱۱۳۶۵۹ هکتار محصولات زراعی می‌باشد. میزان سطوح کشت محصولات زراعی و باغی که تولید آنها بدون استفاده از کود و سم انجام می‌گیرد به ترتیب ۱ و ۷/۲ درصد از کل سطوح کشت محصولات زراعی و باغی کشور را تشکیل می‌دهد (نصر اصفهانی و میرفندرسکی، ۱۳۸۵). خوشبختانه هنوز مناطقی دور افتاده در ایران وجود دارند که به علت عدم دسترسی به مواد شیمیایی هیچگونه کود یا سم در این مناطق مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و تولیدات ارگانیک دارند. چنانچه این باغ‌ها، مزارع و سایر مراکز تولید کشاورزی شناخته شوند با بهره گیری از تکنولوژی و علوم جدیدی می‌توان موجب افزایش تولید گشته و جتی تولیدات را به قیمت مناسب برای صادرات یا مصرف داخلی به فروش رسانند و موجب فقرزدایی در این مناطق محروم گردند (ملکوتی، ۱۳۷۸).

اهدافی که در این پژوهش دنبال می‌شد عبارتند از:

۱-ارزیابی تاثیر PGPR بر عملکرد و عکس‌العمل‌های رشدی سه رقم سویا

۲-ارزیابی و مقایسه استفاده از کودهای زیستی و مصرف کود شیمیایی اوره در عملکرد سویا

۱-۲ تاریخچه سویا

سویا یک گیاه زراعی قدیمی است که از۲۸۰۰ سال پیش از میلاد در چین کشت شده است. این گیاه سرچشمه عالی از روغن پروتئین گیاهی و منبع غذایی برای کسانی است که رژیم گیاه خواری دارند و به عنوان یک گیاه دو منظوره در هند کاشته می‌شود. پروتئین آن با گوشت و فرآورده‌های

لبنی و تخم مرغ قابل مقایسه بوده و به همین دلیل یکی از گیاهان ممتاز قرن بیستم لقب گرفته است (کوچکی، ۱۳۷۳).

کشورهای مهم تولید کننده سویا عبارتند از ایالات متحده، برزیل، چین، و آرژانتین. چهار کشور اصلی تولید کننده سویا، بر روی هم ۹۰ تا ۹۵ درصد تولید جهانی را دارا هستند (لطیفی، ۱۳۷۵). سویا در اوایل قرن هفدهم به اروپا و در اوایل قرن نوزدهم به آمریکای شمالی برده شده است. اگرچه کشت سویا در شرق به‌عنوان یک محصول اصلی بشمار می‌آید ولی امروزه تولید آن در آمریکای شمالی بیش از تولید آن در شرق می‌باشد (فتحی، ۱۳۷۸). ارقام این گیاه اولین بار در سال ۱۳۱۰ و سپس در سالهای ۱۳۱۶و ۱۳۱۸ از آسیای شرقی و آلمان به ایران وارد شدند و در کلیه آزمایش‌ها عملکرد خوب و زیادی از خود نشان دادند و اکنون هر سال در کشور هزاران هکتار زیر کشت سویا قرار دارد (صدروی، ۱۳۸۲).

۱-۳ اهمیت سویا

دانه خشک لوبیای روغنی دارای ۱۸ تا ۲۵ درصد روغن و ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می‌باشد. درصد روغن و پروتئین تحت تاثیر شرایط محیطی رشد، عملکرد و میزان تثبیت نیتروژن هوا یا مقدار نیتروژن خاک قرار می‌گیرد. به‌طور میانگین، از هر تن دانه ارقام روغنی (با استخراج توسط حلال) حدود ۱۸۰ کیلوگرم روغن و ۷۶۰ کیلوگرم کنجاله حاوی ۴۴ درصد پروتئین بدست می‌آید (خواجه پور، ۱۳۸۳). روغن سویا ۲۰ تا ۲۵ درصد کل تولید روغن و چربی جهان و ۳۰ تا ۳۵ درصد کل تولید روغن نباتی خوراکی را شامل می‌شود (امام و ثقه الاسلامی، ۱۳۸۴).

پروتئین سویا بعد از پروتئین‌های حیوانی از لحاظ مرغوبیت در درجه اول اهمیت قرار دارد و روغن استخراج شده از دانه‌های آن برای تهیه انواع فرآورده‌ها شامل روغن هیدروژنه، روغن مایع، مارگارین و روغن طباخی مورد استفاده قرار می‌گیرد، آنچه پس از استخراج روغن باقی می‌ماند ممکن است به صورت آرد سویا (۷۰ درصد پروتئین) مصرف شود (مصطفویان، ۱۳۸۶). از دیگر فرآورده‌های سویا می

توان به نوشابه، چسب، مطبوع کننده‌های خمیری، فرآورده‌های مشابه شیر، پنیر و گوشت اشاره کرد (لطیفی، ۱۳۷۲).

۱-۴ گیاهشناسی سویا

سویا گیاهی است یکساله از خانواده Fabaceae و زیر خانواده پروانه آسا (Papilionoidea) و انواع زراعی آن با نام علمی (*Glycine max* L. meril) شناخته می‌شود (مصطفویان، ۱۳۸۶). گیاه سویا دارای ۲n=۴۰ کروموزوم بوده و بر حسب رقم گیاه از عادات رشدی محدود یا نامحدود برخوردار است. در ارقام رشد محدود، رشد رویشی هنگام ورود گیاه به رشد زایشی به حداکثر میزان خود رسیده و بعد از آن متوقف می‌شود ولی ارقام رشد نامحدود، رشد در زمان گلدهی و حتی پس از تشکیل غلاف صورت می‌گیرد (لطیفی، ۱۳۷۵).

۱-۴-۱ ریشه

حصول حداکثر محصول سویا تا حدود زیادی بستگی به وجود ریشه در سیستمی حجیم همراه با غده های تثبیت کننده ازت دارد. گسترش حجم ریشه در صورت وجود آب و عناصر غذایی کافی در خاک و تهیه بستر مناسب امکان پذیر است (لطیفی، ۱۳۷۲). ریشه سویا از یک ریشه اصلی و ریشه‌های فرعی تشکیل می‌شود. ریشه اصلی می‌تواند تا عمق ۱/۵متر پیشروی کند ولی ریشه‌های فرعی به اعماق کمتری فرو می‌روند. از ریشه اصلی ریشه‌های فرعی جدا شده و رشد ونمو این ریشه‌ها تا موقع گل کردن گیاه ادامه دارد و بعد از آن کم و بیش متوقف می‌شود (کوچکی، ۱۳۷۵).

۱-۴-۲ گره بندی

گرهک‌ها برآمدگی‌های کوچکی هستند که بر روی ریشه بوجود می آیند. گره‌بندی سویا، به مکان هایی بین نوک ریشه و کوچکترین جوانه تارهای کشنده محدود می‌شود و در دیواره ریشه‌های بالغ، اتفاق نمی‌افتد. گره بندی شامل یک سری فعل و انفعالات شیمیایی بین گیاه و باکتری است. گره‌ها در سویا از ۹روز بعد از کاشت ظاهر می‌شوند و تثبیت نیتروژن در حدود ۲ هفته بعد شروع می‌شود و یک عمر متوسط ۶۵ روزه دارند (یوسفی، ۱۳۷۴ و فتحی، ۱۳۷۸).

میزان گرهک سازی و تثبیت ازت در درجه اول به غلظت نیترات در ناحیه ریشه و در مرحله دوم به تعداد نژادهای موثر ریزوبیوم در منطقه ریزوسفر بستگی دارد به این ترتیب که افزایش نیترات خاک باعث کاهش گره سازی و تثبیت ازت می‌شود در صورتی که افزایش ماده آلی خاک باعث تحریک فعالیت باکتری می‌گردد (تامسون، ۱۹۹۲).

ریزوبیوم، کربوهیدرات و سایر مواد غذایی را از آوند آبکش ریشه گیاه میزبان گرفته و انرژی دریافتی را صرف تبدیل نیتروژن هوا به یون آمونیوم و در نهایت اسیدهای آمینه می‌نمایند. مقدار نیتروژن تثبیت شده توسط ریزوبیوم‌ها ممکن است تا حدود ۸۰ درصد کل نیتروژن مورد نیاز گیاه را در شرایط مساعد برای تثبیت تامین نماید (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۴-۳ ساقه

لوبیای روغنی تولید یک ساقه اصلی استوار و اغلب کرک‌دار می‌کند که در ناحیه قاعده چوبی می باشد. از گره پائینی ساقه اصلی معمولا چهار تا هفت شاخه جانبی قوی منشعب می‌گردد (خواجه پور، ۱۳۸۳). ارتفاع ساقه سویا بین ۴۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر و در ارقام مختلف متفاوت است. مقاومت به خوابیدگی در سویا بسیار بالا بوده در عین حال برخی از ارقام فاقد چنین مقاومتی بوده و با سنگین شدن دانه‌ها می‌خوابند. اگر بوته‌ها در ردیف‌های با فاصله کم کشت شوند در اثر سایه اندازی بوته‌ها روی هم و در نتیجه نازکی ساقه‌ها خوابیدگی اتفاق می‌افتد (فتحی، ۱۳۷۸).

۱-۴-۴ برگ

سویا دارای چهار نوع برگ است که شامل لپه‌ها، برگهای اولیه تک برگچه‌ای، برگهای سه برگچه ای و برگچه‌های ضمیمه می‌باشد (لطیفی، ۱۳۷۲).در برخی از ارقام برگ‌ها نیز مانند ساقه کاملا کرک دار می‌باشند. کرک‌ها روی ساقه و برگ، کوتاه و به رنگ قهوه‌ای یا خاکستری‌اند. برگ‌ها روی ساقه به طور متناوب قرار گرفته‌اند و هر برگ مرکب معمولا از سه برگچه نسبتا بزرگ بیضی شکل تشکیل شده است. این برگچه‌ها معمولا دارای انتهایی نسبتا باریکند. برگ در روی یک دمبرگ بلند و کرکدار قرار گرفته است (صدروی، ۱۳۸۲)

۱-۴-۵ گل آذین

آرایش گل در سویا خوشه‌ای بوده و ممکن است شامل ۸ تا ۱۷ گل به رنگ سفید، بنفش یا ارغوانی باشد (جعفری، ۱۳۸۳). ریزش گل از ۲۰ تا ۸۰ درصد در تمام مراحل تولید مثل اتفاق می افتد. دلیل آن موازنه و تعادل عناصر غذایی و مواد فتوسنتزی در اندام‌های زایشی باقی مانده می‌باشد که این کار گیاهان به خود هرسی معروف است. گل سویا به دلیل ساختمان آن تقریبا به‌طور کامل خودگشن بوده و درصد دگرگشنی آن کمتر از ۰/۵درصد گزارش شده است (فتحی، ۱۳۷۸).

گل‌ها در محل اتصال شاخه‌های فرعی به ساقه اصلی و روی شاخه‌های فرعی در محل اتصال دمبرگ‌ها به شاخه فرعی تشکیل می‌گردند.گل ها ممکن است در بعضی نقاط با آرایش خوشه‌ای ظاهر گردند. تعداد گل‌ها و همچنین محل قرارگیری آن‌ها بر روی گیاه از رقمی به رقم دیگر متفاوت است. در ارقام رشد نامحدود گل دادن از گره چهارم یا پنجم شروع شده و به طرف بالا ادامه می‌یابد. پس از ظهور اولین غلاف در قسمت پایین گیاه باز هم در قسمت فوقانی گل‌های جدیدی پدیدار می گردد. در ارقام رشد محدود گل دادن از گره‌های میانی ساقه اصلی شروع می‌شود. گل دادن در ارقام رشد محدود مدت زمان طولانی تر طول می‌کشد (ناصری، ۱۳۷۵).

۱-۴-۶ میوه

میوه سویا غلاف یا نیام است که به صورت مجتمع به تعداد ۳ تا ۱۵عدد بر روی ساقه‌های کوتاه دیده می‌شوند. غلاف کوچک، باریک و پوشیده از کرک و دارای رنگ قهوه‌ای روشن است. هر غلاف دارای ۲ تا ۴ دانه است (صدروی، ۱۳۸۲). دانه‌های لوبیای روغنی گرد تا لوبیایی شکل بوده، ۵ تا ۱۰ میلی‌متر قطر داشته و به رنگ‌های سبز کمرنگ، زرد تا قهوه ای تیره و یا زرد با لکه‌های قهوه‌ای تا سیاه با سطح صاف و براق و با ناف مشخص و واضح دیده می‌شوند. وزن هزار دانه در بیشتر ارقام ۶۰ تا ۲۰۰ گرم با میانگین حدود ۱۵۰گرم می باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۴-۷ اکولوژی سویا

سویا در گروه گیاهان گرمادوست قرار دارد و در همان مناطقی که ذرت تولید می‌شود قابل کشت است. سویا به گرما و نور فراوان نیاز دارد و به سایه‌اندازی و رقابت علف‌های هرز حساس است. حداقل دما برای رشد لوبیای روغنی ۱۰درجه سانتی‌گراد و دمای کشنده ۲- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دماهای حداکثر بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد برای رشد سویا نامطلوب است. رشد مطلوب سویا هنگامی بدست می‌آید که میانگین شبانه روزی دما بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد. نیاز سویا به رطوبت خاک از شروع گل‌دهی تا شروع رسیدگی زیاد است. مقدار آب مورد نیاز (تبخیر و تعرق) برای رشد سویا بین ۴۵۰۰ تا ۸۲۵۰ متر مکعب در هکتار تخمین زده‌اند. سویا به آب ایستادگی حساس است. وقوع چند روز آب ایستادگی طی دوران رشد رویشی می‌تواند موجب نقصان عملکرد دانه به میزان حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد گردد. pH حدود خنثی تا کمی اسیدی را برای سویا مناسب دانسته‌اند. اما عملکردهای بسیار بالائی از این محصول در pH حدود ۷/۵ بدست آمده است. در حال حاضر، سویا از عرض جغرافیائی ۴۰ درجه جنوبی تا بیش از ۵۰ درجه شمالی و از ارتفاع صفر تا بیش از ۲۱۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیائی) کاشته می‌شود. سویا گیاهی روز کوتاه است که نسبت به طول روز حساسیت نشان می‌دهد. سویا گیاهی حساس به شوری، سله و تراکم خاک است به همین دلیل گیاه مناسبی برای خاکهای سنگین مانند رسی شنی، رسی سیلتی و رسی نیست. بهترین رشد آن در بافتهای متوسط مانند لوم، لوم شنی ریز، لوم سیلتی و سیلتی با زهکشی خوب بدست می‌آید (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۵ مراحل رشد و نمو سویا

مشخصات رشد رویشی و زایشی سویا به وسیله فهر و همکاران (۱۹۷۱) تهیه شده است. این مشخصات برای تمام ژنوتیپ‌های سویا در هر محیطی کاربرد دارند.

۱. مراحل رشد رویشی(V)

V_1: برگ‌های تک برگچه‌ای کاملا رشد کرده‌اند.

V_2: اولین برگ سه برگچه‌ای کاملا رشد کرده‌اند.

V_3: با احتساب گره برگ تک برگچه‌ای سه گره با برگ‌های کاملا رشد کرده در ساقه اصلی وجود دارد.

V_n: با احتساب گره حامل برگ‌های تک برگچه‌ای، n گره با برگ‌های کاملا رشد کرده روی ساقه اصلی وجود دارد.

R_1: در این مرحله گلدهی شروع شده و رشد رویشی در ارقام محدود تمام می‌شود. رشد طولی ریشه ها به‌طور سریع افزایش داشته و ریشه‌های ثانویه و مویین تا ۳۲ سانتی‌متری خاک در طول این دوره گسترش می‌یابد. اما بعد از آن ریشه ها در این ناحیه شروع به انحطاط می‌کنند.

R_2: گل در گره بلافاصله زیر بالاترین گره گیاه با یک برگ کاملا باز شده قرار دارد. تجمع سریع مواد بوسیله گیاه و افزایش تثبیت ازت بوسیله گرهک‌های ریشه در این مرحله انجام می‌شود.

R_3: در این مرحله غلاف‌دهی شروع می‌شود. غلاف‌ها ۰/۵ سانتی‌متر طویل شده‌اند با یک برگ کاملا باز شده.

R_4: از مشخصات این مرحله اندازه غلاف حدود ۲ سانتی‌متر بر روی یکی از ۴ گره بالایی روی ساقه اصلی با برگ کاملا توسعه یافته بوده و با رشد سریع غلاف و شروع توسعه بذر مشخص می‌گردد. در اواخر این مرحله غلاف‌ها به طور نرمال به حداکثر طول و عرضشان می‌رسند.

R_5: رشد سریع بذر و توزیع مجدد وزن خشک و عناصر داخل گیاه به بذرهای در حال رشد در این مرحله صورت می‌گیرد. دانه‌ها در یکی از ۴ گره بالایی که یک برگ کاملا باز شده دارند شروع به رشد می‌کنند. در این زمان وقتی غلاف‌ها فشار داده می‌شوند می‌توان دانه‌ها را لمس کرد. در اواخر این مرحله تثبیت ازت به‌طور سریع کاهش می‌یابد. تقاضای آب و مواد غذایی در طول این دوره زیاد می شود. در طول پر شدن غلاف بذرها تقریبا نیمی از ازت، فسفر و پتاسیم خود را از طریق توزیع مجدد از اندام‌های رویشی به‌دست می‌آورند و نیمی دیگر به وسیله جذب خاکی و فعالیت گرهک‌ها تامین می شود. این توزیع مجدد عناصر از قسمت‌های رویشی گیاه صرف نظر از جذب عناصر غذایی خاکی قابل دسترس اتفاق می‌افتد. حذف ۱۰۰ برگ‌ها در فاصله زمانی بین R۵ و R۶ می‌تواند عملکرد سویا را

حدود ۷۵ درصد کاهش دهد. وقوع شرایط تنش‌زا در این زمان همچنین ممکن است باعث کاهش شدید عملکرد شود.

$R_۶$: در این مرحله غلاف‌ها دارای دانه‌هایی با رنگ سبز و عرض برابر با حفره غلاف هستند که در یکی از ۴ گره بالایی که یک برگ کاملا باز شده دارند مشاهده می‌شوند. وزن کل غلاف گیاه در این مرحله به حداکثر رسیده است. سرعت رشد بذرها خیلی سریع بوده ولی در اواخر این مرحله سرعت تجمع وزن خشک در بذرها کند می‌شود. زرد شدن سریع برگ و پیری قابل ملاحظه بالای گیاه بعد از این مرحله (R۶) شروع شده و تا R۸ ادامه می‌یابد. رشد ریشه نیز در این مرحله متوقف می‌شود. شرایط تنش‌زا در طول این مرحله ممکن است طول این دوره را کوتاه نماید که در این صورت با اندازه کوچکتر و چروکیده بذر و کاهش عملکرد همراه می‌باشد.

$R_۷$: مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، یکی از غلاف‌های طبیعی ساقه اصلی به رنگ زرد یا قهوه‌ای در می آید. در این مرحله ۵۰ ٪ برگ‌ها زرد می‌شوند. وقوع شرایط تنش‌زا در طول این دوره تاثیر خیلی کمی بر عملکرد دارد.

$R_۸$: رسیدگی برداشت، ۹۵٪ غلاف‌ها رنگ رسیدگی گرفته‌اند و زمانی که بیشتر برگ‌های سویا ریخته باشد و رطوبت بذرها به ۱۴٪ رسیده باشد بهترین زمان برداشت سویا است (کافی، ۱۳۸۰ و فتحی، ۱۳۷۸).

۱-۶ کود بیولوژیک

برای افزایش تولید محصولات کشاورزی یا باید سطح زیر کشت را بیشتر کرد که چندان مقدور نیست و یا میزان تولید در واحد سطح را افزایش داد. برای این منظور اقدامات زیادی از جمله مصرف کودهای شیمیایی و سموم صورت گرفته است. در قرن حاضر تولید کودهای شیمیائی مثل کودهای ازته، فسفره و پتاسه به‌منظور افزایش عملکرد محصولات کشاورزی برای تامین نیازهای روبه رشد و افزایش جمعیت و به دلیل عدم دسترسی انسان به زمین‌های حاصلخیز زراعی تشدید شده است. موضوع قابل تامل آن است که استفاده از این قبیل مواد شیمیایی علاوه بر هزینه بالا، خسارات عمده‌ای

را به محیط زیست وارد می‌کنند که نتیجه آن مسمومیت انسان، دام و آبزیان است (دباغیان، ۱۳۸۸). کودهای شیمیائی پس از استفاده در ابتدای فصل زراعی ممکن است از فرم شیمیائی قابل استفاده عنصر برای گیاه به فرم های دیگر تبدیل شود یا از طریق آبشوئی از دسترس گیاه خارج گردد (نیکولای و همکاران، ۲۰۰۶).

در این خصوص مدد گرفتن از طبیعت بهترین راه ممکن است. به‌طور معمول، ارگانیسم‌های مورد استفاده برای تولید کودهای بیولوژیک، از خاک منشاء می‌گیرند و در اغلب خاک‌ها حضور دارند. معهذا در بسیاری از موارد، کمیت و کیفیت آن‌ها در حد مطلوب نیست و به همین دلیل استفاده از مایه تلقیح آن‌ها ضرورت پیدا می‌کند. کودهای بیولوژیک به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک، مطرح می‌شوند (مصطفویان، ۱۳۸۶). کودهای بیولوژیک مواد نگهدارنده‌ای با تعداد زیاد یک یا چند ارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیک این موجودات می‌باشند که بیشتر به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو گیاه تولید می‌شوند (خسروی، ۱۳۸۰). بر این مبنا کودهای زیستی عمدتا شامل باکتری های محیط ریشه تثبیت کننده زیستی نیتروژن مولکولی همزیست، آزادزی و همیار، باکتری‌ها و قارچ های حل کننده فسفات، قارچها و باکتری‌های حل کننده سیلیکات، باکتری‌ها و قارچهای اکسید کننده گوگرد، قارچهای میکوریزایی و غیره و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها می باشند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). بر اساس این تعاریف ارائه شده برای کودهای زیستی و زنده بودن آن‌ها، از کوهای آلی که مواد آلی غیر زنده حاصل از جانوران (کود دامی) و گیاهان (کود سبز) می‌باشند، متمایز می‌شوند (بانرجی و همکاران، ۲۰۰۶). کاربرد مایه تلقیح‌های تولید شده از این انواع ضمن وارد کردن جمعیت انبوهی از یک میکروارگانیسم فعال و موثر در حوضه فعالیت ریشه، توان گیاه برای جذب بیشتر عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (حسن زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

علاوه بر تامین عناصر غذایی به‌صورت کاملا 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 سرمایه‌ای ملی (خاک، آب، منابع انرژی غیر قابل تجدید) از مهمترین مزایای کودهای بیولوژیک محسوب می‌شوند.

فصل دوم

مرور منابع

۲-۱ باکتری‌های افزاینده رشد (PGPR)

در دو دهه گذشته طیف گسترده‌ای از باکتری‌های خاک در ریزوسفر شناخته شده‌اند، که می‌توانند رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی مهم از نظر زراعی را بهبود بخشند. این گروه پراکنده از نظر سیستماتیکی، ریزوباکتری‌های تحریک کننده رشد گیاهان خوانده می‌شوند (باشان و هولگین، ۱۹۹۷). گروهی از این گونه‌های باکتریایی که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند متعلق به جنس های، Pseudomonas ، Azospirillum، Bacillus، Azotobacter می‌باشند(تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵). کود زیستی به ماده‌ای جامد، مایع یا نیمه جامد حاوی موجود زنده یا متابولیت‌های آن‌ها اطلاق می‌شود که قادر است به طرق مختلف رشد گیاه را افزایش دهد (قطب شریف و همکاران، ۱۳۸۲). اثرات مثبت PGPR بر افزایش سطح ریشه، طول ریشه، تعداد ریشه‌های فرعی، تعداد و تراکم تارهای کشنده، همچنین افزایش تقسیم سلول‌های مریستم ریشه و تحریک تراوشات از ریشه گیاهان نیز مشخص شده است (پن و همکاران، ۱۹۹۹). مطالعات زیادی اثرات مثبت PGPR را روی رشد محصولات مختلف در آب و هوا و زمین‌های مختلف نشان داده‌اند (سلانتور و همکاران، ۲۰۰۶). ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی، گستردگی دامنه گیاهان میزبان و به ویژه توان برقراری ارتباط همیاری با گیاهان مهم زراعی مانند برنج، ذرت، سورگوم و نیشکر توجه بیشتری را به خود جلب کرده و به‌عنوان یک پتانسیل در تهیه کودهای بیولوژیک شناخته شده است (چن و همکاران، ۱۹۸۰). باکتری‌های افزاینده رشد به صورت مستقیم یا غیر مستقیم باعث افزایش رشد گیاه

می‌شوند. ترشح ویتامین‌ها، آمینو اسیدها ، اکسین‌ها و تثبیت ازت هوا به وسیله ازتوباکتر و آزوسپریلیوم از مکانیسم‌های مستقیم در افزایش توسعه ریشه و رشد گیاه هستند (اکبری و همکاران، ۲۰۰۷).

آزمایش‌های اخیر مشخص کرده‌اند که تولید ایندول استیک اسید و سیتوکنین با استفاده از اسید آمینه های تریپتوفان و آدنین ترشح شده از ریشه، هیدرولیز پیش ماده اتیلن، ۱- آمینوسیکلو پروپان - ۱ – کربوکسیلیک اسید به وسیله آنزیم Acc[۱] دی آمیناز و تولید مواد هورمونی و شبه هورمونی در اثر واکنش نیتریت حاصل از تنفس نیتراتی با اسید اسکوربیک، مهم‌ترین سازوکارهای تاثیر این باکتری‌ها هستند. ریز جانداران محیط اطراف ریشه به ویژه باکتری‌های افزاینده رشد گیاهان از طریق سازو کارهای مختلف رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). رویداد های نموی و فنولوژی گیاهان زراعی نیز از پدیده‌های زیستی هستند که تحت تاثیر فعالیت باکتری های افزاینده رشد گیاه واقع می‌شوند (حمیدی و همکاران، ۱۳۸۸).

این باکتری‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلف باعث ایجاد مقاومت سیستمیک در گیاهان می‌شوند. مقاومت سیستمیک باعث می‌شود که گیاهان دامنه وسیعی از تنش‌های محیطی همانند عدم تهویه، آلودگی به عناصر سنگین، شوری، تنش آبی، آفات و بیماری‌ها را تحمل نمایند (گیلیک و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به این که با بروز تنش خشکی طی رویش گیاه، بذرهای ایجاد شده توان رویش کمتری دارند، کاربرد این باکتری‌ها بر بذرهای تولید شده در شرایط کم آبی از اهمیت خاصی برخوردار است (هادی و همکاران، ۱۳۸۷). کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد گیاه در ارتقای بنیه بذر و گیاهچه ممکن است بذرها و در نهایت گیاهچه‌ها و بوته‌های ایجاد شده از آن‌ها در مزرعه را در تحمل یافتن نسبت به تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی متحمل سازد که می‌تواند به‌عنوان یک تیمار قبل از بذرکاری پیشنهاد شود (فاگس و آرساک، ۱۹۹۱).

[۱] Amino Cyclopropane-۱- Carboxylic

۲-۱-۱ ازتوباکتر

ازتوباکتر یکی از باکتری‌های محرک رشد است که به‌وسیله بیجرنیک در سال ۱۹۰۱ جدا شده (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۰) و از مهمترین باکتری‌های تثبیت کننده ازت و از خانواده ازتوباکتراسه[۱] می‌باشد. خانواده ازتوباکتراسه همگی هتروتروف، هوازی مطلق، فاقد اسپور، گرم منفی و تثبیت کننده ازت هستند. مهم‌ترین گونه‌های تثبیت کننده به ترتیب اهمیت در سه جنس ازتوباکتر، بیژرنکیا[۲] و درکسیا[۳] قرار داده شده‌اند (دباغیان، ۱۳۸۸). گونه‌های کروکوکوم[۴] و آجیلیس[۵]، این جنس برای نخستین بار از خاک‌های هلند جدا گردیدند و سپس به تدریج سایر گونه‌های این جنس شناسایی شدند. گونه‌های مختلف جنس ازتوباکتر عبارتند از: کروکوکوم، آجیلیس، وینلاندی[۶]، بیجرینکی[۷]، نیگریکانس[۸]، پاسپالی[۹]، آرمنیکوس[۱۰] و سالینستریس[۱۱] که در محیط ریشه بسیاری از گیاهان یافت می‌شوند. به جز گونه ازتوباکتر پاسپالی که یک باکتری تشکیل دهنده کولونی در سطح ریشه محسوب می‌شود، سایر گونه‌ها باکتری‌های خاکزی محیط ریشه (رایزوسفریک) می‌باشند و توانمندی‌های آن‌ها به ویژه گونه ازتوباکتر کروکوکوم به‌عنوان کود زیستی برای گیاهان زراعی غیر نیامداران بررسی گردیده است (مرکواکی و میلیک، ۲۰۰۱).

ازتوباکترها به دلیل فراوانی و وسعت انتشار بیش از سایر انواع تثبیت کننده‌ها مورد توجه قرار گرفته اند و در خاک‌های مناطق معتدله نیز بیشترین اهمیت را دارند (حاجی بلند و همکاران، ۱۳۸۳). گفته می شود در خاک‌های زراعی با زهکشی خوب بیشترین مقدار تثبیت ازت به صورت آزاد توسط

---

[۱] Azotobacteraceae
[۲] Beijerinckia
[۳] Derxia
[۴] *Azotobacter chroococum*
[۵] A. agilis
[۶] A. vinelandii
[۷] A. beijerinckii
[۸] A. nigricans
[۹] A. paspali
[۱۰] A. armenicus
[۱۱] A. salinestris

این باکتری ها انجام می‌گیرد (دارت و دی، ۱۹۷۵). باکتری جنس ازتوباکتر و سودوموناس آزادزی و باکتری جنس آزوسپریلیوم دارای رابطه همیاری با گیاه میزبان می‌باشند (وسی، ۲۰۰۳). ازتوباکتر در زیستگاه‌هایی مانند خاک، سطح برگ، آب‌های شیرین و در مناطق مختلف شامل حاره‌ای و قطبی رشد می‌کنند. فراوانی ازتوباکترها در خاک‌های مختلف متفاوت بوده و عمدتا در خاک‌های قلیایی تا خنثی دیده می شوند و در خاک‌های فقیر و اسیدی کمیاب‌اند (کانونگو و همکاران، ۱۹۹۷). ازتوباکتر ها توانایی ساخت ویتامین‌های B_1، B_2، B_6، B_{12}، پانتوتنیک اسید و نیکوتینیک اسید را دارا بوده و تولید این ویتامین‌ها تحت شرایط دی آزوتروفیک (توان تغذیه از نیتروژن مولکولی به‌عنوان منبع ازت) و تغذیه کافی کربن افزایش می‌یابد (حاجی بلند و همکاران، ۱۳۸۳). هم چنین ازتوباکترها قادر به ساختن اسیدهای آمینه مانند آرژینین، لیزین، تریپتوفان، هیستیدین، سیستئین، پالمتیک اسید (گنزالزلوپز و همکاران، ۱۹۸۳) و انواع عوامل رشد مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین هستند (گنزانزلوپز و همکاران، ۱۹۹۱).

در خاک‌هایی که محدودیت منبع کربن وجود دارد، سهم ازتوباکترها در تثبیت ازت چندان قابل توجه نیست. با این حال با افزایش عرضه کربن و ایجاد نسبت بالای C/N در خاک سهم آنها در تثبیت ازت افزایش می‌یابد. نه تنها مانده‌های گیاهی باعث افزایش نسبت کربن آلی در خاک می‌باشند، ریشه گیاهان در حال رشد نیز عامل افزایش کربن آلی خاک است (حاجی بلند و همکاران، ۱۳۸۳). گفته می شود نسبت قابل توجهی از کربن تثبیت شده در طی فتوسنتز در گیاهان عالی به شکل ترشحات ریشه یا سلول‌های ریشه در حال تخریب به ریزوسفر آزاد می‌شود (هالرواستولپ، ۱۹۸۵). به همین دلیل جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک از جمله باکتری‌های دیازوتروف در ریزوسفر چندین بار بیشتر از کل خاک است (اسچونتز و زیگلر، ۱۹۸۹).

مقدار تثبیت نیتروژن به وسیله ازتوباکتر، در شرایط مناسب حدود ۴۰-۲۰ کیلوگرم در هکتار در سال است که برای تثبیت نیتروژن نیاز به وجود مقدار زیادی ماده آلی دارد. استفاده از این باکتری برای غلاتی مانند گندم، ذرت، سورگوم، ارزن و برنج رایج است (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

۲-۱-۲ آزوسپریلیوم

باکتری آزوسپریلیوم (Azospirillum) نیز یکی دیگر از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد است که از خاک‌های با نیتروژن کم، توسط بیجرنیک در سال ۱۹۲۵ جداسازی شد (هولگوین و همکاران، ۱۹۹۹). جنس این باکتری گرم منفی و هوازی بوده و سلول‌ها، مارپیچ نیمه حلقوی بوده و به صورت حلزونی حرکت می‌کنند (آستارائی و کوچکی، ۱۳۷۵). جنس آزوسپریلیوم از خانواده اسپیریلاسه[۱] و متعلق به زیر خانواده آلفا پروتو باکتر[۲] و از خانواده اسپیریلاسه می‌باشد. تا کنون ۹ گونه جنس آزوسپریلیوم شناسایی شده است که عبارتند از: برازیلنس[۳]، لیپوفروم[۴]، آمازوننس[۵]، هالوپر افرنس[۶]، ایراکنس[۷]، لارجیموبایل[۸]، دابرینر[۹]، اوریزا[۱۰] و ملینیس[۱۱](ارزانش و همکاران، ۱۳۸۸). این باکتری گرم منفی نه تنها خود تثبیت ازت را انجام می‌دهد، بلکه قادر است با تثبیت کننده‌های دیگر نظیر ازتوباکتر همیار شود. آزوسپریلیوم در اطراف ریشه گیاهان و در زیر کورتکس رشد می نماید (دباغیان، ۱۳۸۸). پیوستن آزوسپریلیوم با ریشه گیاهان فقط زمانی موفقیت آمیز است که باکتری بتواند در خاک زنده بماند و جمعیت عمده آن به ریشه گیاه میزبان برسد (استن هوت و واندرلین، ۲۰۰۰). از ویژگی‌های مفید این باکتری می‌توان به افزایش حلالیت فسفات‌های نامحلول، تولید سیدروفور، تولید ویتامین، کنترل عوامل بیماری‌زا، رابطه سینرژیستی با سایر باکتری‌های مفید خاکزی، تولید نیتریت، تولید محصولات صنعتی، زیست پالایی فاضلاب‌ها و تجزیه بقایای سمی اشاره کرد (ارزانش و همکاران، ۱۳۸۸). جزئیات مکانیسم عمل این باکتری برای تقویت رشد گیاهان هنوز کاملا شناخته

---

[۱] Spirillaceae
[۲] α- proteobacteria
[۳] *Azospirillum. brasilense*
[۴] A. lipoferum
[۵] A. amazonense
[۶] A. halopraeferanse
[۷] A. irakense
[۸] A. largimobile
[۹] A. deoberenierae
[۱۰] A. oryzae
[۱۱] A. melinis

نشده و مورد بحث است. آزوسپریلیوم ، علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصرغذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد تاثیرگذار می‌باشد (تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵).

آزوسپریلیوم یک باکتری مناطق گرمسیری است. درجه حرارت، pH، اکسیژن، مواد معدنی و رطوبت در همزیستی آن موثر است. محدوده فعالیت این باکتری و تثبیت نیتروژن توسط آن بین pH ۵/۶ و ۷/۲ است که حداکثر میزان تثبیت در محدوده pH ۶/۷ تا ۷ انجام می‌پذیرد (دباغیان، ۱۳۸۸). کود بیولوژیک نیتروکسین حاوی موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده ازت از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلوم می‌باشد که علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین، هم چنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی بیوتیک، سیانید هیدروژن و سیدروفور سبب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاهان شده و با محافظت ریشه از حمله عوامل بیماری زای خاک‌زی موجب افزایش کمیت و کیفیت محصول می‌گردد (شریفی و حق نیا، ۱۳۸۶).

گروه دیگری از باکتری‌های PGPR مانند سودوموناس و باسیلوس (Pseudomonas و Bacillus sp) نیز وجود دارند که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند (تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵). تیوباسیلوس‌ها اسید دوست هستند و به خوبی در pH ۲ الی ۳ رشد می‌کنند. شیمیواتوتروف اجباری هستند که انرژی خود را منحصرا از اکسیداسیون گوگرد معدنی و منبع کربنی خود را از دی اکسید کربن به دست می‌آورند. اکثر گونه‌های تیوباسیلوس هوازی اجباری هستند و با اکسیداسیون گوگرد و دیگر ترکیبات معدنی گوگرد، سولفات تولید می‌کنند (امتیازی، ۱۳۸۱). باکتری‌های سودوموناس باکتری‌های خاکزی هستند که در خاک سبب ترشح سیدروفور شده و جذب آهن و برخی دیگر از عناصر ریزمغذی نظیر روی را امکان‌پذیر می‌سازد. باکتریهای جنس سودوموناس، از خانواده سودوموناسه (Pseudomonadaceae) که به شکل میله‌ای راست یا کمی خمیده، دارای تاژک قطبی، بدون اسپور و گرم منفی می‌باشند. این باکتری‌ها هوازی و از نظر منبع انرژی و کربن کموارگانوتروف هستند. از نظر نیازهای غذایی گونه‌های

سودوموناس نیاز غذایی بسیار ساده‌ای دارند. در دمای ۴ تا ۴۳ درجه رشد می‌کنند. در شرایط آزمایشگاهی در محیط‌های حاوی مقداری ماده آلی در pH خنثی بخوبی رشد می‌کنند (حیاتی، ۱۳۸۸).

۲-۲ تاثیر باکتری‌های محرک رشد بر گیاهان

۲-۲-۱ افزایش رشد گیاه

تحقیقات بسیاری در مورد تاثیر این باکتری‌ها بر رشد گیاهان شده است. ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در محیط ریشه توانایی ساخت و ترشح مقداری از مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین و جیبرلین را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش موثر و مفیدی دارند (کادر، ۲۰۰۲).

از طرفی کاربرد باکتری‌های محرک رشد به عنوان کود زیستی دارای اثرات ثابتی نبوده و عواملی نظیر سن، نوع گیاه، خصوصیات، جمعیت باکتری‌ها در خاک و نوع سویه باکتری در میزان تاثیر آنها بر رشد و عملکرد گیاهان موثر می‌باشد (رستی و همکاران، ۲۰۰۶). باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم از جمله باکتری‌های محرک رشد گیاه هستند که اثرات مثبت ناشی از تلقیح با آنها بر رشد گیاهان مختلف گزارش شده است. (ساریک و همکاران، ۱۹۸۴) اثر تلقیح غلات با آزوسپریلیوم علاوه بر کاهش مصرف کود ازته، حدود ۳۰ الی ۳۵٪ بهبود رشد گیاه و افزایش مقدار محصول را باعث می‌شود، که در این گیاهان معمولا تعداد و طول ریشه‌های فرعی و تارهای کشنده افزایش یافته، ارتفاع گیاه بیشتر شده و همچنین افزایش میران جذب عناصر غذایی نیز مشاهده شده است.

رام (۱۹۸۵) گزارش نمود که رشد و عملکرد گندم زمانیکه با ازتوباکتر تلقیح می‌شود به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد . رای و گاور (۱۹۸۸) نیز گزارش نمودند که تلقیح توام گندم با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم اثرات مثبتی روی گندم داشته است. در بررسی‌های انجام شده توسط کاپولنیک (۱۹۸۱) تلقیح گندم، سورگوم و ذرت با آزوسپریلیوم، ۱۵ تا ۳۰٪ افزایش محصول داشته است، که این تاثیر

مفید را بیشتر به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند اکسین نسبت داده‌اند (زمر و همکاران، ۱۹۸۹).

در بررسی های انجام شده توسط شریفی و حق نیا (۱۳۸۶) اثر کود بیولوژیک نیتروکسین را بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم سبلان مثبت گزارش کردند، به‌طوری که این کود بر عملکرد دانه و کاه، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع اثر مثبت داشت. رجایی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی که روی گندم انجام دادند گزارش کردند که بعضی از سویه‌های ازتوباکتر کروکوکوم بومی استان چهارمحال بختیاری که در زمره ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه قرار گرفته بودند تاثیر مثبتی روی رشد و عملکرد گندم شامل عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه تحت شرایط گلخانه‌ای داشتند. در گزارش توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۷)، بیان شده که در تیمارهایی که در آن از باکتری‌های همیار تثبیت کننده نیتروژن استفاده شده بود به دلیل تولید هورمون‌های رشدی در گیاه ذرت علوفه‌ای، باعث افزایش صفات مرفولوژیکی و اجزاء عملکرد گیاه گردید و در حضور این باکتری‌ها میزان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن به نصف میزان توصیه شده بر مبنای آزمون خاک کاهش یافت.

ریبادو و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی همیاری بین ریشه ذرت و سویه‌ای از باکتری آزوسپریلیوم برازیلنس از طریق تلقیح بذر دو رقم ذرت مشاهده کردند که میزان وزن خشک بخش هوایی و ریشه‌ها در مرحله شیری شدن دانه‌ها افزایش یافت و فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز برگ‌ها و ریشه بوته‌های حاصل از بذرهای تلقیح شده بیشتر شد. نتایج حاصل از تحقیقات میجاهد و همکاران (۲۰۰۴)، در بررسی اثر باکتری‌های آزوسپریلیوم لیپوفورم، ازتوباکتر کروکوکوم، باسیلوس مگاتریوم به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر بر رشد و عملکرد کرفس وحشی (*Apium graveolens*)، حاکی از آن است که کاربرد این باکتری‌ها منجر به تولید مواد محرک رشد گیاه در محیط ریشه گردیده و از طرف دیگر باعث افزایش رشد، عملکرد و اسانس گیاه در مقایسه با تیمارهای تلقیح نشده شد.

امیر آبادی و همکاران (۱۳۸۸)، اظهار داشتند که کاربرد ازتوباکتر با تولید متابولیت‌های افزاینده رشد، به نحو معنی داری سبب افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه ذرت علوفه‌ای و در نهایت افزایش ۷/۵ درصدی عملکرد ماده خشک گردید، اما ۶/۷ درصد غلظت آهن را کاهش داد. باشان و هولگوین (۱۹۹۷)، اظهار داشتند که آزوسپریلیوم لیپوفورم باعث افزایش حجم و طول هویج و عملکرد چغندر قند در مزرعه می‌شود.

تلقیح گیاهان با آزوسپریلیوم می‌تواند باعث تغییرات معنی‌داری در پارامترهای مختلف رشدی غلات شود. این تغییرات شامل: افزایش بیوماس گیاهی، جذب مواد غذایی، ارتفاع گیاه، سایز برگ، تعداد جوانه و طول ریشه است (سلانتور و همکاران، ۲۰۰۶). الکتنی (۲۰۱۰)، گزارش کرد که افزایش رشد گیاهچه گوجه فرنگی بعد از تلقیح، می‌تواند به‌علت اثر سینرژیستی تریکودرما و آزوسپریلیوم باشد. مرکواچی و ملیک (۲۰۰۱)، اظهار داشتند که وزن خشک گیاهان گوجه فرنگی تلقیح شده با ازتوباکتر کروکوکوم که در خاکی که کمبود فسفات داشت رشد کرده بودند، به‌طور قابل توجهی بیشتر از گیاهان تلقیح نشده بود. بحرانی و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند که عملکرد و اجزاء عملکرد گندم به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تلقیح ازتوباکتر و مایکوریزا قرار گرفت. در یک آزمایش مزرعه‌ای در آرژانتین، تلقیح ذرت با آزوسپریلیوم لیپوفورم باعث افزایش وزن خشک دانه و توسعه ریشه شد (فولچیر و فریونی، ۱۹۹۴). در کشت هیدروپونیک تحت شرایط گلخانه‌ای، تلقیح با آزوسپریلیوم برازیلنس تعداد کل و طول ریشه‌های نابجای سورگوم را افزایش داد (باشان و هولگوین، ۱۹۹۷).

۲-۲-۲ تاثیر بر جوانه‌زنی

کاهش رشد گیاهچه یکی از پیامدهای زوال بذر است که در مطالعات بسیاری از محققان مورد توجه قرار گرفته است. گیاهچه‌های ضعیف که رشدی کمتر از گیاهچه نرمال دارند از امکانات محیطی مانند رطوبت و مواد غذایی خاک از جمله نیتروژن کمتر استفاده می‌کنند. ازتوباکتر قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی علیه بیماری‌های گیاهی بوده و همچنین سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده که در نهایت بهبود رشد پایه گیاهی را به دنبال دارد (چن، ۲۰۰۶).

آزوسپریلیوم هم، علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد تاثیر گذار می‌باشد به همین خاطر، امروزه به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق باکتری‌های همیار آزادزی از جمله ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در کشاورزی توجه ویژه‌ای معطوف شده است (تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵).

تاثیر باکتری‌ها بر جوانه‌زنی نمایانگر برقراری ارتباط مناسب بین باکتری و گیاه میزبان برای کلونیزاسیون ریشه‌ها است که می‌تواند در ادامه رشد اثرات سودمندی بر رشد گیاه و عملکرد آن داشته باشد. تیمار بذر برنج با آزوسپریلیوم فعالیت آمیلاز برنج را طی جوانه‌زنی زیاد کرده، همچنین تراوش جیبرلین‌ها توسط این باکتری ممکن است دلیل این افزایش و هیدرولیزهای بعدی باشد که منجر به افزایش بنیه گیاهچه مشتمل بر سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه و وزن خشک می‌شود (بارسی و همکاران، ۲۰۰۶). مرکواچی و ملیک (۲۰۰۱)، گزارش کردند که حضور ازتوباکتر کروکوکوم در رایزوسفر ریشه گوجه فرنگی و خیار باعث ازدیاد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها شد.

۲-۲-۳ افزایش جذب و فراهمی یا محلول کردن عناصر غذایی در محیط خاک اطراف ریشه

گزارشات بسیاری در مورد اثر باکتری‌های محرک رشد بر گیاهان وجود دارد. در بسیاری از موارد این باکتری‌ها با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه، تخصیص عناصر غذایی را در گیاهان تغییر داده و رشد ریشه گیاهان را افزایش می‌دهند به این ترتیب ریشه‌های بزرگتر، ریشه‌های فرعی بیشتر و در نتیجه سطح تماس بیشتری برای جذب آب و مواد غذایی ایجاد می‌کنند (دباغیان، ۱۳۸۸). تاثیر مفید آزوسپریلیوم روی گیاهان نتیجه تغییر فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی سیستم ریشه است که این تاثیرات نتیجه تولید فیتوهورمون‌ها (اکسین، سیتوکینین، جیبرلین) به وسیله آزوسپریلیوم است (زمرانی و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین درگیری ایندول استیک اسید تولید شده به وسیله آزوسپریلیوم در تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ریشه گیاهان تلقیح شده نیز پیشنهاد شده است (فائنتز زامیرز و ملادو، ۲۰۰۵). کشیر ساگار و همکاران (۱۹۹۴)، اثر تلقیح ازتوباکتر کروکوکوم را همراه با باکتری‌های حل

کننده فسفات در افزایش جذب فسفر انحلال یافته توسط باکتری‌های حل کننده فسفات مفید ارزیابی نمودند. افزایش فراهمی عناصر غذایی از طریق محلول کردن آن‌ها یکی از مهم‌ترین سازوکارهای فعالیت باکتری‌های افزاینده رشد گیاهان می‌باشد. به عنوان مثال فسفر محلول واکنش پذیری بالایی با کلسیم، آهن و آلومینیوم دارد که تولید رسوب کرده و این عنصر از دسترس گیاه خارج می‌شود. با تولید چنین کمپلکس هایی است که ۷۵ تا ۹۰ درصد کودهای فسفری نیز از چرخه مصرف گیاه خارج می‌گردد. در این میان استفاده از این باکتری‌ها می‌تواند به افزایش قابلیت دسترسی فسفات‌های تجمع یافته برای رشد گیاهان از طریق محلول کردن آن‌ها کمک نماید که از دو طریق فسفات خاک را به صورت محلول در می آورند:

۱- محلول کردن در اثر تولید اسیدهای آلی ۲- محلول کردن در اثر آنزیم‌های فسفاتاز (حاجیلو، ۱۳۸۹).

باکتری‌های محرک رشد می‌توانند علاوه بر حلالیت فسفات‌های نامحلول در شرایط کمبود آهن سیدروفور تولید کنند که می‌تواند باعث افزایش جذب آهن توسط گیاهان شود. سیدروفورها ترکیبات آلی با وزن مولکولی پائین هستند که میل ترکیبی زیادی برای پیوند شدن با آهن سه ظرفیتی دارند و نوعی کلات آهن قابل جذب تولید می‌کنند. گیاهان معمولا دارای مکانیزم‌هایی برای انتقال آهن از این سیدروفورها به درون خود می‌باشند (دباغیان، ۱۳۸۸).

در یک پژوهش نشان داده شد که تلقیح با باکتری آزوسپریلیوم برازیلنس فعالیت غشاء و به دنبال آن انتشار H^+ را در ریشه‌ها تحت تاثیر قرار می‌دهد که احتمالا در اثر آزادسازی نوعی سیگنال است. خروج H^+ از سلول‌های ریشه که نتیجه آن اسیدی شدن ریزوسفر است، به عنوان مکانیسم اصلی در افزایش تحرک مواد معدنی پیشنهاد شده است (مارشنر و همکاران، ۱۹۸۶). برخی محققین معتقدند که تولید اسیدهای آلی توسط گیاهان و باکتری‌ها در ریزوسفر موجب کاهش pH محلول خاک و در نتیجه افزایش دسترسی به عناصر معدنی نظیر فسفر، کلسیم، آهن و منگنز می‌شود. رجایی و همکاران (۱۳۸۶)، اثر تعدادی از سویه‌های ازتوباکتر کروکوکوم را بر عملکرد و جذب عناصر غذایی

در گندم مثبت گزارش کردند، به‌طوری که این باکتری بر رشد و عملکرد گندم تاثیر مثبتی داشت و همچنین از این سویه‌ها می‌توان در جهت بهبود تغذیه گندم از نظر عناصر غذایی کم مصرف مانند آهن و روی استفاده نمود. سبطی و همکاران (۱۳۸۸)، نیز گزارش کردند که ازتوباکتر با افزایش تراکم ریشه گندم در ریزوسفر موجب افزایش قابلیت استفاده از پتاسیم و افزایش عملکرد گردید.

امیر آبادی و همکاران (۱۳۸۸)، اظهار داشتند که اثرات سینرژیستی کاربرد توام کود بیولوژیک (قارچ مایکوریزی و باکتری ازتوباکتر)، در ذرت علوفه‌ای سبب افزایش معنی‌داری در کلونیزاسیون ریشه، عملکرد ماده خشک و غلظت فسفر شد. طبق نتایج نارولا و همکاران (۲۰۰۷)، ازتوباکترکروکوکوم و پنتو آگلومرانز در افزایش جذب فسفات و نیتروژن در گندم نقش دارند و ازتوباکتر باعث افزایش کلی در رشد گیاه می‌شود. حاجی بلند وهمکاران (۱۳۸۳)، اظهار داشتند که ازتوباکتر نه تنها روی افزایش رشد و مقدار کلروفیل در گندم موثر است، بلکه به‌طور اختصاصی روی جذب و خصوصا انتقال عناصر نیز تاثیر مثبتی دارد. به نظر می‌رسد که این اثرات اختصاصی نبوده و می‌تواند برای عناصر کم مصرف نیز از اهمیت برخوردار باشد.

۲-۲-۴ افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی

شوری از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده تولید در اراضی کشاورزی بسیاری از مناطق دنیا است. از مهم‌ترین عوارض شوری می‌توان به کاهش آب قابل استفاده گیاه، ایجاد مسمومیت توسط برخی یون های سمی، تنش اسمزی، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و کاهش رشد و کیفیت محصول اشاره نمود (مانس، ۲۰۰۲). تنش شوری از طریق افزایش اتیلن در گیاه، میزان رشد ریشه را کاهش می‌دهد. در کنار توانایی ترفیع رشد ریشه به وسیله ایندول استیک اسید و تثبیت ازت هوا، آزوسپریلیوم همچنین تنش شوری، آب و اسمزی را در گونه های مختلف گیاهان کاهش می دهد (زائوزنیک و همکاران، ۲۰۱۱).

تلقیح با آزوسپریلیوم رشد گیاه را تحت تنش آبی بهبود می‌بخشد، این اثبات می‌کند که آزوسپریلیوم برازیلنس شرایط آبی را در جوانه‌زنی گندم تحت تنش شوری و اسمزی بهبود می‌بخشد

(پریرا و همکاران، ۲۰۰۹). مستاجران و همکاران (۱۳۸۵)، گزارش نمودند که آزوسپریلیوم با تعدیل شوری در بالا بردن عملکرد و میزان پروتئین ارقام گندم نقش مثبت و معنی‌داری ایفا کرد. الورز و همکاران (۱۹۹۶)، اعلام کردند که تلقیح با آزوسپریلیوم موجب بهبود رشد و استقرار بهتر گیاهچه‌های گندم رشد یافته تحت شرایط تنش اسمزی می‌شود و گیاهان تلقیح شده در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده محتوای آب آپوپلاستی بالاتری دارند که این امر احتمالا به دلیل توسعه ریشه و جذب بهینه آب در ریشه‌های گیاهان تلقیح شده در شرایط تنش اسمزی بوده است.

نتایج رایی (۱۹۹۱)، نشان داد که مجاورت گیاه ارزن با آزوسپریلیوم در خاک‌های شور قلیایی موجب می‌شود تا بیوماس تولیدی و محتوای نیتروژن گیاهان تلقیح شده در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کند. مستاجران و همکاران (۱۳۸۴)، گزارش دادند که آزوسپریلیوم می تواند با تعدیل شرایط نامناسب (اسیدیته قلیائی) در بالا بردن عملکرد دانه، میزان پروتئین و میزان رسوب پروتئین ارقام گندم نقش مثبت و معنی‌داری را ایفا کند. هادی و همکاران (۱۳۸۷)، با بررسی اثر ازتوباکتر کروکوکوم و برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر سویا در شرایط کم آبی به این نتیجه رسیدند که باکتری باعث افزایش ویژگی‌های بذر حاصل از شرایط تنش متوسط گردید و قادر به جبران اثرات تنش شدید نبود. دورنباس و همکاران (۱۹۸۹)، گزارش کردند که تنش کم آبی در طول دوره پر شدن دانه، ۶ درصد سرعت سبز شدن را نسبت به شرایط آبیاری مطلوب کاهش داد.

بابایی و همکاران (۱۳۸۷)، اظهار داشتند که در شرایط کم آبی، تلقیح بذرها با آزوسپریلیوم قابلیت سبز شدن، وزن، طول و بنیه آفتابگردان را نسبت به عدم تلقیح افزایش می‌دهد. کاسان و همکاران (۲۰۰۹)، با بررسی اثر آزوسپریلیوم برازیلنس AZ۳۹ بر گیاهچه‌های برنج در شرایط تنش اسمزی به این نتیجه رسیدند که باکتری باعث افزایش رشد ریشه گردید و قادر به کاهش تنش اسمزی بود. نتایج زائوزنیک و همکاران (۲۰۱۱)، نشان می‌دهد که گیاهان جو تلقیح شده با آزوسپریلیوم برازیلنس ، تحت شرایط شوری بهتر رشد می‌کنند.

کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در تلفیق با کود اوره سبب افزایش میزان روغن و درصد اسیدهای چرب شد و تا حدودی سبب کاهش اثرات زیانبار تنش خشکی بر کیفیت روغن و درصد روغن بذر آفتابگردان گردید (جلیلیان و همکاران، ۱۳۸۶).

در تنش فلزات، میکروارگانیسم‌ها در کشاورزی دارای اهمیت هستند و باعث ایجاد مکانیسم‌هایی در تحمل جذب یون فلزات سنگین می‌شوند. این مکانیسم‌ها شامل ۱) پمپ یون فلزات به سطح خارجی سلول ۲) تجمع و تجزیه یون فلزات داخل سلول ۳) تغییر شکل فلزات سمی به شکل سمیت کمتر، جذب سطحی و دفع فلزات (صغیر خان و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج تحقیقات زونگ و همکاران (۲۰۰۷) در تلقیح باکتری‌های محرک رشد به کلزا نشان داد که، تجمع عناصر سنگین مانند نیکل در بافت‌های گیاهی با تلقیح باکتری کاهش یافت.

۲-۲-۵ اثر بر مقاومت به بیماری‌ها

کنترل زیستی به وسیله این باکتری‌ها، عموما به دو روش انجام می‌گیرد: ۱- از طریق رابطه آنتاگونیستی با عوامل بیماریزا ۲- از طریق القاء مقاومت سیستمیک در برابر عوامل بیماریزا. این باکتری ها می‌توانند با استفاده از مکانیزم‌های مختلفی نظیر رقابت برای مکان‌های آلوده سازی و جذب عناصر غذایی، آنتی بیوسیس، انگل شدن برای بیمارگر قارچ، تولید سیانید هیدروژن و سایر متابولیت‌ها یا پاتوژن‌های خاکزی مقابله کنند. رقابت برای عناصر غذایی بین باکتری‌های کنترل کننده زیستی و عوامل بیماریزا می‌تواند موجب مطلوب شدن عوامل بیماریزا شود. بهترین مثال برای این مکانیزم، رقابت برای عنصر غذایی آهن است. مطالعات نشان داده است که برخی از باکتری‌های PGPR قادرند سیدروفورهایی با میل ترکیبی بالا با Fe^{3+} تولید کنند که آهن ریزوسفر را جذب کنند، بنابراین موجب می‌شوند که آهن کمتری در دسترس میکروارگانیسم‌های مضر ریزوسفر قرار گیرد (حاجیلو، ۱۳۸۹).

در حالت آنتی بیوسیس، ترکیبات ضد میکروبی نظیر آنتی بیوتیک‌ها نقش دارند. باکتری وابسته به جنس Azotobacter شناسایی شده است که دارای خاصیت آنتاگونیستی علیه Botryis cineren است (دونچ و مارکانتونی، ۱۹۹۲). در حالت دیگر، عوامل کنترل کننده زیستی می‌تواند به وسیله پارازیت

شدن پاتوژن‌ها را مورد هدف قرار دهد. زندگی انگلی روش کار دیگری است که توسط آن میکروارگانیسم‌های مفید، رشد عوامل بیماری‌زا را متوقف می‌کنند (بانرجی و همکاران، ۲۰۰۶).

از روش‌های دیگر کنترل عوامل بیمارگر گیاهی توسط باکتری های PGPR، تولید سیانید هیدروژن می باشد. برای مثال سیانید هیدروژن (HCN) تولید شده توسط *Pseudomonas fluoresen* پوسیدگی سیاه ریشه توتون را که ناشی از *Thielaviopsis basicola* است را کنترل می‌کند. باکتری‌های محرک رشد از طریق مکانیسم‌های مختلف باعث ایجاد مقاومت سیستمیک در گیاهان می‌شوند. مقاومت سیستمیک باعث می‌شود که گیاهان دامنه وسیعی از تنش‌های محیطی، همانند عدم تهویه، آلودگی به عناصر سنگین، شوری، تنش آبی، آفات و بیماری‌ها را تحمل نمایند (دباغیان، ۱۳۸۸).

۲-۲-۶ اثر بر میکروارگانیسم‌های دیگر خاک

میکروارگانیسم‌ها رابطه مثبت و منفی دارند و رابطه خنثی در میان آنها نادر است و فقط در تئوری وجود دارد. حالتهای مختلفی از رابطه میان میکروارگانیسم‌ها وجود دارد. در رابطه مثبت، باکتری‌ها باعث کنترل و کمک یکدیگر برای مصرف مواد غذایی می‌باشد و در رابطه منفی یکدیگر را کنترل می کنند تا جمعیت در حد متعادل باقی بماند (امتیازی، ۱۳۸۱).

اثرات سینرژیستی باکتری‌های محرک رشد بر سایر میکروارگانیسم‌های خاک توسط بسیاری از محققان گزارش گردید (کوموتا و همکاران، ۲۰۰۴). باکتری آزوسپریلیوم با انواع میکروارگانیسم‌ها مانند ریزوبیوم، سودوموناس، باسیلوس، ازتوباکتر و میکوریز همیاری دارد. در بعضی از آنها نیز مانند ریزوبیوم به تثبیت ازت کمک می‌کند، اما با باکتری‌های بیماری‌زا و قارچ‌ها آنتاگونیسم داشته و مانع رشد آنها می‌شود (امتیازی، ۱۳۸۱). روابط سینرژیستی باکتری‌های محرک رشد با باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، قارچ‌های مایکوریزا و باکتری‌های حل کننده فسفات به اثبات رسیده است (دباغیان، ۱۳۸۸). ازتوباکتر نیز با میکروارگانیسم‌های مختلف دارای روابط سینرژیستی است. رای و گاور (۱۹۸۸) در یک آزمایش گلدانی اثرات منفرد و توام ازتوباکتر و آزوسپریلیوم را بر رشد و عملکرد گندم مورد مطالعه قرار دارند. نتایج این آزمایش نشان داد که تاثیر توام این دو باکتری بیشتر از اثر منفرد هر یک

از آنهاست. ازتوباکتر با قارچها رابطه آنتاگونیستی دارد. برخی از سویه‌های ازتوباکتر با سنتز مواد آنتی بیوتیک رشد قارچهایی مانند آلترناریا، هلینتوسپوریوم و فوزاریوم را در شرایط آزمایشگاهی روی محیط کشت آگار کنترل می‌کنند (سابارائو، ۱۹۸۸).

در آزمایشی اثر سینرژیستی میکوریزا آرباسکولار (AM) با ازتوباکتر و یا آزوسپریلیوم تلقیح شده با ذرت، جو و چاودار مشاهده شد (سابارائو و همکاران، ۱۹۸۵). باکتری‌های محرک رشد با تامین ویتامین ها در ریزوسفر به افزایش تاثیر میکوریزا کمک می‌نمایند، زیرا این قارچها به ویتامین‌ها وابسته هستند. بنابراین تلقیح با میکوریزا به همراه باکتری‌های محرک رشد تولید کننده ویتامین منجر به افزایش بهبود رشد گیاه می‌شود.

۲-۳ اهمیت و نقش نیتروژن در گیاهان

در مقایسه با کربن، هیدوژن و اکسیژن، نیتروژن فقط جزء کوچکی از ماده زنده را تشکیل می دهد. امکان انتقال کربن، هیدورژن و اکسیژن از منابع فراوان آنها در طبیعت به گیاهان و حیوانات و انسان و استفاده از آنها به عنوان قسمتی ازساختار بافت‌های این موجودات به راحتی وجود دارد در صورتی که این حالت در مورد نیتروژن وجود ندارد. فقط جزء بسیار کمی از منبع نیتروژن، در طبیعت به شکلی است که به وسیله گیاهان در حال رشد و حیوانات قابل جذب می‌باشد (اسمایل، ۱۹۹۷). در گیاهان، حیوانات و انسان عنصر نیتروژن اهمیت فوق‌العاده زیادی دارد زیرا برای ساخت RNA ,DNA و نیز پروتئین‌ها ضروری است. درگیاهان نیتروژن بخشی از کلروفیل است و موجب افزایش تولید اندام‌های سبزینه‌ای گیاه می‌شود، این عنصر در ترکیبات تمام آنزیم‌ها یافت می‌شود. کمبود نیتروژن به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از عوامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب می‌گردد. نیتروژن به‌طور مستقیم در تولید سلول‌های جدید نقش دارد و به‌طور غیرمستقیم بر مساحت برگ و فتوسنتر و رشد نمو گیاه موثر است (گلن و همکاران، ۱۹۸۵).

در میان عناصر غذایی، نیتروژن یکی از عوامل اصلی برای تامین کیفیت دانه می‌باشد. دستیابی به مقادیر و نوع کودی که قدرت جذب نیتروژن بیشتر از خاک و انتقال آن به دانه از طرف گیاه داشته

باشد، در جهت بهینه سازی مصرف نیتروژن و بهبود کیفیت از اهمیت خاصی برخوردار است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۹).

با توجه به آبشویی نیترات در مناطق مرطوب و افزایش غلظت آن در آب‌های زیر زمینی، تصعید آمونیاک و دنیتریفیکاسیون در شرایط غرقابی، جهت صرفه جویی و افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژنه، استفاده از باکتری‌های محرک رشد که تثبیت کننده نیتروژن بوده و می‌توانند در طول رشد گیاه، نیتروژن را تثبیت و در اختیار گیاه قرار دهند، مناسب به نظر می‌رسد (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۹).

مصرف بیش از اندازه نیتروژن، نسبت کربن به نیتروژن (C/N) را برهم زده و در نتیجه مواد آلی موجود در خاک‌های زراعی به دلیل افزایش ناگهانی جمعیت میکروب‌های مصرف کننده کربن، تجزیه می‌گردد (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجا که نیتروژن نقش چشمگیری در تولید فرآورده های کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک ایفاء می‌نماید، انتخاب نوع و مقدار مناسب کودهای حاوی این عنصر برای تولید اپتیمم محصول الزامی است. از آنجا که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پائین بوده و در نتیجه دارای سطوح پائین نیتروژن، می باشند. اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن می‌باشند و بدین دلیل تامین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی و آلی ضروری است (نورقلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). نیتروژن بیش از عناصر غذایی دیگر در معرض از دست رفتن می‌باشد و مقدار بازیافت آن کمتر از نصف مقدار به کار رفته است (بوسل و همکاران، ۱۹۸۵). کارایی جهانی جذب نیتروژن برای تولید غلات حدود ۳۳ درصد در نظر گرفته شده و ۶۷ درصد بقیه که رقمی بالغ بر ۱۵/۹ میلیارد دلار می‌باشد به‌صورت هدر رفت نیتروژن به شکل های تصعید، فرسایش، سطحی، آبشویی و ... است (ران و جانسون، ۱۹۹۹). دلایل پایین بودن راندمان جذب نیتروژن عبارتند از: آزادسازی نیتروژن از بافتهای گیاهی، دنیتریفیکاسیون، آبشویی و تصعید آمونیوم (اولانیان و همکاران، ۲۰۰۴). کارایی مصرف نیتروژن در شرایط ایران نیز به دلایل متعددی بسیار پائین می‌باشد. به علت هزینه‌های رو به افزایش کودهای شیمیایی، لازم است که جذب

و مصرف نیتروژن از راندمان بالایی برخوردار باشد تا بدین وسیله از هزینه نهاده‌ها کاسته و سود بالاتری عاید زارعین گردد. برای رسیدن به هدف فوق لازم است راندمان جذب عناصر غذایی و عوامل موثر بر آن شناخته و راههای افزایش آن را در روش‌های نوین تولید گیاهان زراعی تشخیص داد (بدون آن که عملکرد کاهش یابد) (خادمی و همکاران، ۱۳۷۸).

افزایش عملکرد و پروتئین دانه به مدیریت صحیح مصرف کود نیتروژنه بستگی دارد. به‌طوری که اگر مقدار نیتروژن خاک در پایان فصل رشد برای گندم قابل جذب باشد در کنار افزایش عملکرد، میزان پروتئین دانه نیز افزایش می‌یابد (گلچین و ملکوتی، ۱۳۷۸). زمان و نحوه مصرف کودهای ازته از اهمیت زیادی برخوردار است (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۶۷). در خاک های شور در صورت بروز کمبود نیتروژن، محلول پاشی اوره روی گندم موجب افزایش عملکرد می‌شود (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۲).

۲-۴ تاثیر کود اوره بر سویا

شواهد زیادی حکایت از پاسخ مناسب سویا به حاصلخیزی خاک و مصرف بهینه کود وجود دارد (مارشنر، ۱۹۹۵). سیورد و همکاران (۱۹۸۰)، گزارش کردند که غلظت نیتروژن دانه سویا در طی فصل زراعی خشک کاهش می‌یابد، آن‌ها اینگونه نتیجه گرفتند که نیتروژن مکمل (از طریق مصرف کودهای شیمیایی) جهت به حداکثر رساندن پتانسیل عملکرد سویا ضروری به نظر می‌رسد. تایلور و همکاران (۲۰۰۵)، مشاهده کردند که کاربرد کود نیتروژن در کشت دیر هنگام سویا موجب بهبود عملکرد می‌شود. در گزارش کالیکسان و همکاران (۲۰۰۸)، بیان شده که کاربرد کود آغازگر و سرک نیتروژن همراه با کود آهن، می‌تواند در بهبود رشد اولیه و عملکرد سویای تلقیح شده در خاک‌های مدیترانه‌ای، مفید باشد. استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد LAI[۱] بیشتر در مراحل زایشی، به ویژه در طی پر شدن دانه شده و نهایتا عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (کوشال و همکاران، ۲۰۰۶). استقرار سطح برگ بیشتر، بین

[۱] Leaf Area Index

مراحل رشدی R۱ و R۴ در بهبود بازده فتوسنتزی و عملکرد سویا، بسیار مهم است (کومودینی و همکاران، ۲۰۰۱).

حاتمی و همکاران (۱۳۸۸)، گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه سویا در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) شد. همچنین مشاهده شد که کاربرد نیتروژن معدنی میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ سویا را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱ زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری به اجرا در آمد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی می‌باشد و در ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا قرار دارد.

۳-۲ نمونه برداری و تجزیه شیمیائی خاک

قبل از انجام عملیات آماده سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری‌هایی به‌طور تصادفی صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه‌های جمع‌آوری شده را روی هم ریخته و مخلوط کرده و نهایتا یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی که در بر گیرنده کل نمونه‌هاست جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

جدول ۳-۱ نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه

رس	سیلت	شن	بافت خاک	فسفر قابل جذب	پتاسیم	نیتروژن	pH	هدایت الکتریکی	مواد آلی	کربن آلی
درصد				پی پی ام				دسی زیمنس بر متر	درصد	
۴۷/۳	۴۳/۷	۹	سیلتی رسی	۱۸/۷۳۳	۳۲۷/۵	۰/۱۷۸	۷/۸۱	۱/۵۲	۳/۰۷۵	۱/۷۸۵

۳-۳ نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۲ کرت بود که با احتساب ۳ تکرار تعداد کرت‌ها ۳۶ عدد بود. فاکتورهای مورد بررسی عبارتند از واریته در سه سطح: A۱، A۲ و A۳ (به ترتیب BP، JK و ۰۳۲)، کود اوره در دو سطح: عدم مصرف B۱ و مصرف B۲ و کود بیولوژیک نیتروکسین در دو سطح: عدم مصرف C۱ و مصرف C۲.

هر کرت آزمایشی از ۵ ردیف ۵ متری به فواصل ۰/۵ متر از یکدیگر تشکیل گردید و فاصله بذور روی ردیف‌ها ۳ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها ۷۰ سانتی‌متر و بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد.

A۱				A۲				A۳			
B۱C۱	B۱C۲	B۲C۱	B۲C۲	B۲C۲	B۱C۱	B۱C۲	B۲C۱	B۱C۲	B۱C۱	B۲C۲	B۲C۱

A۲				A۳				A۱			
B۲C۱	B۱C۱	B۱C۲	B۲C۲	B۲C۱	B۱C۱	B۲C۲	B۱C۲	B۲C۱	B۲C۲	B۱C۲	B۱C۱

A۳				A۱				A۲			
B۲C۱	B۱C۲	B۱C۱	B۲C۲	B۲C۲	B۲C۱	B۱C۱	B۱C۲	B۱C۱	B۲C۲	B۱C۲	B۲C۱

شکل ۳-۱ نقشه کشت مزرعه

۳-۴ مشخصات مواد آزمایشی

ارقام سویا مورد استفاده در این آزمایش BP، JK و ۰۳۲ بودند که از مرکز تحقیقات بایع‌کلا نکا تهیه گردیدند. رقم BP، رشد محدوده و دارای گل هایی به رنگ بنفش و برگ‌هایی باریک به رنگ سبز روشن می‌باشد. این رقم به خوابیدگی و ریزش نیز مقاوم است (حبیب زاده و همکاران، ۱۳۸۲). رقم JK، رشد محدود بوده و دارای گل‌هایی به رنگ بنفش و برگ‌های پهن به رنگ سبز تیره می‌باشد. این رقم مقاومت زیادی به خوابیدگی و ریزش دارد (دباغیان، ۱۳۸۸). رقم ۰۳۲، رشد نیمه محدود بوده و دارای گل‌هایی به رنگ سفید و برگ‌هایی پهن به رنگ سبز روشن می‌باشد. این رقم نیز به خوابیدگی و ریزش مقاوم است (مصطفویان، ۱۳۸۶).

کود بیولوژیک نیتروکسین که شامل دو باکتری محرک رشد و تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) است، از موسسه تحقیقات آب و خاک تهیه گردید که دارای 10^8 CFU/ml باکتری بود. عامل بعدی کود شیمیایی اوره بود که به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد و در هنگام کاشت به صورت مصرف خاکی اعمال شد.

۳-۵ عملیات اجرایی

۳-۵-۱ عملیات آماده سازی زمین و کاشت بذور

به منظور آماده سازی زمین یک شخم عمیق در پاییز و یک شخم سطحی در بهار زده شد و پس از آن دو بار دیسک عمود بر هم زده و تسطیح شد. به وسیله فاروئر پشته‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. سپس اندازه کرت‌ها در آن مشخص شد و پس از آن جوی‌های آبیاری تعبیه گردیدند. به منظور عدم اختلاط آب هر تکرار با تکرار بعدی، دو جوی در نظر گرفته شد که یکی از آن‌ها به منظور تخلیه آب اضافی تکرار بالایی و دیگری به منظور ورود آب از نهر کنار زمین به تکرار بعدی تعبیه شده بود. یک روز قبل از کاشت زمین آبیاری شد و به منظور تلقیح بذور با کود بیولوژیکی نیتروکسین، طبق دستورالعمل موسسه آب و خاک، به مقدار ۱ لیتر در هکتار بر اساس تیمارهای آزمایشی و با جمعیت تقریبی 10^8 باکتری در هر میلی‌لیتر، با بذور سویا تلقیح شده و آن‌ها را به مدت ۲ ساعت در

سایه قرار داده تا خشک شوند و سپس نسبت به کشت آن در تاریخ ۱۳۸۹/۲/۲۶ اقدام گردید. طبق محاسبه به میزان ۶۰ گرم کود اوره در هر کرت در تیمارهای مربوطه در هنگام کاشت به خاک اضافه شد.

۳-۵-۲ عملیات داشت

الف- آبیاری: نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور انجام شد. آبیاری‌های بعدی هم در طول فصل رشد هر دو هفته یک بار انجام گردید.

ب- واکاری: پس از اینکه بوته‌ها به مرحله ۲ برگی رسیدند، در نقاطی که سبز شدن با مشکل مواجه شده بود واکاری انجام شد.

ج- تنک کردن: با توجه به اهمیت تراکم بوته، تنک کردن در مرحله ۴ برگی و با در نظر گرفتن فاصله ۱۰-۷ سانتی‌متر بین بوته‌ها با حفظ یک بوته سالم و قوی و حذف دیگر بوته‌ها اجرا شد.

د- مبارزه با علف‌های هرز و آفات

عملیات وجین در زمان‌های لازم بوسیله کارگر انجام گرفت. در طی اجرای آزمایش میزان آفات در حدی بود که ضرورتی برای سمپاشی نداشت.

۳-۵-۳ نمونه برداری و اندازه‌گیری‌ها

اولین نمونه برداری بوته‌ها در تاریخ ۹ تیر ماه، حدودا ۴۳ روز پس از کاشت صورت پذیرفت و نمونه گیری‌های بعدی هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. در کل ۸ بار نمونه‌گیری انجام شد. در زمان نمونه برداری از ابتدا و انتهای هر کرت ۰/۵ متر به عنوان حاشیه حذف گردید و در هر مرحله نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، ۲ بوته به صورت تصادفی از سه ردیف وسط برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. بوته‌ها در آزمایشگاه به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس وزن آن‌ها محاسبه گردید. صفاتی مانند تعداد و وزن گره ریشه، سطح برگ، وزن خشک ساقه و برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گره ساقه، تعداد شاخه جانبی و نیتروژن برگ اندازه‌گیری شد.

۳-۵-۴ نمونه برداری جهت تعیین شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد

به منظور بررسی عوامل موثر بر رشد سویا در مزرعه، هر دو هفته یک بار جهت اندازه‌گیری شاخص های رشدی نمونه‌گیری با انتخاب ۲ بوته از هر کرت انجام شد. بوته‌ها پس از کف بر شدن به آزمایشگاه منتقل و پس از ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس وزن آنها محاسبه گردید. در هر بار نمونه گیری شاخص سطح برگ توسط دستگاه (CI-۲۰۳ Area Meter USA Leaf Area Meter) اندازه گیری و سپس برای یک متر مربع سطح زمین محاسبه شد. با توجه به وزن خشک بدست آمده در هر نوبت نمونه گیری، ماده خشک تولیدی (TDW)، سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) از طریق معادلات زیر محاسبه گردید.

$$\overline{LAI}=\left[\frac{LA_{۲}+LA_{۱}}{۲}\right]\left[\frac{۱}{GA}\right]$$

A : سطح برگ بوته

$$CGR=\frac{W_{۲}-W_{۱}}{GA(t_{۲}-t_{۱})}$$

$W_{۲}-W_{۱}$:تغییرات وزن خشک بین دو نمونه گیری

$T_{۲}-T_{۱}$: فاصله زمانی بین دو نمونه گیری

$$\overline{RGR}=\left[\frac{W_{۲}-W_{۱}}{t_{۲}-t_{۱}}\right]\left[\frac{Ln\,W_{۲}-Ln\,W_{۱}}{W_{۲}-W_{۱}}\right]$$

۳-۵-۵ برداشت نهایی

پس از رسیدگی فیزیولوژیکی بوته‌های سویا، در هر کرت دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای آن به منظور کاهش اثر حاشیه‌ای حذف و تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی جهت تعیین عملکرد و اجزاء عملکرد برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آخرین نمونه برداری صفاتی مانند وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد و وزن گره ریشه، طول غلاف، وزن غلاف، وزن خشک ساقه، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گره ساقه، تعداد شاخه جانبی، درصد نیتروژن برگ و درصد روغن بذور اندازه‌گیری شد.

برای اندازه گیری وزن هزار دانه گیاه، نمونه ۱۰۰ تایی از بذور هر کرت آزمایشی جدا شده و با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند، سپس بذور ۱۰۰ تایی به ۱۰۰۰ تایی تعمیم داده شد.

۳-۵-۵-۱ نمونه برداری جهت اندازه گیری روغن دانه

دانه آسیاب شده و ۵ گرم از هر نمونه جهت اندازه‌گیری روغن دانه توسط دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد.

۵ گرم از هر نمونه جهت اندازه‌گیری روغن دانه در کاغذ صافی قرار داده شد و سپس به دستگاه سوکسله کلروفرم اضافه گردید و نمونه به همراه کاغذ صافی به مدت ۵ ساعت و با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه قرار گرفت. در انتها نمونه‌ها را از دستگاه خارج و در آون قرار گرفت تا کاملا خشک شوند، سپس وزن ثانویه هر نمونه منهای وزن اولیه آن، درصد روغن هر نمونه را نشان داد.

۳-۵-۵-۲ نمونه برداری جهت اندازه گیری نیتروژن برگ

جهت تعیین نیتروژن برگ از هر تیمار مقدار ۰/۲ گرم نمونه آسیاب شده را به همراه ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک و قرص کاتالیزور، با زمان بندی حرارتی در دستگاه هضم‌کننده با افزایش تدریجی دما تا ۳۷۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس توسط دستگاه کجلتک (Kjeltec ۲۳۰۰ Auto Analyzer) درصد نیتروژن برگ تعیین گردید (دباغیان، ۱۳۸۸).

۳-۵-۶ تجزیه آماری داده‌ها

داده‌ها ابتدا وارد نرم افزار Excel شد و سپس با استفاده از نرم افزار SAS و MSTATC آنالیز شد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

فصل چهارم

نتایج و بحث

این بخش شامل نتایج حاصل از تجزیه واریانس ۱۹ صفت اندازه گیری شده و بررسی اثر تیمارها بر روند تغییرات برخی از شاخص‌های رشد می‌باشد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، طول غلاف، درصد روغن، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد گره ریشه، وزن گره ریشه، درصد نیتروژن برگ، ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه، قطر ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه می‌باشند. همچنین شاخص‌های رشد مورد بررسی شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و تجمع ماده خشک بودند.

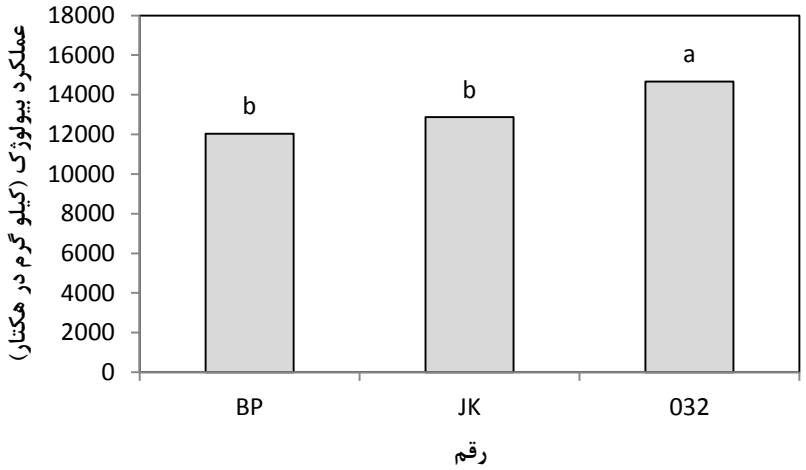
۴-۱ عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی)

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۵) اثرات فاکتورهای اصلی شامل رقم، کود اوره و باکتری معنی‌دار نبود.

بحرانی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که در تیمار مصرف و عدم مصرف باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر، اختلافی در صفت عملکرد دانه گندم وجود ندارد. رجایی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که، تلقیح گندم با ازتوباکتر روی صفاتی مانند ارتفاع نهایی بوته، تعداد و طول سنبله‌ها، وزن خشک ریشه، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله اثری نداشت.

۴-۲ عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۵) نشان داد که تاثیر فاکتور رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۵٪ معنی دار می‌باشد، به‌طوری که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در رقم ۰۳۲ و BP حاصل گردید (شکل ۴-۱). همچنین مشاهده شد که سایر ترکیبات تیماری، تاثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک نداشتند.



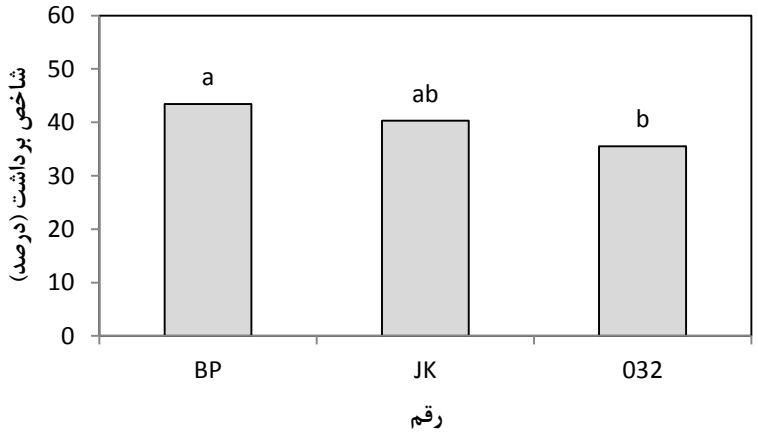
شکل ۴-۱- تاثیر رقم بر عملکرد بیولوژیک

حاتمی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که ارقام رشد نامحدود نسبت به رشد محدود، به‌علت ادامه رشد رویشی پس از شروع گلدهی می‌توانند ماده خشک بیشتری را در اندام هوایی تجمع دهند. اصغری و همکاران (۱۳۸۵)، در یک تحقیق مزرعه‌ای اثر میزان نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه روی چهار رقم سورگوم (دو رقم متوسطرس، یک رقم زودرس و یک رقم دیررس) بررسی کرده و اظهار داشتند عملکرد بیولوژیک ارقام بسیار متفاوت بود.

۴-۳ شاخص برداشت

شاخص برداشت به‌صورت وزن خشک ماده گیاهی مطلوب به کل ماده خشک تولید شده در قسمت هوایی توسط گیاه زراعی، تعریف می‌شود. شاخص برداشت به‌عنوان معیاری برای تعیین قابلیت تولید بوده و تا حدی قابل توارث است (امام و ثقه الاسلامی، ۱۳۸۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۵) نشان داد تاثیر فاکتور رقم بر شاخص برداشت در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری که بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در رقم BP و ۰۳۲ حاصل گردید (شکل ۴-۲). بر طبق نتیجه بدست آمده از این آزمایش به‌نظر می‌رسد علت این امر رشد نیمه محدود بودن رقم ۰۳۲ است. این رقم پس از گلدهی همچنان به رشد رویشی خود ادامه می‌دهد و مواد فتوسنتزی را بیشتر صرف رشد رویشی خود میکند تا رشد زایشی، و این امر باعث می شود که شاخص برداشت این رقم نسبت به رقم BP که رشد محدود است و رشد رویشی آن پس از شروع گلدهی متوقف می‌شود و بقیه مواد فتوسنتزی صرف رشد زایشی می‌شود، کمتر باشد.

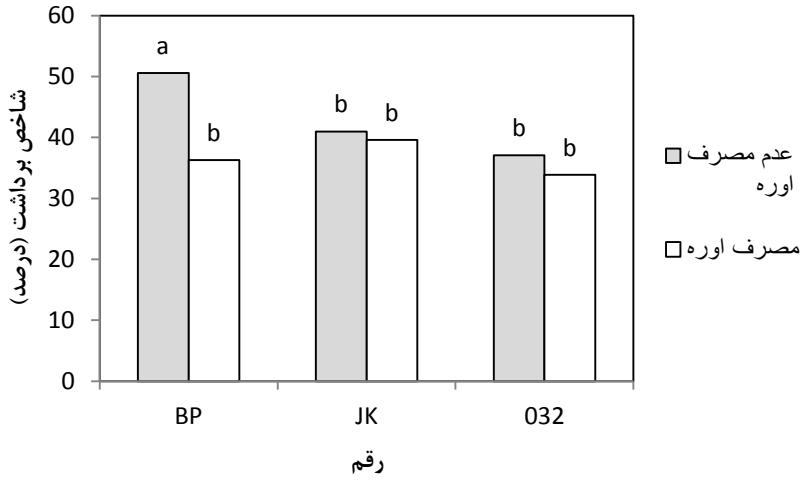


شکل ۴-۲- تاثیر رقم بر شاخص برداشت

بسیاری از محققان ثبات نسبی شاخص برداشت را در سویا گزارش کرده اند. اسپاس و همکاران (۱۹۸۴) گزارش کردند که شاخص برداشت ارقام سویا یک خصوصیت ثابت است و در ارقام پاکوتاه بیشتر از ارقام پابلند می‌باشد و بطور متوسط ارقام رشد محدود، شاخص برداشت بیشتری نسبت به ارقام رشد نامحدود دارند.

مطابق جدول تجزیه واریانس جدول (۴-۵) اثر متقابل رقم و اوره بر شاخص برداشت در سطح ۵٪ معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت مربوط به رقم BP و عدم مصرف اوره است و بقیه ترکیبات تیماری از لحاظ آماری در یک گروه قرار دارند (شکل ۴-۳). همچنین مشاهده شد که سایر

ترکیبات تیماری نیز تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشتند. فرجی و همکاران (۱۳۸۵)، گزارش کردند که با افزایش سطح نیتروژن، شاخص برداشت گندم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در واقع مصرف نیتروژن تولید بافت‌های ساختمانی گیاه را افزایش داده و بدین ترتیب مصرف نیتروژن باعث کاهش نسبت دانه به بیوماس کل گردید و شاخص برداشت کاهش یافته است.



شکل ۴-۳- برهم‌کنش رقم و کود اوره بر شاخص برداشت

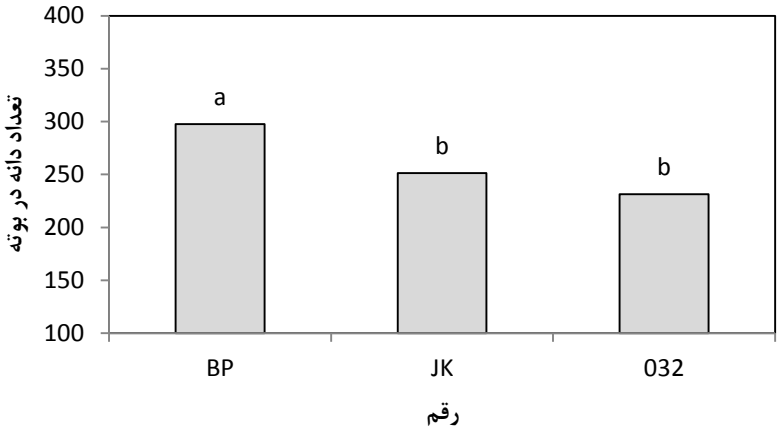
۴-۴ تعداد دانه در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) نشان می‌دهد که تاثیر فاکتور رقم بر تعداد دانه در بوته، در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۴) حاکی از این است که بیشترین تعداد دانه در رقم BP به میزان ۲۹۷/۵ عدد در بوته مشاهده گردید. چون رقم BP رشد محدود است پس از ورود به مرحله گلدهی، رشد رویشی آن متوقف می‌شود و به همین علت مواد غذایی صرف قسمت زایشی گیاه شده و باعث افزایش تعداد دانه در آن می‌شود. اگرچه تعداد دانه در بوته تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیط قرار می گیرد، ولی به‌نظر می‌رسد تعداد دانه در بوته بیشتر تحت تاثیر عوامل ژنتیکی بوده است.

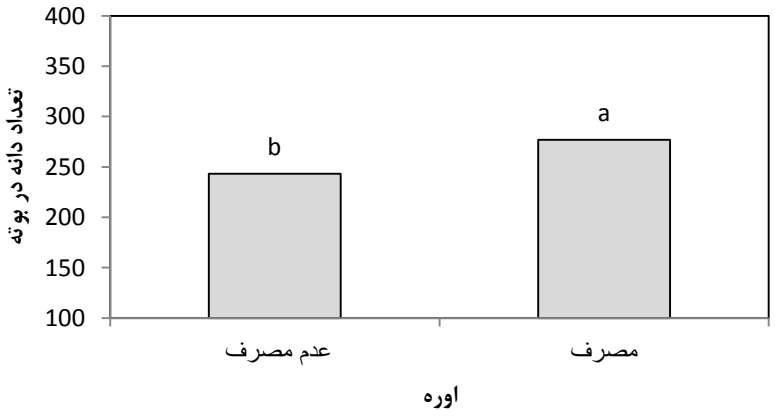
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶)، فاکتور کود اوره تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر تعداد دانه دارد. در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۵) مشخص گردید که مصرف اوره باعث افزایش تعداد

دانه در بوته شد. کالیسکان و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند، کاربرد کود آغازگر و سرک نیتروژن همراه با کود آهن، می‌تواند در بهبود رشد اولیه و عملکرد سویای تلقیح شده در خاک‌های مدیترانه‌ای، مفید باشد. مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) اثر تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین نسبت به گیاهان تلقیح نشده از تعداد دانه در بوته بیشتری برخوردار بودند (شکل ۴-۶).

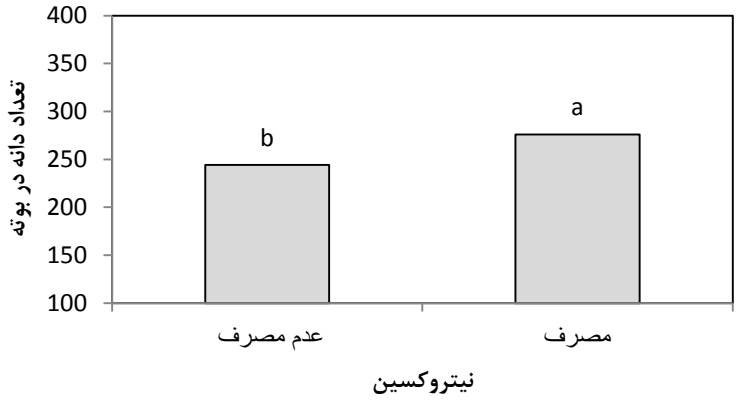
گزارش‌های محققان نشان داده است که باکتری‌های ازتوباکتر علی‌رغم توان تثبیت نیتروژن، از طریق تولید و ترشح هورمون‌هایی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها باعث افزایش درصد جوانه زنی بذرها، ریشه‌زائی و گسترش ریشه شده و از این طریق با فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سبب افزایش محصول در گیاهان تلقیح شده می شوند (رجایی و همکاران، ۲۰۰۵).



شکل ۴-۴- تاثیر رقم بر تعداد دانه در بوته



شکل ۴-۵- تاثیر اوره بر تعداد دانه در بوته

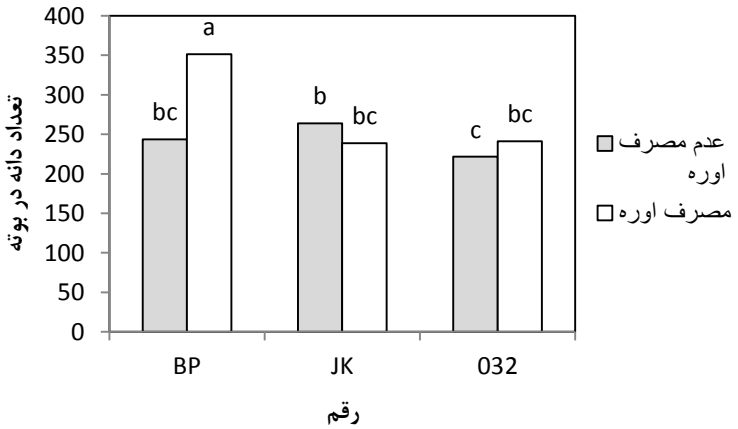


شکل ۴-۶- تاثیر نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته

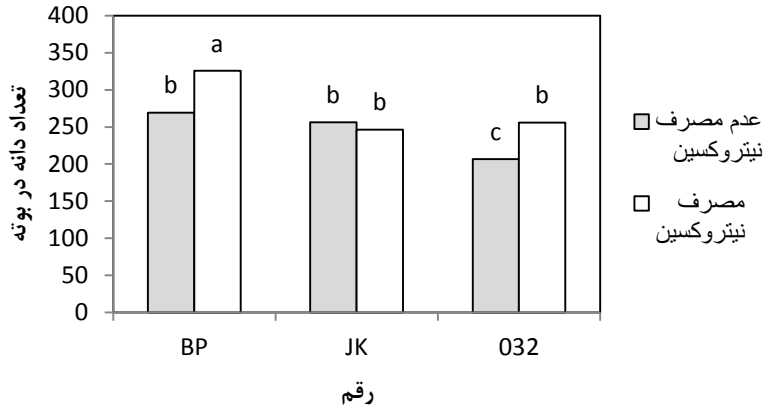
نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) نشان می‌دهد که اثر متقابل رقم و اوره بر تعداد دانه در بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۷) مشخص گردید که بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم BP و مصرف اوره به میزان ۳۵۱/۲۵ عدد بود. شواهد زیادی حکایت از پاسخ مناسب سویا به حاصلخیزی خاک و مصرف بهینه کود دارند (مارشنر، ۱۹۹۵). بریویدان و همکاران (۱۹۷۸) اظهار داشتند که وجود نیتروژن، ریزش گل و غلاف را کاهش داده و باعث افزایش تعداد دانه در گیاه سویا می‌شود. بر طبق نتیجه بدست آمده از این آزمایش به‌نظر می رسد علت این امر، شروع نشدن تثبیت فعال نیتروژن تا مرحله V_2 و V_3 سویا می‌باشد، که وجود نیتروژن باعث تقویت رشد رویشی آن شده و گیاه با آمادگی بیشتر به مرحله زایشی وارد می‌شود.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) نشان می‌دهد که اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۸) مشخص گردید که بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم BP و مصرف نیتروکسین به میزان ۳۲۵/۶۲ عدد بود. اردکانی و همکاران (۱۳۸۰)، اثرکاربرد باکتری آزوسپریلیوم به همراه مصرف کود دامی را اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه گندم (سطح ۵٪)، تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله (سطح ۱٪) گزارش کردند. بسیاری از محققین این افزایش را عمدتا مربوط به تولید مواد محرک رشد توسط ازتوباکتر و آزوسپریلیوم دانسته‌اند.

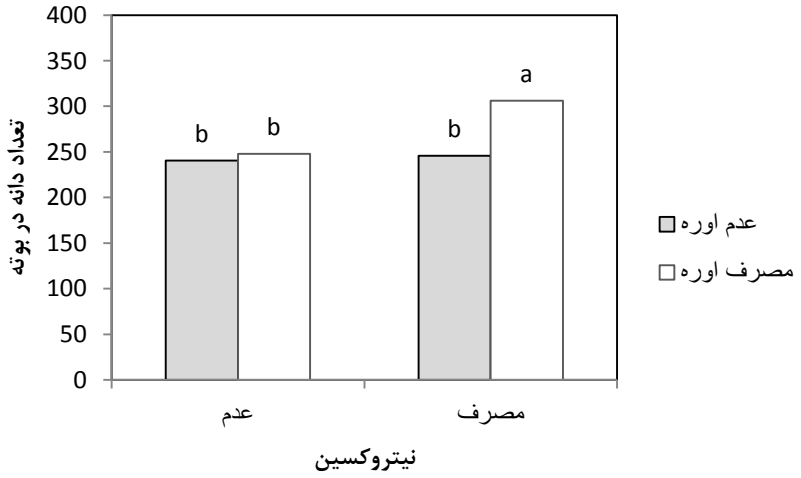
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) نشان می‌دهد که اثر متقابل اوره و نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۹) مشخص گردید که بیشترین تعداد دانه در بوته در مصرف اوره و مصرف نیتروکسین به میزان ۳۰۶/۱۶ عدد و کمترین تعداد دانه در بوته در عدم مصرف اوره و عدم مصرف نیتروکسین به میزان ۲۴۰/۳۷ عدد بود. تیلاک و همکاران (۱۹۸۲)، افزایش بیشتر عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر ذرت با دو باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و آزوسپریلیوم برازیلنس و مصرف کود اوره در مقایسه با مصرف کود اوره به تنهایی یا تلقیح بذر با هر یک از این باکتری‌ها بدون مصرف کود اوره را مشاهده کردند. بلیمو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که، عملکرد دانه و رشد ریشه گیاهان تلقیح یافته با ریزوباکترهای محرک رشد به دلیل افزایش فعالیت ACC دی آمیناز بهبود می‌یابد. تحقیقات نشان داده است که، فرایند تثبیت نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌ها، نیازمند انرژی است که از کربن آلی در دسترس جهت شکستن پیوند بین اتم های نیتروژن بدست می‌آید، به همین دلیل کاربرد انواع کود سبز، آلی (دامی) و برخی از کودهای شیمیایی بر درجه تاثیر و فعالیت ازتوباکتر موثر هستند. مطابق جدول تجزیه وازیانس (جدول ۴-۶) اثر متقابل سه‌گانه، رقم، اوره و نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ۴-۷ برهم‌کنش رقم و کود اوره بر تعداد دانه در بوته



شکل ۴-۸ برهم‌کنش رقم و کود نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته

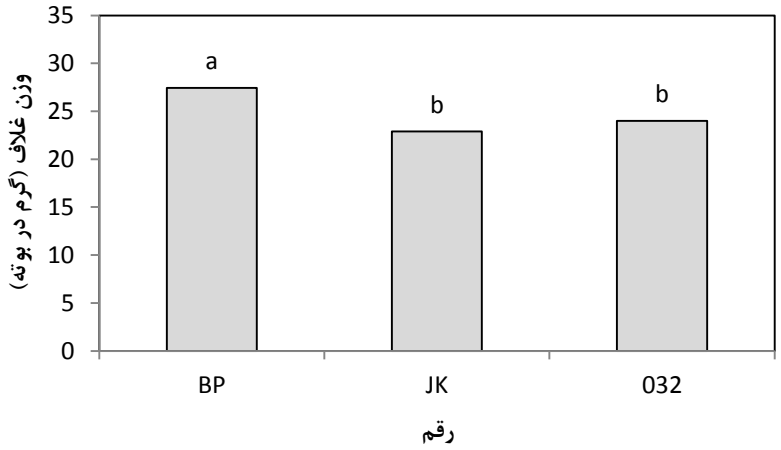


شکل ۴-۹ برهم‌کنش اوره و کود نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته

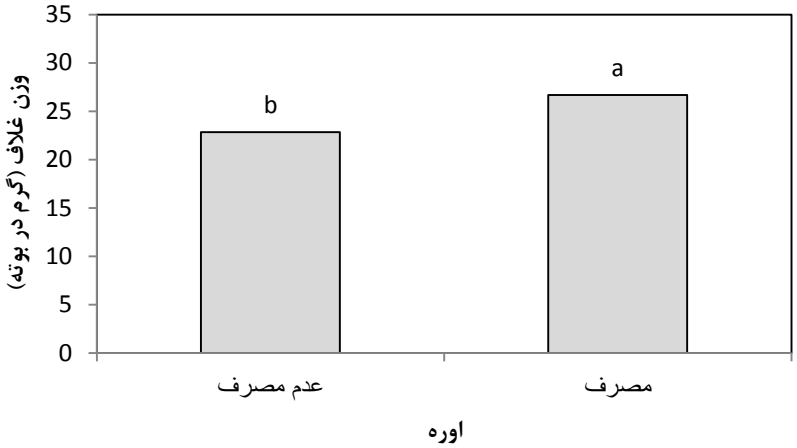
۴-۵ وزن غلاف

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) تاثیر فاکتور رقم بر وزن غلاف در سطح ۵٪ معنی دار می باشد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن غلاف به ترتیب در رقم BP و JK حاصل گردید، گرچه رقم JK با رقم ۰۳۲ از لحاظ آماری در یک گروه قرار دارند (شکل ۴-۱۰). مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) وزن غلاف در تیمار کود اوره در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۱۱) نشان می‌دهد که وزن غلاف با مصرف کود اوره نسبت به گیاه شاهد افزایش ۱۳/۹۲ درصدی یافته است. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) همچنین نشان داد اثرتلقیح بذر با

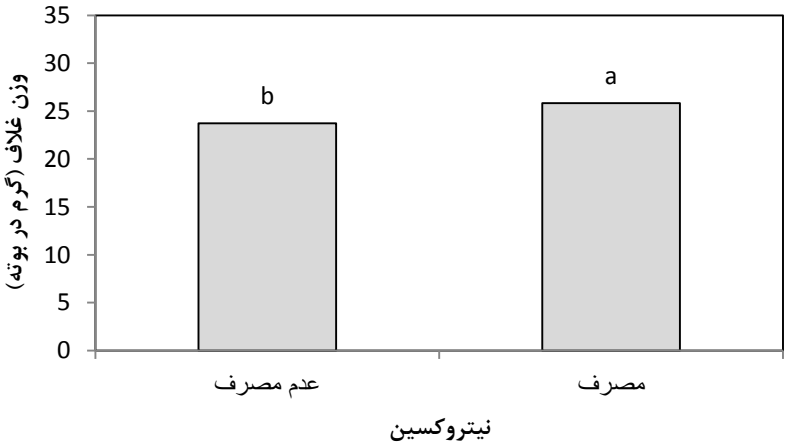
نیتروکسین بر وزن غلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، به‌طوری که وزن غلاف در گیاه تلقیح شده و شاهد به ترتیب ۲۵/۸۳ و ۲۳/۷۱ گرم بدست آمد (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۰تاثیر رقم بر وزن غلاف

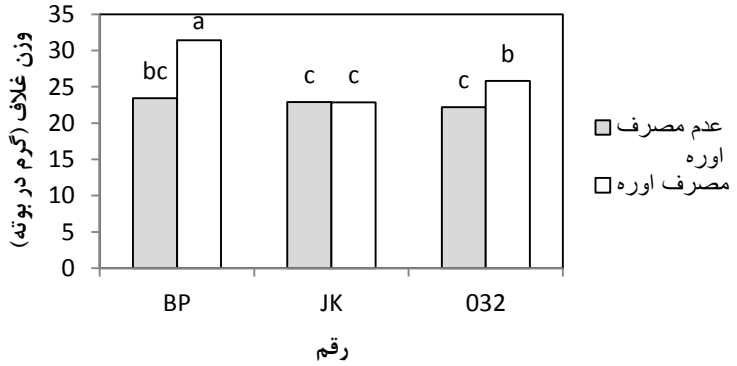


شکل ۴-۱۱ تاثیر اوره بر وزن غلاف

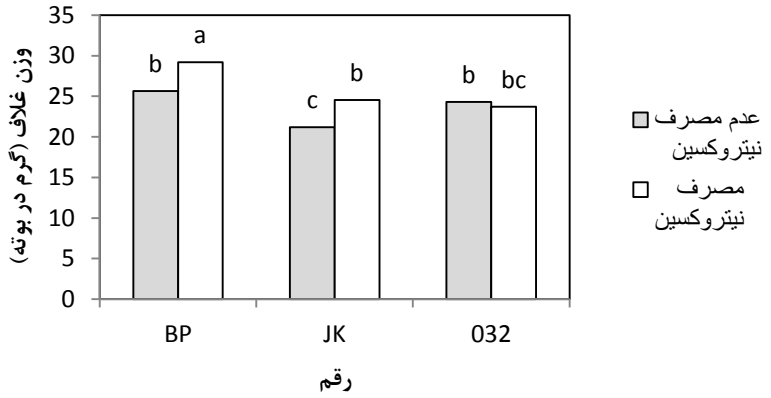


شکل ۴-۱۲ تاثیر نیتروکسین بر وزن غلاف

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) نشان می‌دهد که اثر متقابل رقم و اوره بر وزن غلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۱۳) مشخص گردید که بیشترین وزن غلاف در تیمار رقم BP و مصرف کود اوره به میزان ۳۱/۴۲ گرم در هر بوته مشاهده گردید. کارپر و اندری (۱۹۹۱)، نیز اظهار داشتند که نیتروژن باعث افزایش تعداد و وزن غلاف‌ها می شود. اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر وزن غلاف در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۴-۶) و در مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۱۴) نیز مشخص شد که بیشترین وزن غلاف مربوط به رقم BP و مصرف نیتروکسین به میزان ۲۹/۲۲ گرم در هر بوته حاصل گردید. احتمالا کاربرد ریزوباکترهای محرک رشد با فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجب رشد و نمو بهتر و بیشتر گیاه نسبت به تیمار شاهد شد.



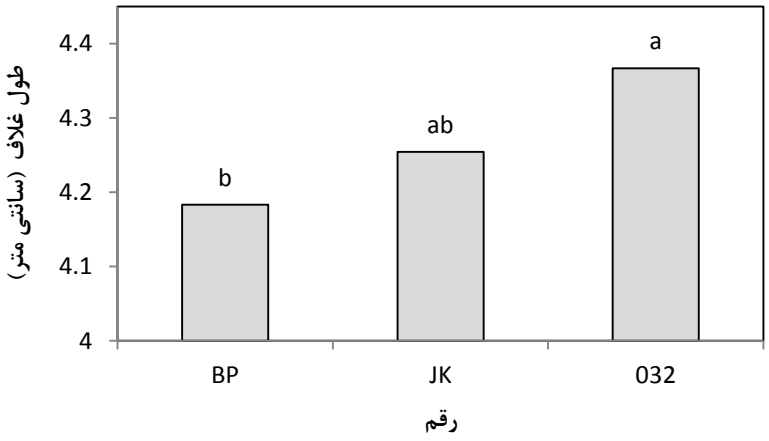
شکل ۴-۱۳ برهم‌کنش رقم و کود اوره بر وزن غلاف



شکل ۴-۱۴ برهم‌کنش رقم و کود نیتروکسین بر وزن غلاف

۴-۶ طول غلاف

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) نشان داد که طول غلاف به‌طور معنی‌داری (سطح ۵٪) تحت تاثیر ارقام مختلف سویا قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۱۵) نشان داد که حداکثر میانگین طول غلاف در رقم ۰۳۲ و به میزان ۴/۳۶ سانتی‌متر حاصل گردید که موجب افزایش ۴/۳ درصدی طول غلاف در مقایسه با رقم BP شد، اگرچه رقم BP با رقم JK از لحاظ آماری در یک گروه قرار دارند. همچنین مشاهده شد که سایر ترکیبات تیماری، تاثیر معنی‌داری بر طول غلاف نداشتند.

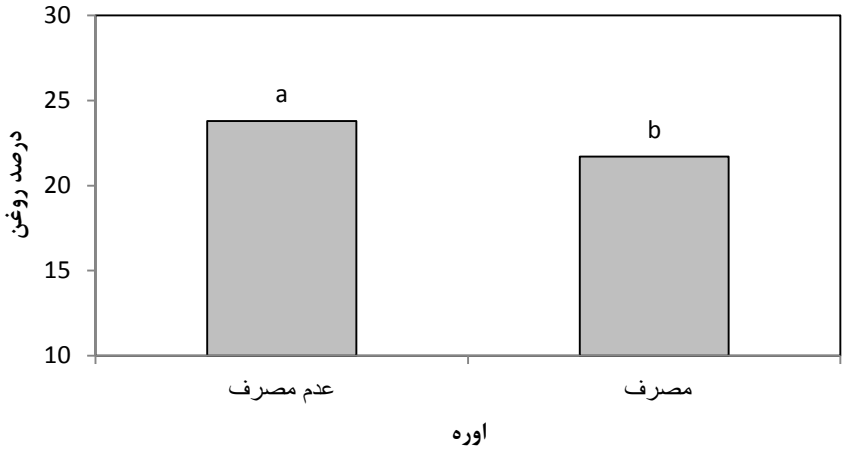


شکل ۴-۱۵ تاثیر رقم بر طول غلاف

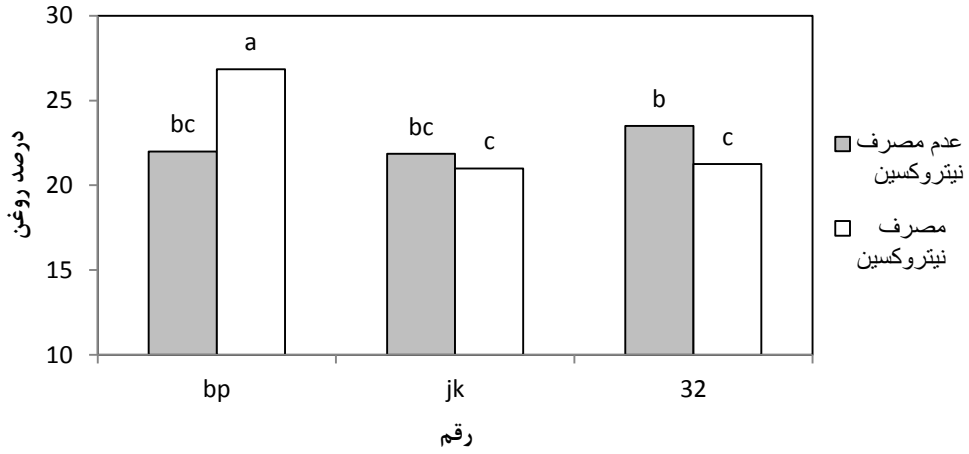
۴-۷ درصد روغن دانه

نتایج نشان داد (جدول ۴-۶) درصد روغن در تیمار کود اوره در سطح ۱٪ معنی دار شد همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۱۶) حاکی از این است که مصرف کود اوره باعث کاهش درصد روغن به میزان ۲/۰۸ درصد شد، زیرا مصرف نیتروژن با افزایش نسبی اسیدهای آمینه و سایر ترکیبات باعث کاهش درصد اسیدهای چرب می‌شود. مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر درصد روغن در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و مشاهده گردید که بیشترین درصد روغن مربوط به رقم BP و مصرف نیتروکسین است (شکل ۴-۱۷). مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) اثر متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر درصد روغن دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار

می‌باشد و مطابق جدول (۴-۱) مشاهده می‌گردد که بیشترین درصد روغن مربوط به رقم BP و عدم مصرف اوره و مصرف نیتروکسین است



شکل ۴-۱۶ تاثیر اوره بر درصد روغن



شکل ۴-۱۷ برهم‌کنش رقم و کود نیتروکسین بر درصد روغن

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر درصد روغن دانه

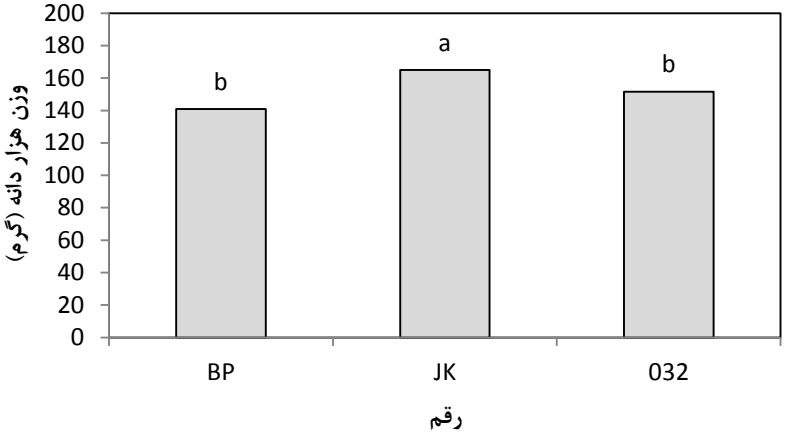
تیمار			درصد روغن دانه جدید
BP	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۲۲/۱۰
		مصرف کود نیتروکسین	۲۸
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۲۱/۹
		مصرف کود نیتروکسین	۲۵/۷
JK	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۲۱/۵۳
		مصرف کود نیتروکسین	۲۲/۹
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۲۲/۲
		مصرف کود نیتروکسین	۱۹/۱
۰۳۲	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۲۶/۳
		مصرف کود نیتروکسین	۲۱/۹
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۲۰/۷
		مصرف کود نیتروکسین	۲۰/۶
		LSD ۵٪	۲/۸۶

دباغیان (۱۳۸۸) نیز با اجرای آزمایش مزرعه‌ای مشاهده کرد که درصد روغن دانه سویا با کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلیوم افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد پیدا کرد.

احتمالا این باکتری‌ها با تولید مواد محرک رشد و افزایش در رشد ریشه‌ها و در نتیجه فراهم سازی مواد غذایی مورد نیاز گیاه در افزایش درصد روغن نقش داشتند (پریرا و همکاران، ۱۹۷۷). به نظر می رسد، آزوسپریلیوم با توان تثبیت زیستی نیتروژن، گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های محرک رشد و برخی ویتامین‌ها، رشد کمی و کیفی را در گیاهان تقویت می‌کند.

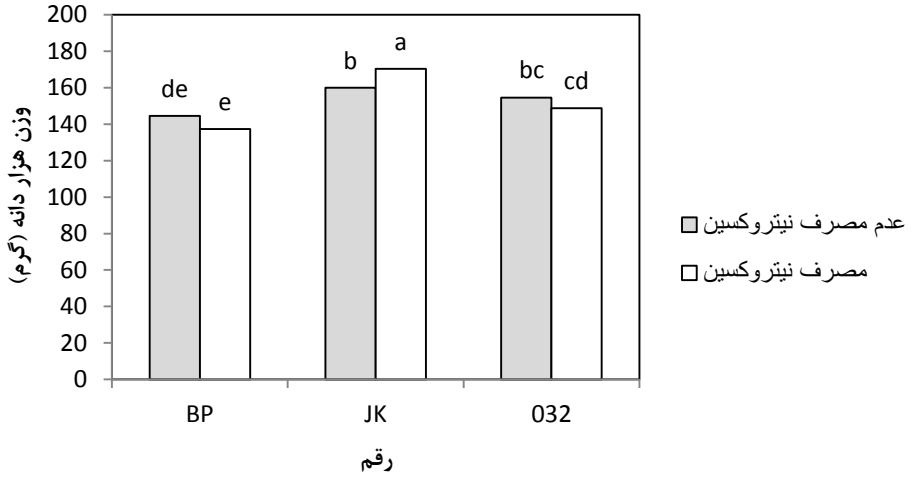
۴-۸ وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) معنی‌دار بودن اثر ارقام مختلف بر وزن هزار دانه در سطح ۱٪ را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که حداکثر وزن هزار دانه در رقم JK به میزان ۱۶۵/۰۳ گرم مشاهده گردید (شکل ۴-۱۸).



شکل ۴-۱۸ تاثیر رقم بر وزن هزار دانه

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) اثر متقابل رقم و نیتروکسین در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید و مطابق شکل۴ -۱۹ مشاهده شد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به رقم JK و مصرف نیتروکسین به میزان ۱۷۰/۲۰ گرم بود. یاسری و پتواردهان (۲۰۰۷) نشان دادند که در اثر تلقیح بوته های کلزا با سویه‌های مختلف ازتوباکتر، وزن هزار دانه در مقایسه با شاهد، ۲/۹۲ درصد افزایش یافت. مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) اثر متقابل اوره و نیتروکسین در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید. هر چند مصرف توام نیتروکسین و اوره سبب افزایش وزن هزار دانه گردید اما با تیمار عدم مصرف اوره و نیتروکسین از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۲۰). رجایی و همکاران (۱۳۸۶)، اثر تلقیح ازتوباکتر کروکوکوم را روی وزن هزار دانه گندم مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. پاسخ های گیاهان به آلودگی به آزوسپریلیوم، بیشتر به‌صورت افزایش وزن خشک گیاه، افزایش شمار دانه های هر سنبله و وزن هزار دانه، طول برگ و تسریع در مراحل جوانه‌زنی و گل‌دهی گزارش شده است (کاپولنیک و همکاران، ۱۹۸۱). مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) اثر اوره، نیتروکسین، اثر متقابل رقم و اوره و اثر متقابل سه گانه این عامل‌ها بر وزن هزار دانه معنی‌دار نمی‌باشد.



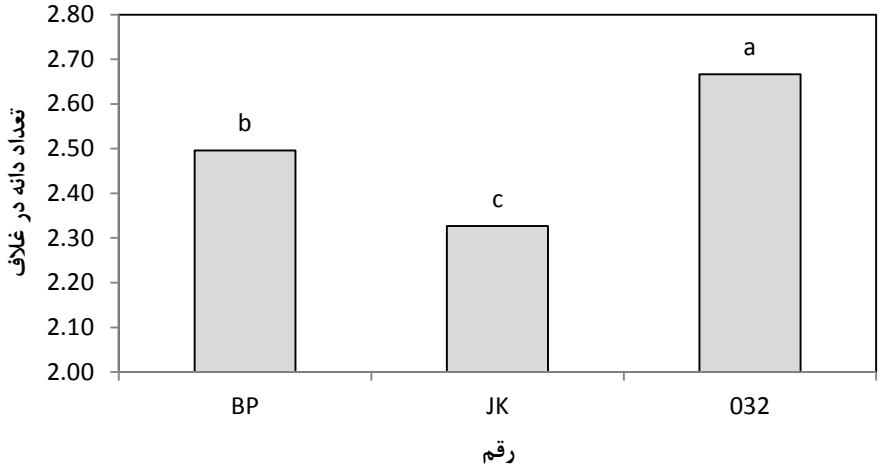
شکل ۴-۱۹ برهم‌کنش رقم و کود نیتروکسین بر وزن هزار دانه

شکل ۴-۲۰ برهم‌کنش کود اوره و کود نیتروکسین بر وزن هزار دانه

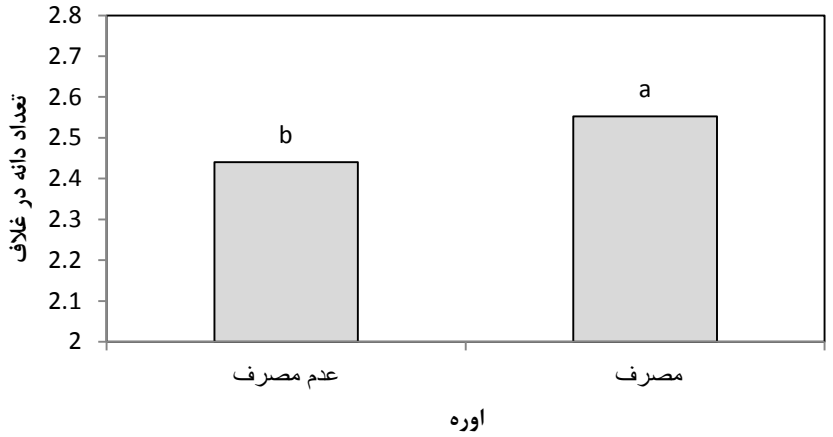
تغییر مثبت صفات کمی و کیفی گیاهان در نتیجه تلقیح با باکتری‌های همیار نیازمند موفقیت ترکیب بین ژنوتیپ گیاه و نوع و سویه باکتری است (ساتوویچ، ۲۰۰۶). علت افزایش وزن هزار دانه در اثر تلقیح با نیتروکسین را احتمالا می‌توان به اثر مثبت ازتوباکتر در تولید ایندول استیک اسید (IAA) توسط این باکتری‌ها نسبت داد (رجایی و همکاران، ۱۳۸۶).

۴-۹ تعداد دانه در غلاف

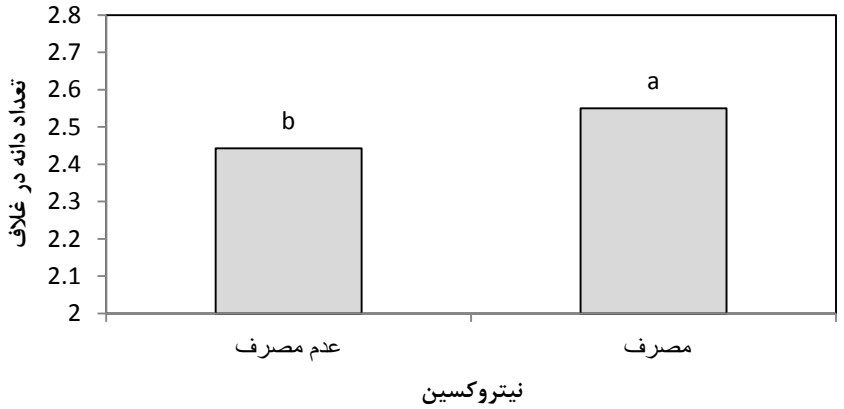
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر فاکتور رقم بر تعداد دانه در غلاف در سطح ۱٪ معنی دار می‌باشد (جدول ۴-۷). نتایج مقایسه میانگین برای صفت مذکور نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در رقم ۰۳۲ به میزان ۲/۶۶ عدد بود (شکل ۴-۲۱). رقم ۰۳۲ بیشترین طول غلاف را داشته و در نتیجه این امر باعث افزایش تعداد دانه در غلاف گردید. نتایج این آزمایش مطابق جدول ۴-۷ نشان می‌دهد که اثر کود اوره بر تعداد دانه در غلاف در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل ۴-۲۲) برای صفت مذکور نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار مصرف کود اوره بود که موجب افزایش ۴/۵ درصدی تعداد دانه در غلاف در مقایسه با شاهد گردید. مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) اثر تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد دانه در غلاف در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲۳) نشان داد که گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده از تعداد دانه در غلاف بیشتری برخوردار بودند. حاجیلو (۱۳۸۹) نیز افزایش تعداد دانه در ردیف بلال گیاهان ذرت تلقیح شده با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم را نسبت به گیاهان تلقیح نشده گزارش کرد. بهاتارای و هس (۱۹۹۳) ازدیاد محصول در اثر تلقیح با آزوسپریلیوم را نتیجه ازدیاد شمار دانه در هر سنبله دانسته‌اند. در آزمایش‌های مزرعه‌ای در آرژانتین نیز نشان داده شد که شمار دانه‌های هر بلال در گیاه ذرت آلوده شده با آزوسپریلیوم دو برابر شده است و افزایشی حدود ۵۹ درصدی در وزن خشک دانه‌ها به‌دست آمد (فولچری و فریونی، ۱۹۹۴). ساریج و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که، آلوده‌سازی با آزوسپریلیوم ۲۵-۲۸ درصد محصول سورگوم را افزایش داد، که این نتیجه مرهون شمار بیشتر دانه در هر پانیکول بود. علت افزایش تعداد دانه در غلاف سویا در اثر تلقیح با نیتروکسین را احتمالا می‌توان به تامین نیتروژن مورد نیاز و همچنین فراهمی عناصر غذایی توسط این باکتری‌ها نسبت داد. مطابق جدل تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) اثر متقابل سه گانه رقم، اوره و نیتروکسین بر تعداد دانه در غلاف معنی دار نمی‌باشد.



شکل ۴-۲۱ تاثیر رقم بر تعداد دانه در غلاف



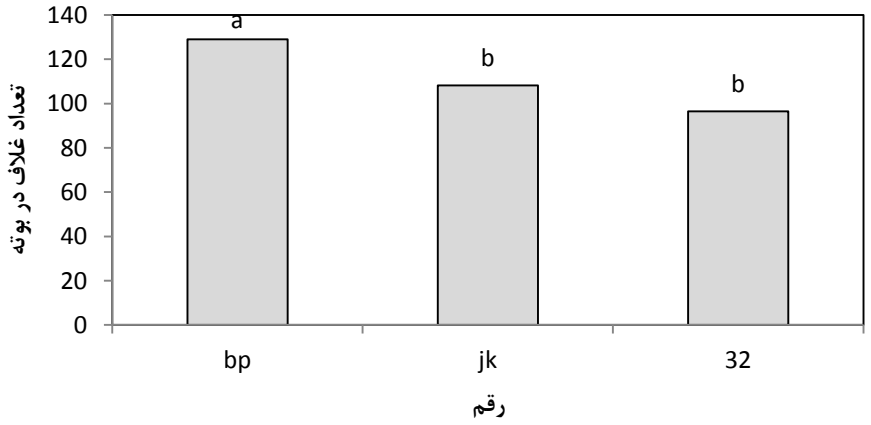
شکل ۴- ۲۲ تاثیر اوره بر تعداد دانه در غلاف



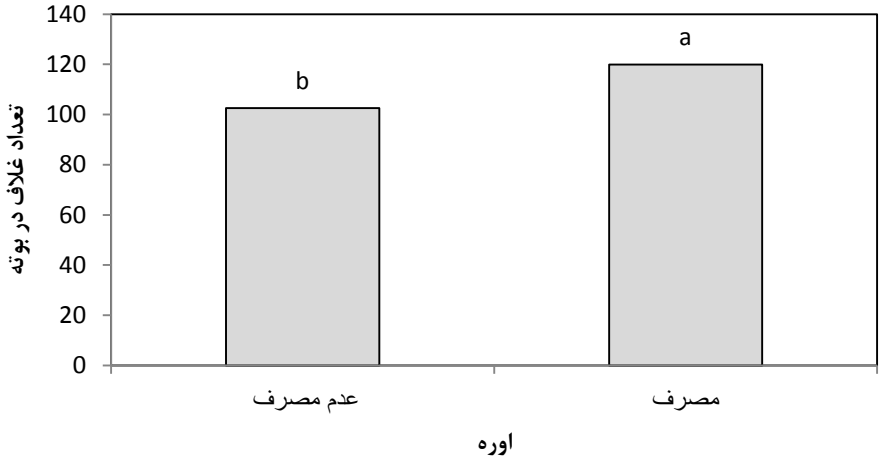
شکل ۴-۲۳ تاثیر نیتروکسین بر تعداد دانه در غلاف

۴-۱۰ تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این مطلب است که تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری در سطح ۵٪ متاثر از ارقام مختلف سویا است (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲۴) نشان می‌دهد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به رقم BP و کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به رقم ۰۳۲ است. نتایج این آزمایش مطابق جدول ۴-۷ نشان می‌دهد که اثر کود اوره بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲۵) برای صفت مذکور نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار مصرف کود اوره بود که موجب افزایش ۱۶/۹۵درصدی تعداد غلاف در بوته در مقایسه با شاهد گردید.



شکل ۴-۲۴ تاثیر رقم بر تعداد غلاف در بوته

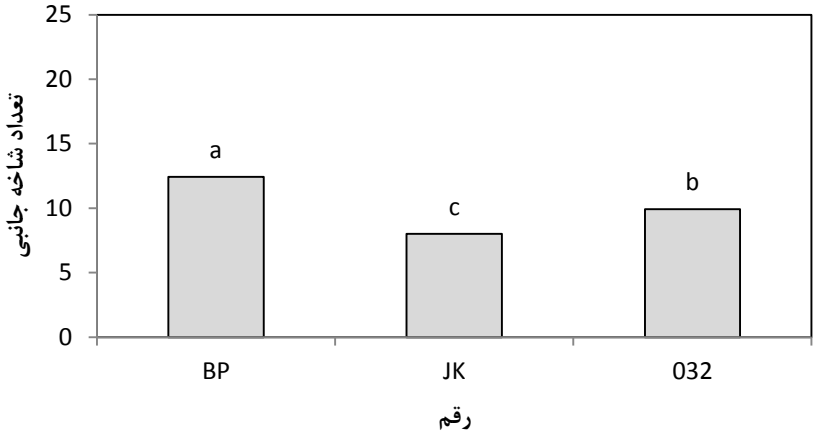


شکل ۴-۲۵ تاثیر اوره بر تعداد غلاف در بوته

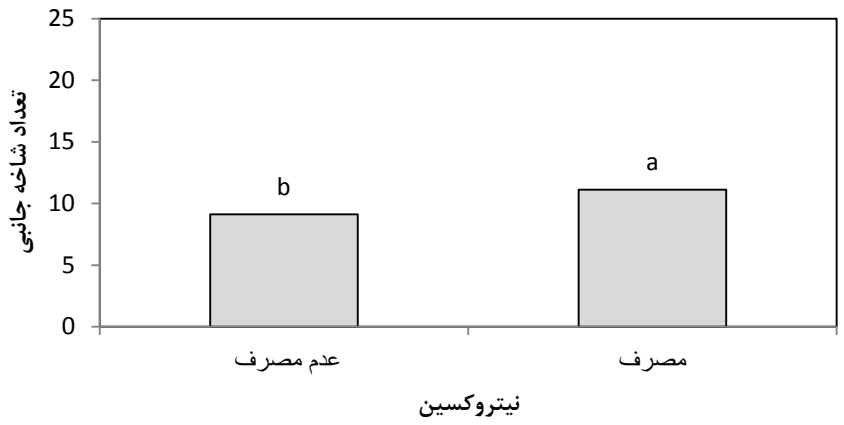
علی و همکاران (۱۹۹۰) نیز به این نتیجه رسیدند که، با افزایش مصرف نیتروژن تعداد غلاف‌های کلزا افزایش می‌یابد. اجزای عملکرد دانه تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و مدیریت زراعی قرار می‌گیرند و محقق را در توجیه علت کاهش یا افزایش عملکرد یاری می‌کنند و مستقل از یکدیگر نیستند (کن و گرابو، ۱۹۹۳). با توجه به اثر مستقیم این صفت به‌عنوان جزء موثر در تعیین عملکرد سویا، می‌توان یکی از علل افزایش عملکرد سویا را به افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت داد (دباغیان، ۱۳۸۸).

۴-۱۱ تعداد شاخه‌های جانبی

یک مرحله قبل از برداشت، تعداد شاخه جانبی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمایش مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) نشان داد که تعداد شاخه جانبی به‌طور معنی‌داری در سطح ۱٪ متاثر از ارقام مختلف بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲۶) حاکی از این است که بیشترین تعداد شاخه جانبی مربوط به رقم BP می‌باشد. مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) اثر نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲۷) نشان می‌دهد که گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین نسبت به گیاهان تلقیح نشده از تعداد شاخه جانبی بیشتری برخوردار می‌باشند.

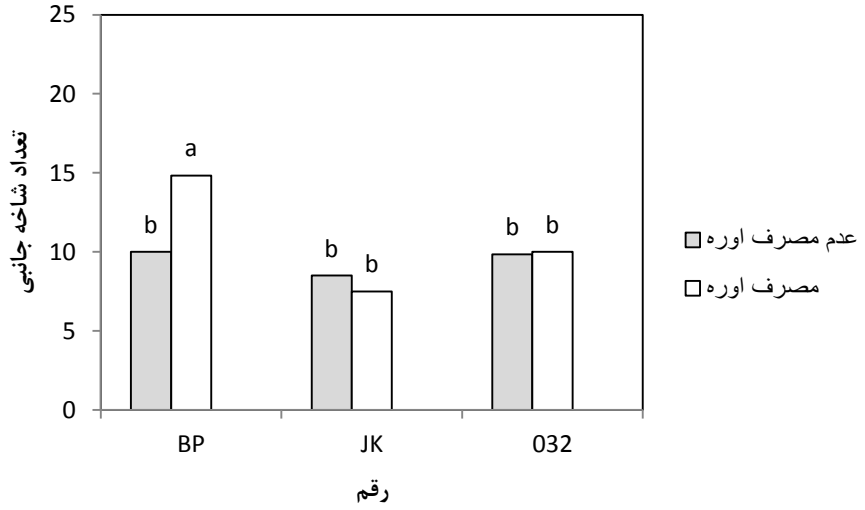


شکل ۴-۲۶ تاثیر رقم بر تعداد شاخه جانبی

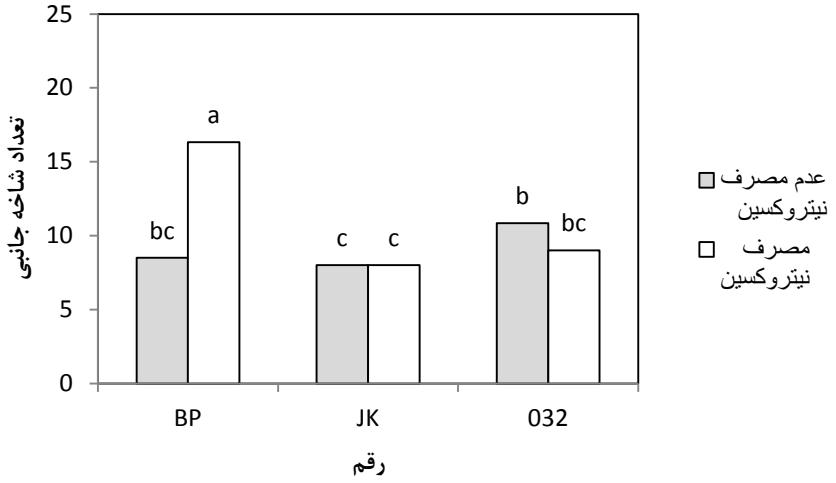


شکل ۴-۲۷ تاثیر نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی

اثر متقابل رقم و اوره نیز بر تعداد شاخه جانبی در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۴-۸). به طوری‌که بیشترین تعداد شاخه جانبی مربوط به رقم BP و مصرف اوره به میزان ۱۴/۸۳ بود و بقیه ترکیبات تیماری از لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند (شکل ۴- ۲۸). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) نشان داد که اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲۹) حاکی از این است که بیشترین تعداد شاخه جانبی مربوط به رقم BP و مصرف نیتروکسین به میزان ۱۶/۳۳ می‌باشد.



شکل ۴-۲۸ برهم‌کنش رقم و کود اوره بر تعداد شاخه جانبی

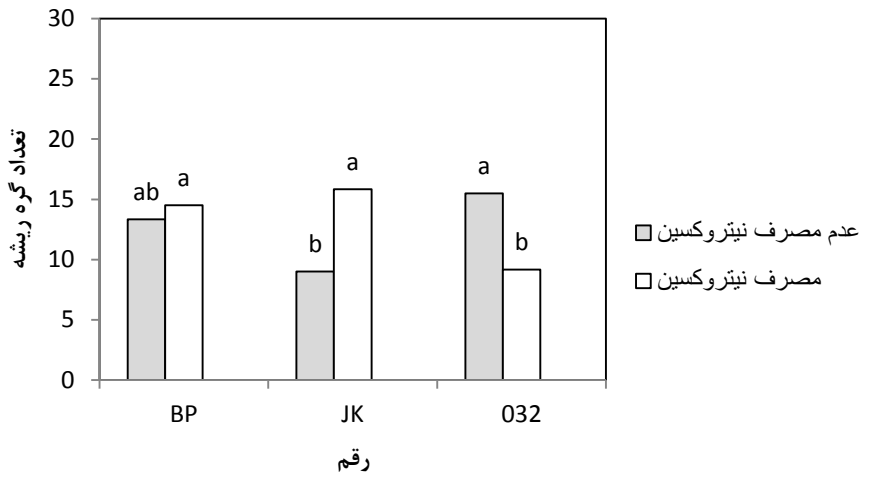


شکل ۴-۲۹ برهم‌کنش رقم و کود نیتروکسین بر تعداد شاخه جانبی

با توجه به نتایج، افزایش تعداد شاخه جانبی را می‌توان به تاثیر این باکتری‌ها در افزایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نسبت داد. دباغیان (۱۳۸۸) نیز با اجرای آزمایش مزرعه‌ای به این نتیجه رسید که کاربرد همزمان ازتوباکتر و آزوسپریلیوم با تیوباسیلوس باعث افزایش تعداد شاخه نسبت به شاهد می‌شود.

۴-۱۲ تعداد گرهک‌ها در ریشه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) حاکی از آن است که اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر تعداد گرهک ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۳۰) نشان داد که بیشترین تعداد گرهک ریشه مربوط به رقم JK و مصرف نیتروکسین به میزان ۱۵/۸۳ بود، هر چند با سه ترکیب تیماری رقم BP و مصرف نیتروکسین، رقم BP و عدم مصرف نیتروکسین و رقم ۰۳۲ و عدم مصرف نیتروکسین اختلاف معنی‌داری ندارد.

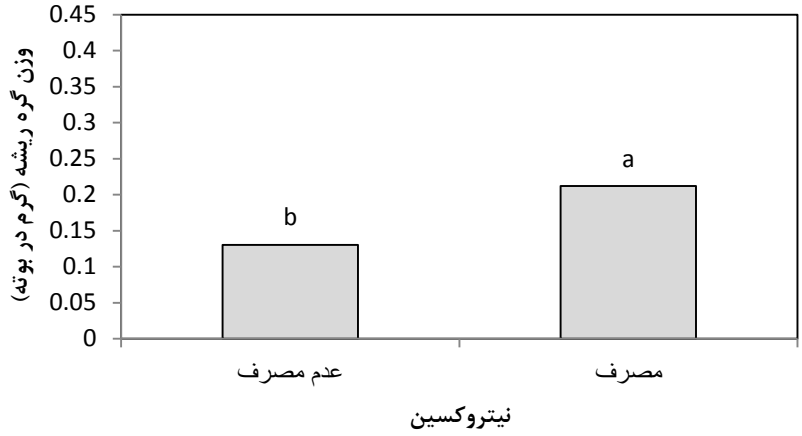


شکل ۴-۳۰ اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر تعداد گره ریشه

دباغیان (۱۳۸۸) نیز گزارش کرد که، کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلیوم باعث افزایش تعداد گره ریشه نسبت به گیاهان شاهد شد. نتایج حاصل از آزمایش با نتایج بیسواز و همکاران (۲۰۰۰) در افزودن باکتری‌های ازتوباکتر و مایه تلقیح ریزوبیوم به سویا و افزایش تعداد و وزن گره ریشه مطابقت دارد.

۴-۱۳ وزن گرهک‌ها در ریشه

نتایج جدول تجریه واریانس (جدول ۴-۸) معنی‌دار بودن اثر نیتروکسین بر وزن گرهک‌های ریشه را در سطح ۵٪ نشان می‌دهد. به‌طوری‌که حداکثر وزن گرهک ریشه در تیمار مصرف نیتروکسین مشاهده گردید (شکل ۴-۳۱).

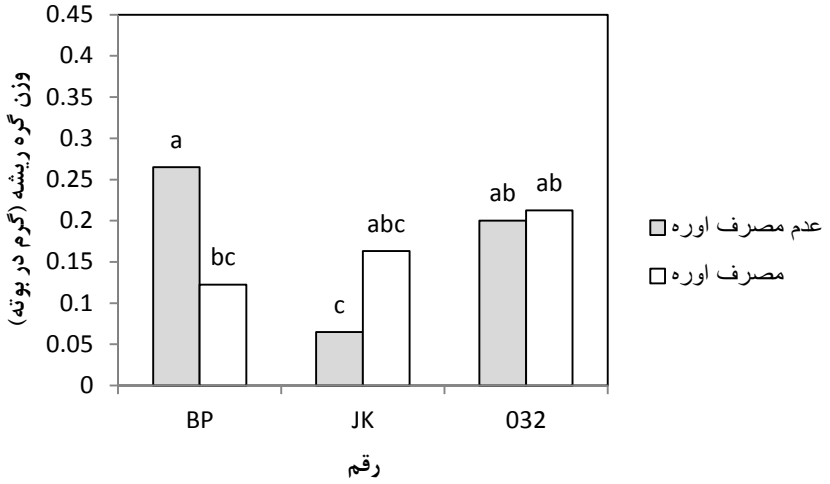


شکل ۴-۳۱ تاثیر نیتروکسین بر وزن گره ریشه

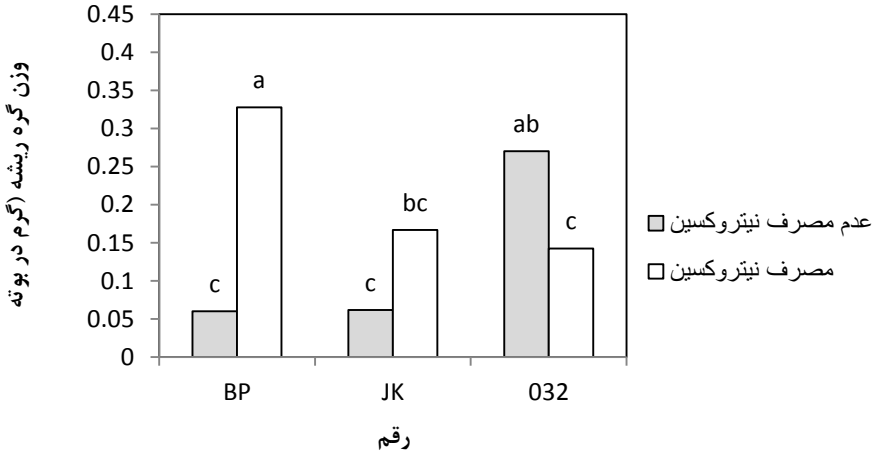
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) اثر متقابل رقم و اوره بر وزن گرهک ریشه‌ها در سطح ۵٪ معنی دار شد و مطابق شکل (۴-۳۲) مشاهده می‌گردد که بیشترین وزن گرهک‌ها مربوط به رقم BP و عدم مصرف اوره بود. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) نشان داد که اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر وزن گرهک ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیشترین وزن گرهک‌ها مربوط به رقم BP و مصرف نیتروکسین به میزان ۰/۳۲ گرم بود (شکل ۴-۳۳). امروزه مکانیسم‌های مستقیم تاثیر گذار انواع PGPR مانند تولید فیتوهورمون‌ها (اکسین، سیتوکینین، جیبرلین و ...) و یونوفورها (سیدروفورها)، افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی، افزایش فراهمی عناصر غذایی و یا افزایش تحرک و قابلیت جذب آن عناصر، افزایش جوانه‌زنی، توسعه سیستم ریشه‌ای، فعالت آنزیمی چون ACC- دآمیناز و تولید ریزوبیوتوکسین‌ها به‌منظور کاهش آثار سوء اتیلن تنشی و افزایش گره زایی و نهایتا تثبیت نیتروژن مولکولی و غیره به اثبات رسیده است (علیخانی و راستین، ۱۳۸۰).

مطابق جدول تجزیه واریانس جدول ۴-۸ اثر متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر وزن گره ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد و مطابق جدول (۴-۲) مشاهده می‌گردد که بیشترین وزن گره ریشه مربوط به رقم BP و عدم مصرف اوره و مصرف نیتروکسین می‌باشد. مولا و همکاران (۲۰۰۱)، تحرک قابل ملاحظه‌ای در رشد و گره‌زایی ریشه سویا در تلقیح توام با باکتری برادی ریزوبیوم و آزوسپریلیوم

را گزارش کرده‌اند. لذا این افزایش در اندازه نشان دهنده این است که مواد فتوسنتزی بیشتری به دلیل افزایش رشد در گیاه برای سویه‌های باکتری ارسال می‌شود.



شکل ۴-۳۲ برهم‌کنش رقم و کود اوره بر وزن گره ریشه



شکل ۴-۳۳ برهم‌کنش رقم و کود نیتروکسین بر وزن گره ریشه

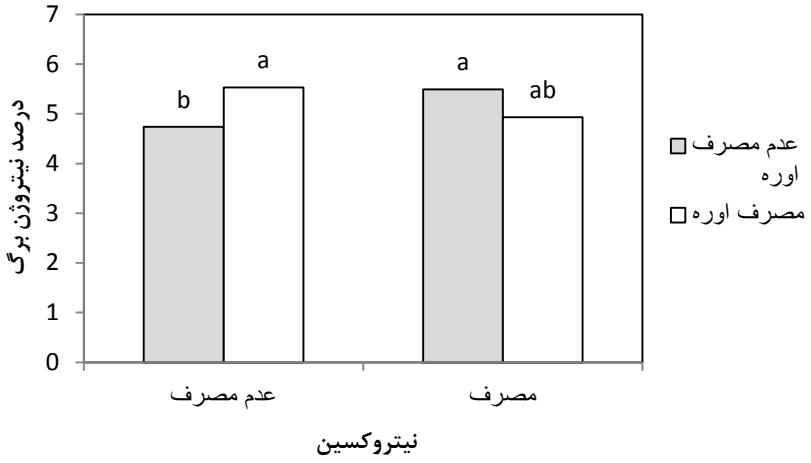
جدول ۴-۲ مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر وزن گره ریشه (گرم)

	ترکیب تیماری		وزن گره ریشه (گرم در بوته)
BP	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۰/۰۶۰
		مصرف کود نیتروکسین	۰/۴۷۰
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۰/۰۶۰
		مصرف کود نیتروکسین	۰/۱۸۵
JK	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۰/۰۸۰
		مصرف کود نیتروکسین	۰/۰۵۰
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۰/۰۴۳
		مصرف کود نیتروکسین	۰/۲۸۳
۰۳۲	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۰/۲۲۰
		مصرف کود نیتروکسین	۰/۱۸۰
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۰/۳۲۰
		مصرف کود نیتروکسین	۰/۱۰۵
		LSD۵٪	۰/۱۵۳

۴-۱۴ درصد نیتروژن برگ

۱۱۸ روز پس از کاشت، درصد نیتروژن برگ اندازه‌گیری شد. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) نشان داد که اثر متقابل اوره و نیتروکسین بر درصد نیتروژن برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار شد به طوری‌که بیشترین درصد نیتروژن مربوط به مصرف اوره و عدم مصرف نیتروکسین به میزان ۵/۵۲ درصد است (شکل ۴-۳۴).

در بررسی اثرات سه گانه رقم، اوره و نیتروکسین بر درصد نیتروژن برگ (جدول۴- ۸) مشاهده شد که اثرات سه گانه این عامل‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴-۳) نشان می‌دهد که بیشترین درصد نیتروژن برگ مربوط به رقم ۰۳۲ و مصرف اوره و عدم مصرف نیتروکسین بود.



شکل ۴-۳۴ برهم‌کنش اوره و نیتروکسین بر درصد نیتروژن برگ

جدول ۴-۳ مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، اوره و نیتروکسین بر درصد نیتروژن برگ

تیمار			درصد نیتروژن برگ
BP	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۵/۲۳۰
		مصرف کود نیتروکسین	۵/۰۷۳
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۴/۸۲۶
		مصرف کود نیتروکسین	۵/۱۲۳
JK	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۴/۷۲۰
		مصرف کود نیتروکسین	۶/۰۷۰
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۵/۲۱۰
		مصرف کود نیتروکسین	۵/۲۱۶
۰۳۲	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۴/۲۵۰
		مصرف کود نیتروکسین	۵/۳۳۰
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۶/۵۴۳
		مصرف کود نیتروکسین	۴/۴۶۰
		LSD٥٪	۱/۱۸۷

بحرانی و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۶) گزارش کردند که، با افزایش مقدار نیتروژن، نیتروژن برگ پرچم گندم در مرحله گرده افشانی و رسیدگی بالا رفته و این امر به دلیل جذب بیشتر نیتروژن به علت فراوانی آن در خاک بوده که باعث افزایش غلظت در برگ پرچم گردیده است.

۴-۱۵ ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۹) نشان می‌دهد که، ارتفاع بوته تحت تاثیر ارقام مختلف سویا در (سطح ۱٪)، کود اوره و اثر سه‌گانه رقم، اوره و نیتروکسین در (سطح ۵٪) معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴-۴) نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم۰۳۲ و مصرف اوره و عدم مصرف نیتروکسین بود.

جدول ۴- ۴مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم، کود اوره و نیتروکسین بر ارتفاع بوته (سانتی متر)

تیمار			۱٤۸
BP	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۷۰/۰۸۳
		مصرف کود نیتروکسین	٥٤/٦٦٦
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	٦٦/٦٦٦
		مصرف کود نیتروکسین	٦٥/٩١٦
JK	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	٦٣/٧٥٠
		مصرف کود نیتروکسین	٤٨/٩٣٣
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	٦٠/٠٠٠
		مصرف کود نیتروکسین	٦٢/٥٠٠
۰۳۲	عدم مصرف اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۸۸/٤۹۳
		مصرف کود نیتروکسین	۹۷/۰۰۰
	مصرف کود اوره	عدم مصرف نیتروکسین	۱۰۱/۱٦٦
		مصرف کود نیتروکسین	۱۰۰/۳۳۳
	LSD ۵٪		۱۰/۸۲

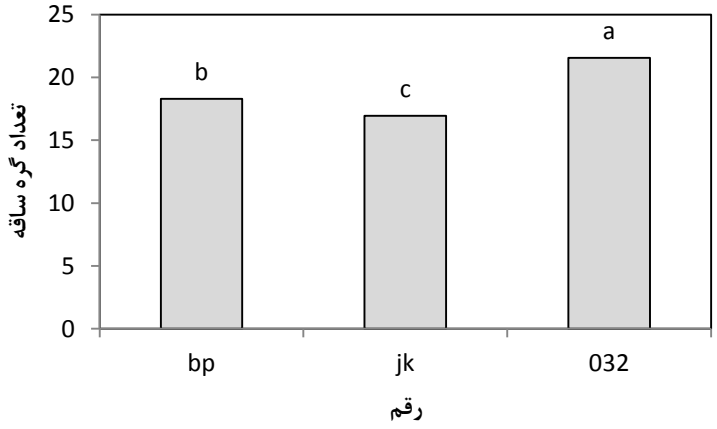
رقم ۰۳۲ نسبت به دو رقم دیگر، از ارتفاع بالاتری برخوردار بود که این افزایش میزان ارتفاع در رقم ۰۳۲ را می‌توان به رشد نیمه محدود بودن آن نسبت به دو رقم دیگر نسبت داد.

آلن و مورگان (۱۹۷۲) اظهار داشتند که، نیتروژن باعث رشد زیادتر گیاه کلزا می‌شود و این امر سبب افزایش طول ساقه و افزایش وزن غلاف‌ها می‌شود. بحرانی و همکاران (۱۳۸۶)، گزارش کردند

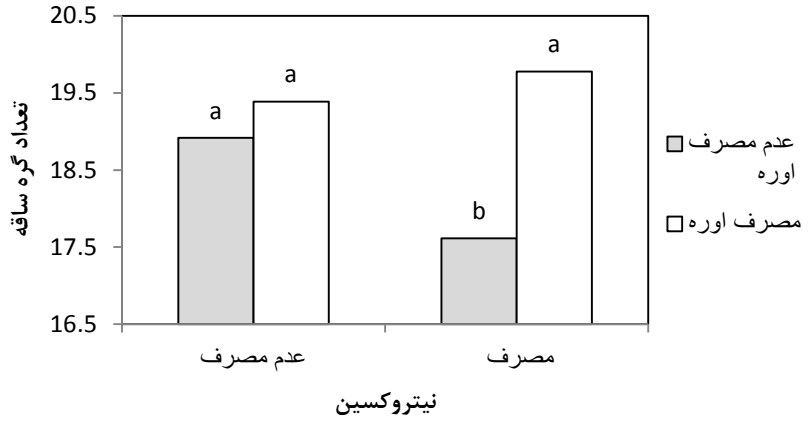
که بین تیمار مصرف و عدم‌مصرف باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتو باکتر تفاوت معنی‌داری به لحاظ ارتفاع بوته گندم وجود ندارد ولی بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید.

۴-۱۶ تعداد گره ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱۰) نشان می‌دهد که تعداد گره ساقه تحت تاثیر ارقام مختلف سویا، کود اوره در (سطح ۱٪) و اثر متقابل اوره و نیتروکسین در (سطح ۵٪) معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۳۵) برای صفت مذکور نشان داد که بیشترین تعداد گره ساقه مربوط به رقم ۰۳۲ بود. حاتمی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که، تاثیر رقم بر تعداد گره ساقه سویا بسیار معنی‌دار شده است و بیشترین گره ساقه مربوط به ارقام سپیده و ویلیامز و کمترین مربوط به رقم هابیت بود که با توجه به رشد نامحدود بودن این دو رقم و رشد محدود بودن رقم هابیت دور از انتظار نبود. همچنین نتایج نشان داد، بیشترین تعداد گره ساقه مربوط به مصرف اوره و نیتروکسین است (شکل ۴-۳۶). بریویدان و همکاران (۱۹۷۸) گزارش کردند که، افزایش سطح نیتروژن در سویا، تعداد گره را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.



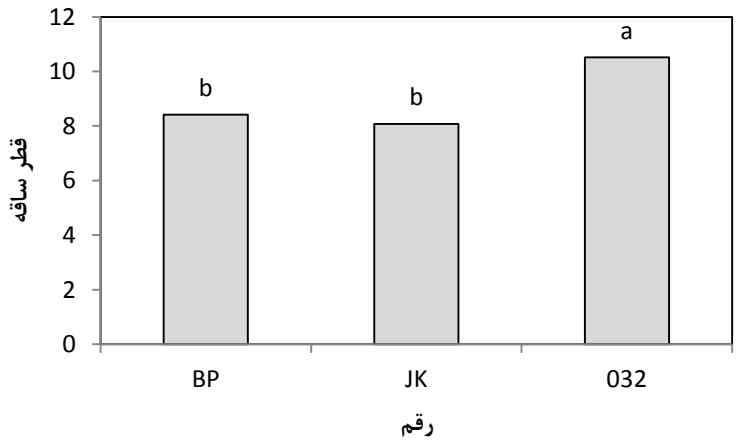
شکل ۴-۳۵ تاثیر رقم بر تعداد گره ساقه



شکل ۴-۳۶ برهم‌کنش کود اوره و نیتروکسین بر تعداد گره ساقه

۴-۱۷ قطر ساقه

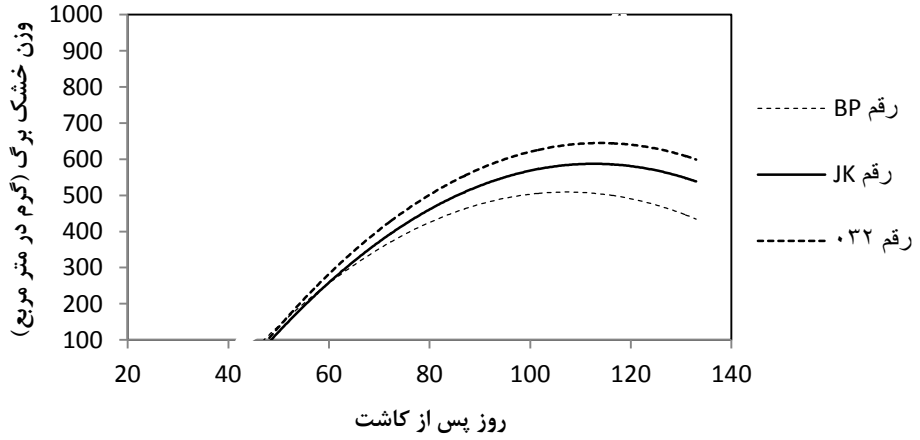
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱۱) نشان می‌دهد که قطر ساقه تحت تاثیر ارقام مختلف سویا در (سطح ۱٪) معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۳۷) نشان می‌دهد که، بیشترین قطر ساقه مربوط به رقم ۰۳۲ است.



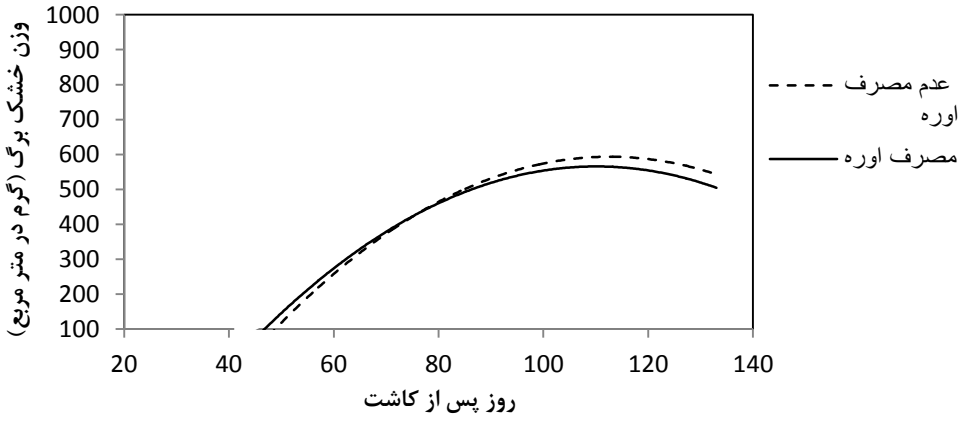
شکل ۴-۳۷ تاثیر رقم بر قطر ساقه

۴-۱۸ وزن خشک برگ

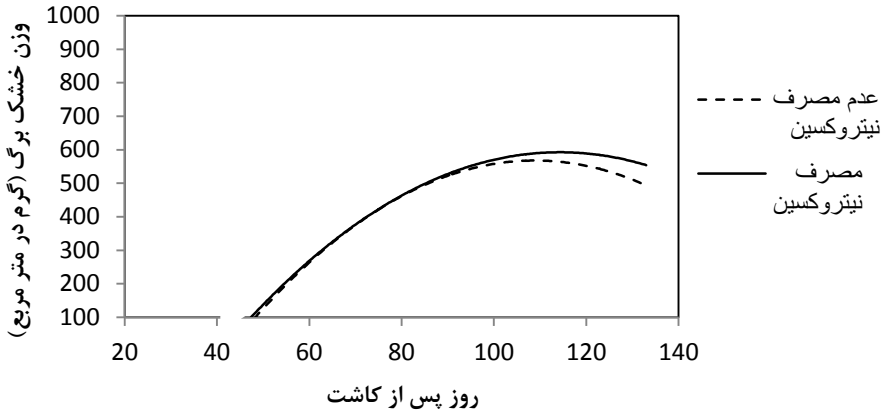
با توجه به شکل‌های۴-۳۸، ۴-۳۹ و۴-۴۰ مشاهده می‌شود که، تغییرات وزن خشک برگ در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است، به‌طوری‌که با رشد گیاه افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود با از بین رفتن برگها کاهش می‌یابد.



شکل ۴-۳۸ روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر رقم



شکل ۴-۳۹ روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر اوره

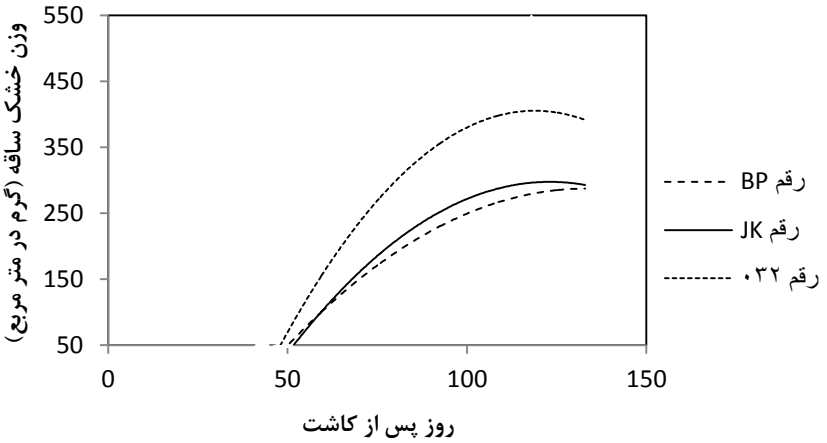


شکل ۴-۴۰ روند تغییرات ورن خشک برگ تحت تاثیر نیتروکسین

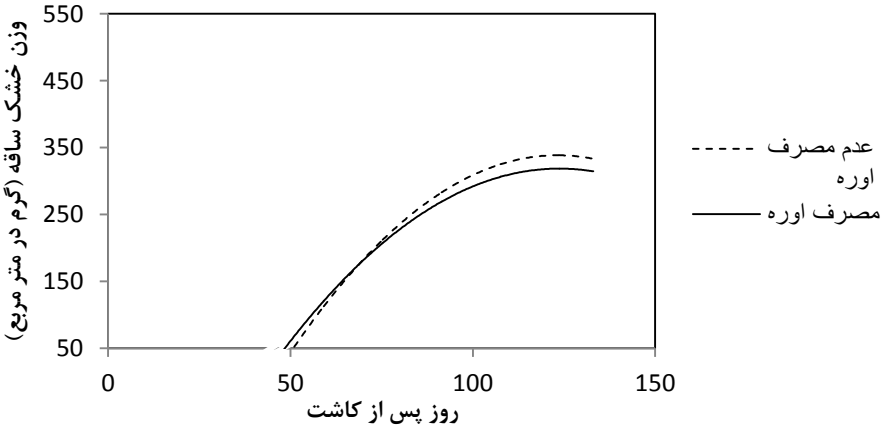
در این پژوهش تاثیر ارقام مختلف بر وزن خشک برگ مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طورکه در شکل (۴-۳۸) مشاهده‌می شود، بیشترین وزن خشک برگ مربوط به رقم ۰۳۲ است که این ناشی از رشد نیمه محدود بودن رقم ۰۳۲ نسبت به دو رقم دیگر است. همان‌گونه که در شکل ۴-۳۹ مشاهده می شود، در تیمار مصرف و عدم مصرف کود اوره از نظر وزن خشک برگ در طی فصل رشد تفاوتی وجود ندارد. تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر وزن خشک برگ نشان داد که گیاهان تلقیح شده با این باکتری ها نسبت به گیاهان تلقیح نشده در طی فصل رشد تفاوتی از نظر وزن خشک برگ نداشتند (شکل ۴-۴۰)

۴-۱۹ وزن خشک ساقه

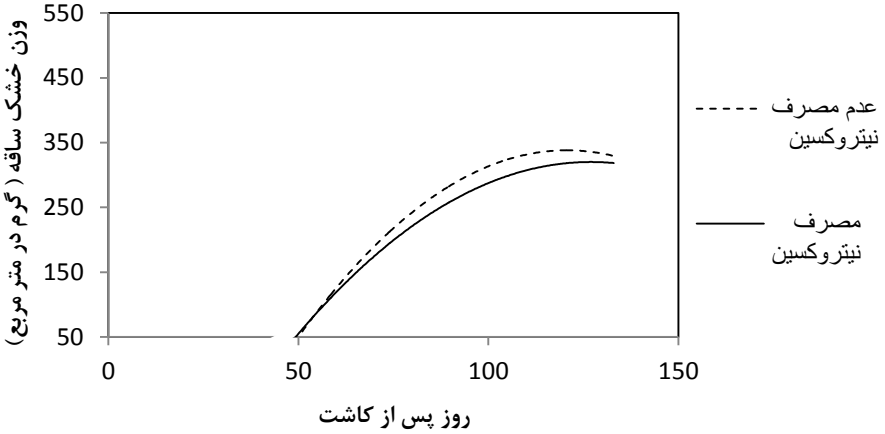
با توجه به شکل‌های ۴-۴۱، ۴-۴۲ و ۴-۴۳ مشاهده می‌شود تغییرات وزن خشک ساقه در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است، به‌طوری‌که با رشد گیاه افزایش یافته و در طی مراحل آخر پر شدن دانه، با از دست دادن ماده خشک کاهش می‌یابد که ناشی از تنفس و انتقال مواد به سوی دانه است (فتحی، ۱۳۷۸).



شکل ۴-۴۱روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر رقم



شکل ۴-۴۲روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر اوره



شکل ۴-۴۳ روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر نیتروکسین

در این پژوهش تاثیر ارقام مختلف بر وزن خشک ساقه مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۴-۴۱ مشاهده می‌شود، رقم ۰۳۲ بیشترین وزن خشک ساقه را به خود اختصاص داده است. همان‌طور که در شکل ۴-۴۲ مشاهده می‌شود، در تیمار مصرف و عدم مصرف کود اوره از نظر وزن خشک ساقه در اواخر فصل رشد تفاوت‌هایی وجود دارد، بدین‌صورت که عدم مصرف کود اوره در اواخر فصل رشد باعث افزایش وزن خشک ساقه شد. تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر وزن خشک ساقه نشان داد که گیاهان تلقیح شده با این باکتری‌ها نسبت به گیاهان تلقیح نشده از وزن خشک کمتری برخوردار بودند (شکل ۴-۴۳).

تیلاک و همکاران (۱۹۹۲) بر اساس نتایج یک آزمایش گلدانی، بر اثرات مثبت تلقیح توام ازتوباکتر و ازوسپریلیوم بر مقدار ماده خشک ذرت و سورگوم تاکید کردند که نتیجه بدست آمده از این آزمایش با یافته وی مطابقت ندارد.

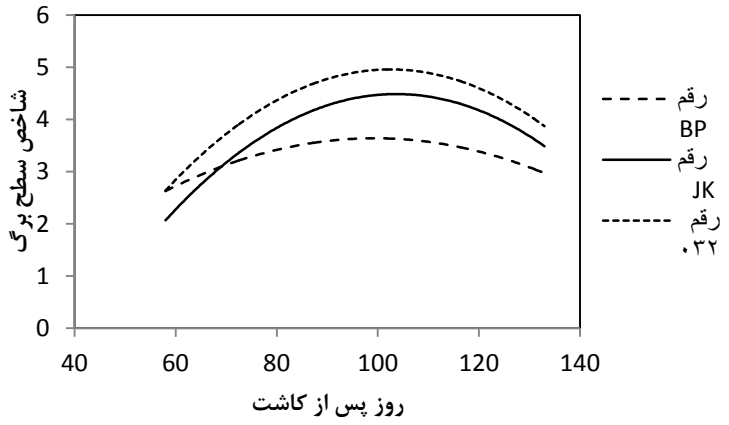
۴-۲۰ بررسی روند آنالیزهای رشد

به‌منظور بررسی تاثیر عوامل آزمایش بر پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه سویا و تجزیه و تحلیل رشد آن، برخی از شاخص‌های فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

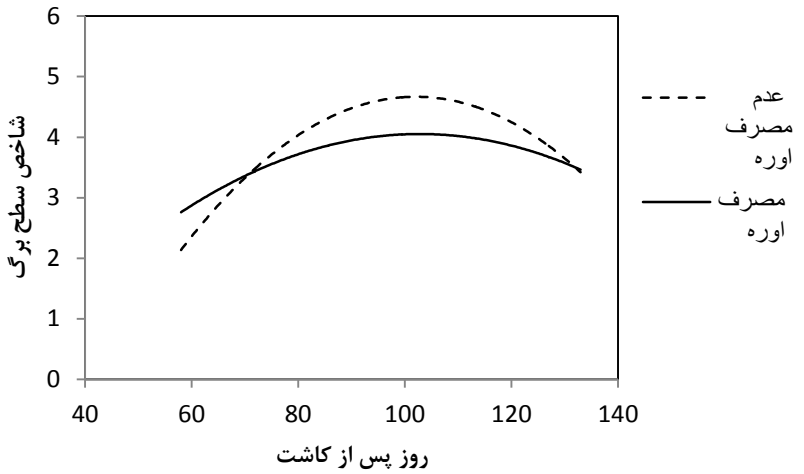
۴-۲۰-۱ شاخص سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ به‌عنوان سطح یک طرف برگ گیاه در واحد سطح زمین تعریف شده است. سطح برگ معیاری برای دریافت نور محسوب می‌شود. این معیار یکی از پارامترهای اصلی و عمده رشد است که از آن در سنجش وظایف سیستم فتوسنتزی گونه‌ها یا ارقام یک گیاه استفاده می‌شود. بنابراین بر عملکرد محصول اثر قابل توجهی دارد (فتحی، ۱۳۷۸). تئور (۱۹۷۹) نشان داد که، منحنی تغییرات سطح برگ یک منحنی لگاریتمی رشد است که در اواسط فصل رشد به حداکثر رسیده و سپس با مرگ برگ‌های پیرتر کاهش می‌یابد. با توجه به شکل‌های۴-۴۴، ۴-۴۵ و ۴-۴۶ مشاهده می‌شود که تغییرات شاخص سطح برگ در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است، به‌طوری‌که با

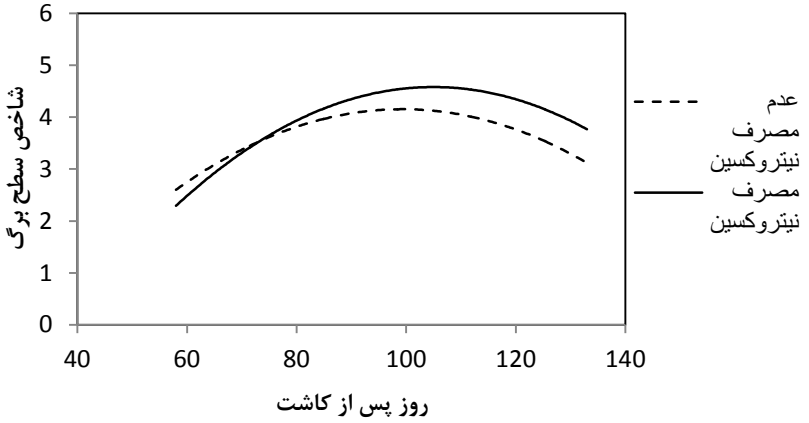
رشد گیاه افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود با از بین رفتن برگ‌های پیرتر کاهش می‌یابد.



شکل ۴-۴۴ روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر رقم



شکل ۴-۴۵ روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر اوره



شکل ۴-۴۶ روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر نیتروکسین

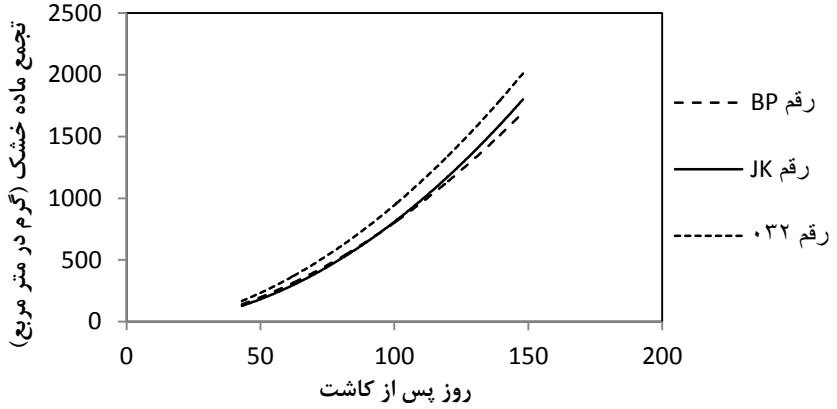
در این پژوهش تاثیر ارقام مختلف بر شاخص سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۴-۴۴ مشاهده می‌شود، رقم ۰۳۲ بیشترین شاخص سطح برگ را دارا می‌باشد که این امر ناشی از رشد نیمه محدود بودن رقم ۰۳۲ نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد. همان‌گونه که در شکل ۴-۴۵ مشاهده می‌شود، در تیمار مصرف و عدم مصرف کود اوره، در طی فصل رشد تفاوت‌هایی وجود دارد، به‌طوری‌که عدم مصرف کود اوره باعث افزایش شاخص سطح برگ نسبت به مصرف آن شده است. این نتیجه مغایر با نتایج برخی آزمایشات است که معتقد به تاثیر مثبت نیتروژن بر افزایش شاخص سطح برگ هستند (کالیکسان و همکاران، ۲۰۰۸، تاکاهاشمی و همکاران، ۱۹۹۲، حاتمی و همکاران، ۱۳۸۸).

تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر شاخص سطح برگ نشان داد که گیاهان تلقیح شده با این باکتری‌ها نسبت به گیاهان تلقیح نشده از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند (شکل ۴-۴۶). اسپرنت و اسپرنت (۱۹۹۰) گزارش کردند که، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل آزوسپریلیوم، پسودوموناس و ازتوباکتر از طریق همیاری با ریشه گیاهان، موجب افزایش سطح جذب رطوبت می‌شود و این شبکه گسترده ریشه‌ای از طریق جذب آب و املاح و انتقال آن‌ها به گیاه میزبان موجب افزایش ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک آن می‌شود. برخی گزارش کرده‌اند که آلوده‌سازی سورگوم با آزوسپریلیوم موجب افزایش ماده خشک ساقه، گسترش سطح برگ و در مراحل بعدی به تاخیر افتادن پیری برگ می‌شود، که این امر به تجمع بیشتر ماده خشک و در نتیجه پر شدن بهتر دانه‌ها کمک می‌کند (باشان و هولگین، ۱۹۹۷).

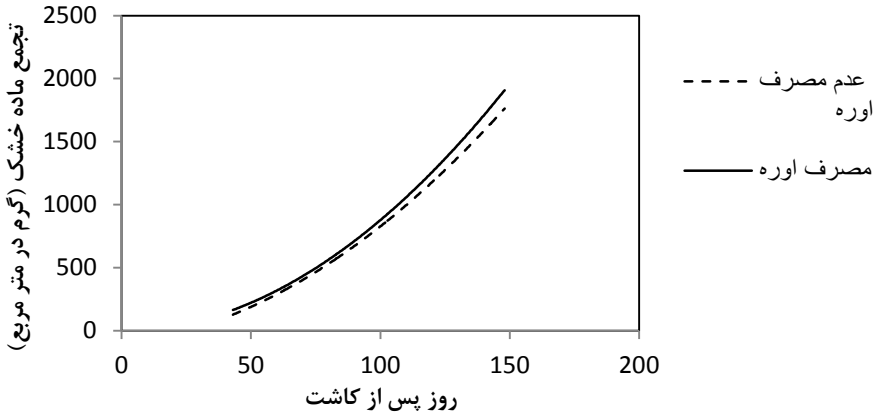
۴-۲۰-۲ تجمع ماده خشک (TDM)

تولید ماده خشک سویا، تابعی از عوامل محیطی، رقم کاشته شده و عملیات مدیریتی است. میزان تولید ماده خشک در گیاه نشان‌دهنده توانایی گیاه در انجام فرآیند فتوسنتز است. بنابراین تولید ماده خشک بیشتر نشان‌دهنده قدرت فتوسنتز بیشتر گیاه و توانایی بیشتر آن در استفاده از شرایط محیطی می‌باشد (فرنیا و همکاران، ۱۳۸۴).

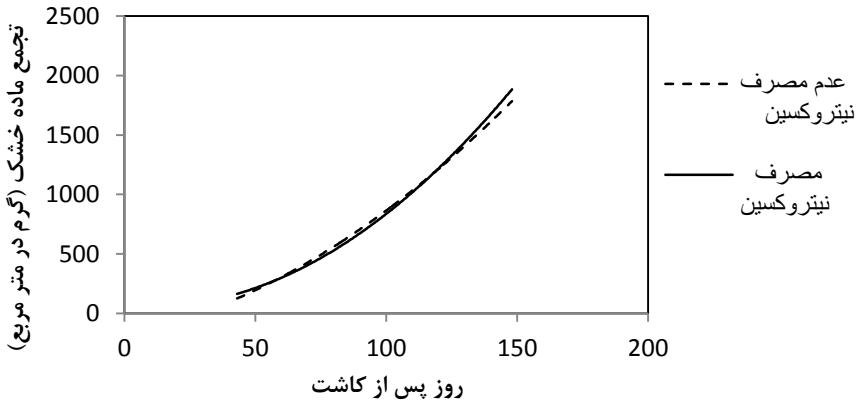
با توجه به شکل‌های ۴-۴۷، ۴-۴۸ و ۴-۴۹ مشاهده می‌شود که تغییرات تجمع ماده خشک در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است، به‌طوری‌که منحنی روند تجمع ماده خشک به‌صورت خطی است، بدین صورت که تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کوچک بودن گیاه، کم بودن سطح برگ به‌عنوان سطوح دریافت کننده تشعشع خورشیدی و ظرفیت فتوسنتزی کمتر، دارای شیب آهسته‌ای است اما با گسترش سطح برگ، سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد و به حداکثر مقدار خود می‌رسد.



شکل ۴-۴۷ روند تغییرات تجمع ماده خشک تحت تاثیر رقم



شکل ۴-۴۸ روند تغییرات تجمع ماده خشک تحت تاثیر اوره



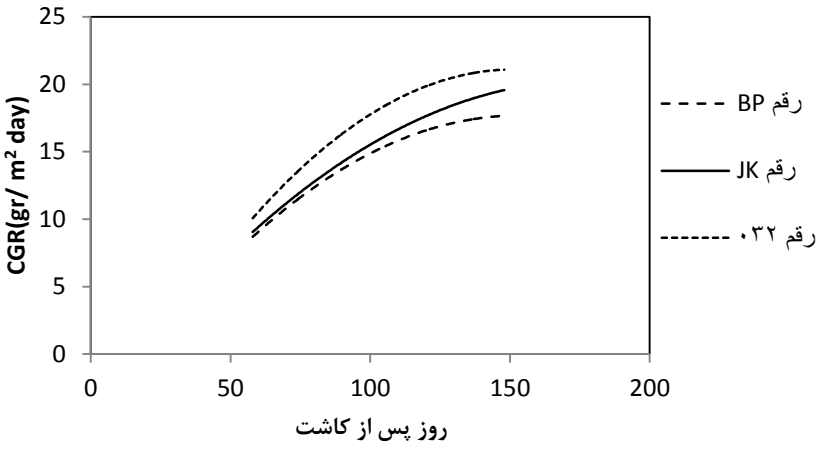
شکل ۴-۴۹ روند تغییرات تجمع ماده خشک تحت تاثیر نیتروکسین

در این پژوهش تاثیر ارقام مختلف بر میزان تجمع ماده خشک مورد بررسی قرار گرفت. همان طورکه در شکل (۴-۴۷) مشاهده می‌شود، رقم ۰۳۲ بیشترین میزان تجمع ماده خشک را دارا می‌باشد. واندرلیپ (۱۹۸۲) اظهار داشت که، ارقام دیررس مدت زمان بیشتری را در دوره رشد سریع گیاه و رشد نهایی تجمع ماده خشک در سورگوم طی می‌کند و به همین دلیل ارقام زودرس ماده خشک کمتری دارند.

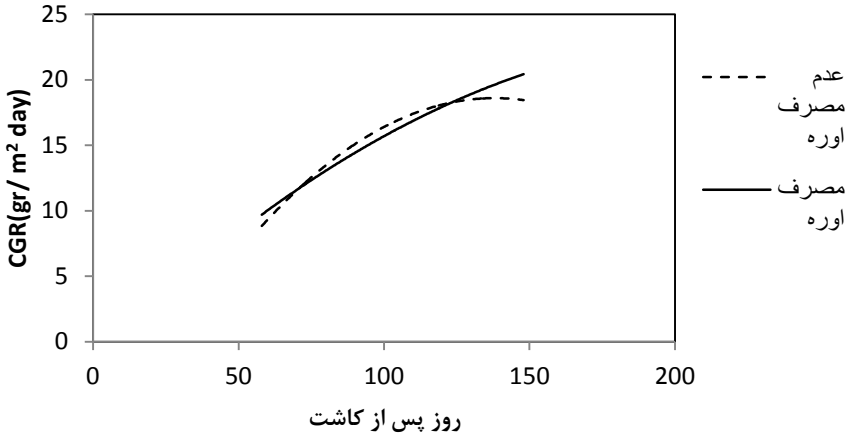
همان‌طورکه در شکل (۴-۴۸) مشاهده می‌شود، مصرف کود اوره نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش میزان تجمع ماده خشک در طول فصل رشد گیاه شد و این برتری تولید ماده خشک به‌دلیل برتری دستگاه فتوسنتزی تیمار با مصرف نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن است. بسیاری از محققین در این زمینه گزارش کردند که با افزایش کود ازت، وزن خشک و تر علوفه، عملکرد دانه و به‌طور کلی تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد (بورل و هامر، ۲۰۰۰، لیمون ارتگا و همکاران، ۱۹۹۸). تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر میزان تجمع ماده خشک نشان داد که گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین نسبت به گیاهان شاهد تفاوتی از نظر میزان تجمع ماده خشک، در طی فصل رشد نداشته و فقط در اواخر فصل رشد، مصرف نیتروکسین نسبت به شاهد، باعث افزایش نامحسوسی در میزان تجمع ماده خشک شد (شکل ۴-۴۹). باکتری‌های محرک رشد قادر به بهبود شرایط رطوبتی و غذایی برای گیاه هستند، افزایش میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه می تواند منجر به افزایش تجمع ماده خشک و مواد معدنی در ساقه‌ها و برگ‌ها شود (دباغیان، ۱۳۸۸).

۴-۲۰-۳ سرعت رشد محصول (CGR)

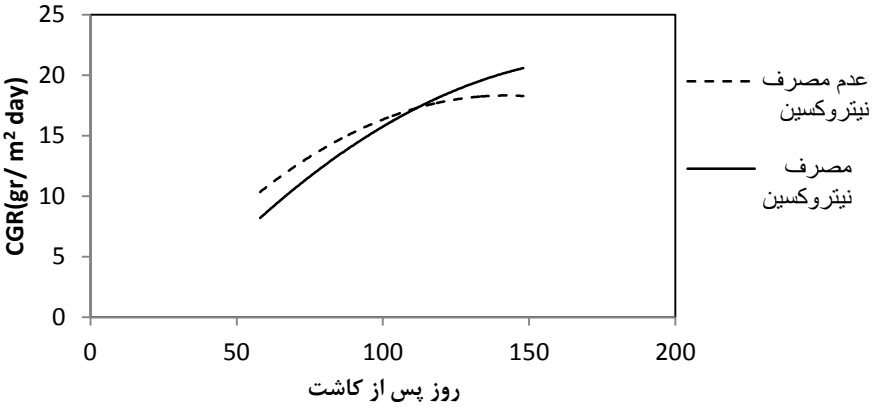
سرعت رشد محصول با مقدار نور دریافتی توسط جامعه گیاهی رابطه دارد (فتحی، ۱۳۷۸). میزان رشد گیاه به مفهوم تجمع ماده خشک در واحد سطح زمین در واحد زمان می‌باشد که نشان‌دهنده قابلیت و سرعت رشد تولید می‌باشد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵). با توجه به شکل‌های ۴-۵۰، ۴-۵۱ و ۴-۵۲ مشاهده می‌شود که در اوایل فصل رشد CGR همراه با افزایش شاخص سطح برگ به سرعت افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود روند نزولی نشان می‌دهد. مشاهده چنین روندی به علت افزایش تدریجی و فزاینده جذب تشعشع همزمان با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک در گیاهان می‌باشد، به‌طوری‌که با گذشت زمان، سرعت تجمع ماده خشک پس از رسیدن به حد نهایی خود در سایه‌اندازی اندام‌های فوقانی روی برگ‌ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه و پیر شدن و اتلاف برگ‌ها کاهش یافته و CGR رو به تنزل می‌گذارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷).



شکل ۴-۵۰ روند تغییرات CGR تحت تاثیر رقم



شکل ۴-۵۱ روند تغییرات CGR تحت تاثیر اوره



شکل ۴-۵۲ روند تغییرات CGR تحت تاثیر نیتروکسین

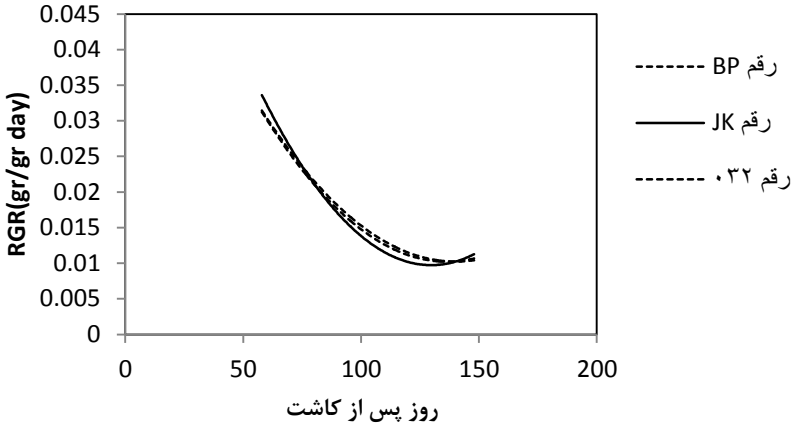
در این پژوهش تاثیر ارقام مختلف بر سرعت رشد محصول مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طورکه در شکل ۴-۵۰ مشاهده می‌شود، رقم ۰۳۲ بیشترین سرعت رشد محصول را دارا می‌باشد. هاشمی و همکاران (۱۳۷۴)، بیان داشتند که بین ژنوتیپ‌ها و گونه‌های مختلف از حیث جذب و بهره‌برداری از عناصر غذایی اختلاف فاحشی وجود دارد که این اختلافات نقش مهمی در سازگاری‌های اکولوژیکی و تولید گیاهان ایفاء می‌کند. همان‌گونه که در شکل ۴-۵۱ مشاهده می‌شود، عدم مصرف کود اوره نسبت به مصرف آن تفاوتی از نظر سرعت رشد محصول در طول فصل رشد گیاه نداشته است. عزیزی (۱۹۹۴) گزارش کرد که، میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجب برتری CGR در مقایسه با عدم مصرف نیتروژن شد و این برتری در بخش اعظم مراحل رشد زایشی یعنی R_1 تا R_6 حفظ شد، که نتیجه به‌دست آمده در این آزمایش با یافته وی مطابقت ندارد.

تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر سرعت رشد محصول نشان داد که گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین نسبت به گیاهان شاهد فقط در اواخر فصل رشد برتری نشان دادند (شکل ۴-۵۲). احتمالا این افزایش میزان سرعت رشد در گیاهان تلقیح شده را می‌توان به، افزایش کارایی جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط گیاه، افزایش و توسعه سطح ریشه، جذب بیشتر آب و عناصر غذایی و افزایش راندمان گیاه در تولید و توزیع مواد فتوسنتزی به بخش‌های مختلف گیاه نسبت داد.

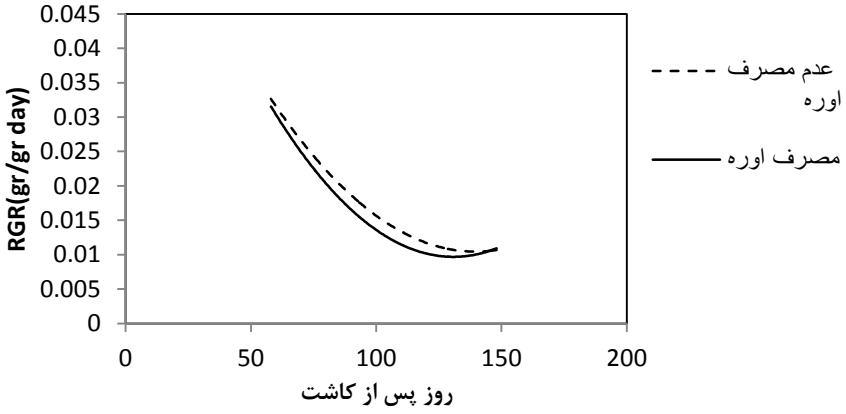
۴-۲۰-۴ سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی بیانگر سرعت افزایش کل وزن خشک در هر گیاه به ازاء واحد تولید ماده خشک اولیه می‌باشد. در اوایل فصل رشد با توجه به اینکه تمامی مواد فتوسنتزی صرف توسعه بافت‌های فتوسنتزی می‌شود، سرعت رشد نسبی از میزان بالاتری برخوردار است اما با افزایش سن گیاه کاهش یافته و این کاهش به این دلیل است که بخش اعظمی از ماده خشک افزایش یافته، بافت-های ساختمانی هستند (دباغیان، ۱۳۸۸).

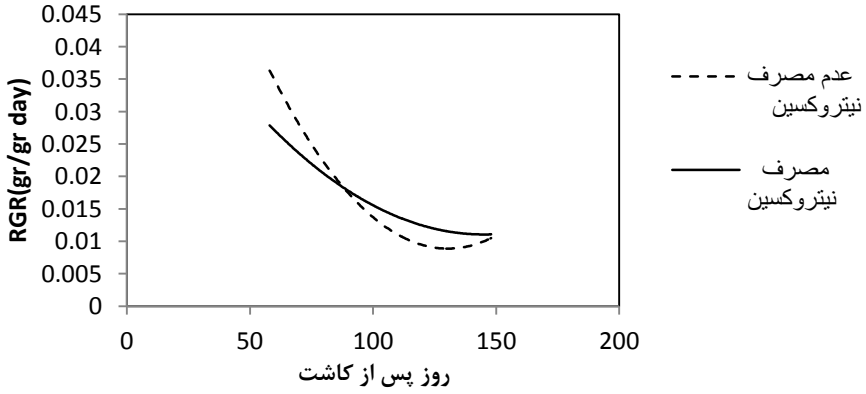
همچنین با افزایش رشد اندام‌های هوایی و افزایش سن برگ‌های پایین‌تر و افزایش رقابت بین گیاهان برای مصرف آب و مواد غذایی، رشد گیاه کاهش می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۴). سارکر (۲۰۰۳) نشان داد که سرعت رشد نسبی با گذشت زمان کاهش می‌یابد که چنین روندی به‌دلیل افزایش شاخص سطح برگ و به‌طور کلی افزایش تعداد برگ‌هایی است که منجر به سایه‌اندازی بر روی برگ های قبلی می‌شوند. با توجه به شکل‌های ۴-۵۳، ۴-۵۴ و ۴-۵۵ مشاهده می‌شود که سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد گیاه دارای روند نزولی است.



شکل ۴-۵۳ روند تغییرات RGR تحت تاثیر رقم



شکل ۴-۵۴ روند تغییرات RGR تحت تاثیر اوره



شکل ۴-۵۵ روند تغییرات RGR تحت تاثیر نیتروکسین

با توجه به شکل ۴-۵۳ مشاهده می‌شود که هر سه رقم از سرعت رشد نسبی مشابهی برخوردار بودند. همان‌گونه که در شکل ۴-۵۴ مشاهده می‌شود، عدم مصرف کود اوره نسبت به مصرف آن باعث افزایش سرعت رشد نسبی محصول در طول فصل رشد گیاه شد. علت این امر را می‌توان به شاخص سطح برگ بیشتر در عدم مصرف کود اوره نسبت داد.

تاثیر تلقیح بذر بر سرعت رشد نسبی نشان داد که گیاهان تلقیح شده با نیتروکسین نسبت به گیاهان تلقیح نشده از سرعت رشد نسبی بالاتری برخوردار بودند (شکل ۴-۵۵). حاجیلو (۱۳۸۹) نیز اظهار داشت که بذرهای تلقیح شده با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم نسبت به گیاهان تلقیح نشده در اوایل دوره رشد از سرعت رشد نسبی بالاتری برخوردار بودند ولی در مراحل انتهایی رشد دارای RGR نسبتا برابر بودند.

۴-۲۱ جمع‌بندی نتایج

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که کاربرد کودهای زیستی از نوع باکتری‌های افزاینده رشد به صورت تلقیح با بذر با تاثیر مثبت بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه سویا می‌تواند از طریق اثر هم افزایی برای عوامل تقویت کننده رشد و نمو و اثر آنتاگونیستی برای عوامل کاهنده رشد و نمو موجب افزایش سرعت و میزان رشد و نمو گردند.

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از این است که کاربرد کود اوره و این باکتری‌ها، به تنهایی و یا استفاده توام از آنها در بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه سویا تاثیر مثبتی داشت. می‌توان گفت که، اگر چه برای تامین نیازهای غذایی گیاهان همواره استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی متداول است اما با استفاده از کودهای بیولوژیک به صورت مکمل با میزان مناسب از کودهای شیمیایی می‌توان علاوه بر صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی با کاهش آلودگی خاک و کمک به حفظ محیط زیست، در تولید محصولی بهتر و مطلوب‌تر گام برداشت.

۴-۲۲ توصیه‌ها و پیشنهادات

با توجه به نقش کودهای بیولوژیک در بهبود رشد سویا موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱) به‌منظور اطمینان از نتایج آزمایش و بررسی دقیق‌تر، این آزمایش در یک یا دو سال زراعی دیگر تکرار شود.

۲) مطالعات گسترده‌تر در مورد اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد روی دیگر گیاهان زراعی.

۳) بررسی تاثیر باکتری‌های بکار گرفته شده با مصرف مقادیر مختلف کود اوره و ارقام مختلف سویا.

۴) با بررسی دقیق در مورد انواع دیگری از ریزوباکتری‌های محرک رشد، اثرات مثبت و منفی آنها بر یکدیگر و کمیت و کیفیت سویا مورد مطالعه قرار گیرد.

۵) مطالعه و بررسی تاثیر انواع نهاده‌های کشاورزی بر نحوه فعالیت باکتری‌های محرک رشد در خاک.

۶) انجام آزمایشات مزرعه‌ای در مناطق جغرافیایی مختلف برای تعیین سویه‌های سازگار با شرایط محیطی هر منطقه.

پیوست‌ها

جدول ۴-۵ میانگین مربعات عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد اقتصادی	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۵۵۱۰۴۷	۲۰۹۲۵۰۷۳/۰۰	۱۰/۴۱
رقم	۲	۷۷۶۲۴/۰۸	۲۱۶۹۲۶۲۰/۳۳*	۱۹۲/۷۲*
خطای اول	۴	۴۵۸۷۶۷/۰۸	۱۹۲۷۰۹۲/۳۳	۲۳/۹۴
اوره	۱	۸۴۲۷۲۴	۱۵۱۸۹۲۰۷/۱۱	۳۵۶/۷۶
نیتروکسین	۱	۸۹۲۰۱/۷۷	۷۵۴۰۵۱۶/۰۰	۱/۴۰
رقم × اوره	۲	۱۵۵۸۶۸/۰۸	۶۴۷۱۷۰۰/۷۸	۱۴۶/۳۰*
رقم × نیتروکسین	۲	۴۵۷۴۳۳/۵۲	۶۲۳۳۶۴/۳۳	۸۸/۲۳
اوره× نیتروکسین	۱	۳۸۱۵۵/۱۱	۸۸۰۵۰۶۷/۱۱	۱۱۲/۸۱
رقم × اوره × نیتروکسین	۲	۴۰۷۹۳۵/۵۲	۴۲۰۳۷۱/۴۴	۶۹/۵۷
خطای دوم	۱۸	۴۲۵۶۳۰/۰۲	۵۶۶۴۰۸۲/۰	۳۹/۹۴
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۸۰	۱۸/۰۴۰	۱۵/۹۰

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴-۶ میانگین مربعات تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، طول غلاف، درصد روغن دانه تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در بوته	وزن غلاف	طول غلاف	درصد روغن دانه
تکرار	۲	۸۵۹/۶۶۷	۱۳/۵۱۹	۰/۰۶۵	۹/۸۸
رقم	۲	۱۳۸۰۳/۳۳۲**	۶۷/۴۸۸*	۰/۱۰۲*	۲۸/۰۷
خطای اول	۴	۴۲۱/۷۱۸	۵/۱۱۴	۰/۰۱۳	۵/۲۱
اوره	۱	۱۰۳۱۴/۹۴۱**	۱۳۲/۸۲۵**	۰/۰۳۰	۳۹/۲۷**
نیتروکسین	۱	۹۱۸۰/۰۳۵**	۴۰/۲۵۹**	۰/۰۰۰۶	۳
رقم × اوره	۲	۱۳۷۱۷/۸۷۸**	۴۸/۰۵۶**	۰/۰۰۸	۴/۲۴
رقم × نیتروکسین	۲	۳۹۳۵/۱۹۱*	۱۶/۵۵۶*	۰/۰۲۱	۴۲/۵**
اوره× نیتروکسین	۱	۶۲۷۰/۶۶۰*	۸/۱۵۱	۰/۰۲۰	۱/۲۸
رقم × اوره × نیتروکسین	۲	۱۹۵۳/۷۰۷	۴/۹۹۵	۰/۰۰۶	۱۵/۴۲*
خطای دوم	۱۸	۸۲۵/۲۸۱	۴/۴۳۴	۰/۰۲۴	۸/۲۷
ضریب تغییرات(درصد)		۱۱/۰۴۶	۸/۵۰۰	۳/۶۹۹	۷/۳۳

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴-۷ میانگین مربعات وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته
تکرار	۲	۱۸۰/۴۳۶	۰/۰۰۹	۱۷۱/۸۴
رقم	۲	۱۷۵۱/۸۰۵**	۰/۳۴۶**	۳۲۷۰/۴۷*
خطای اول	۴	۹۲/۱۵۰	۰/۰۱۰	۲۱۸/۰۶
اوره	۱	۱۴۳/۲۰۱	۰/۱۱۴*	۲۷۱۷/۰۱**
نیتروکسین	۱	۶/۵۰	۰/۱۰۳*	۲۱۸/۷۹
رقم × اوره	۲	۷۱/۰۰۷	۰/۰۴۱	۲۵۴
رقم × نیتروکسین	۲	۲۸۲/۹۰**	۰/۰۱۹	۲۵۴/۸۴
اوره × نیتروکسین	۱	۱۵۳۶/۶۴۰**	۰/۰۱۹	۱۰/۲۹
رقم × اوره × نیتروکسین	۲	۱۳۳/۴۶۳	۰/۰۲۴	۵۹۲/۳۲
خطای دوم	۱۸	۴۴/۴۵۱	۰/۰۲۲	۲۷۴/۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۳۷۱	۶/۰۶۰	۱۴/۸۹

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴-۸ میانگین مربعات تعداد شاخه جانبی، تعداد گره ریشه، وزن گره ریشه، درصد نیتروژن برگ تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد شاخه جانبی	تعداد گره ریشه	وزن گره ریشه	درصد نیتروژن برگ
تکرار	۲	۲/۰۲۷	۲۰/۱۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۳۰
رقم	۲	۵۸/۸۶۱**	۹/۵۲۷	۰/۰۲۹	۰/۱۷۹
خطای اول	۴	۰/۹۴۴	۱/۹۴۴	۰/۰۱۱	۰/۲۲۰
اوره	۱	۱۶	۲۱/۷۷۷	۰/۰۰۱	۰/۱۲۴
نیتروکسین	۱	۳۶*	۲/۷۷۷	۰/۰۶۰*	۰/۰۶۰
رقم × اوره	۲	۲۸/۵۸۳*	۱/۶۹۴	۰/۰۴۴*	۰/۷۹۳
رقم × نیتروکسین	۲	۷۹/۰۸**	۱۳۰/۸۶۱**	۰/۱۱۸**	۱/۰۴۴
اوره× نیتروکسین	۱	۰/۴۴۴	۴۹/۰۰۰	۰/۰۰۹	۴/۱۰۷**
رقم × اوره × نیتروکسین	۲	۱/۳۶۱	۳۵/۵۸۳	۰/۰۶۴**	۲/۴۵۲*
خطای دوم	۱۸	۵/۱۹۴	۱۵/۰۳۷	۰/۰۰۸	۰/۴۷۹
ضریب تغییرات(درصد)		۲۲/۵۴۰	۳۰/۰۸۶	۵۳/۵۲۷	۱۳/۳۹۷

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴- ۹ میانگین مربعات ارتفاع بوته تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه‌برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۵۸	۷۳	۸۸	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳	۱۴۸روز پس از کاشت
تکرار	۲	۲۳۵/۸۹۰	۶۲۷/۰۹۰	۳۸۳/۵۹۸	۴۹۶/۶۴۵	۱۱۲/۷۵۵	۲۶۷/۸۸۰	۲۴۵/۴۳۴
رقم	۲	۲۷۴۸/۹۸۵**	۳۳۱۰/۲۱۵**	۵۷۲۷/۴۱۱**	۵۷۱۹/۲۷۰**	۴۷۲۰/۸۴۸**	۶۲۹۸/۵۹۸**	۵۰۴۳/۵۷۶**
خطای اول	۴	۵۴/۸۷۳	۳۷/۲۴۶	۱۴/۴۵۵	۷۴/۰۴۱	۱۸۵/۶۹۷	۳۱۹/۹۷۹	۱۶۲/۲۶۴
اوره	۱	۲۱/۲۰۶	۳۱/۱۷۳	۱/۵۶۲	۱۲۶/۵۶۲	۳/۲۱۰	۳۶۵/۷۶۵*	۲۸۳/۱۹۲*
نیتروکسین	۱	۰/۸۸۰	۰/۴۴۴	۸/۰۲۷	۳۴/۰۲۷	۱۲۱/۹۱۸	۱۱۸/۲۶۵	۱۰۸/۲۶۴
رقم × اوره	۲	۵۱/۹۹۱	۳۲/۲۱۵	۰/۸۸۰	۸۹/۰۶۲	۱۲۲/۰۰۱	۱۴۱/۵۱۵	۱۳/۶۳۱
رقم × نیتروکسین	۲	۱/۹۰۷	۳۰/۲۱۵	۲۹/۰۶۴	۲۲/۷۹۸	۲۴/۵۴۳	۲/۶۶۱	۱۲۲/۸۴۶
اوره × نیتروکسین	۱	۲۷/۳۳۵	۵/۸۴۰	۰/۸۴۰	۲۵/۸۴۰	۸۴/۷۹۳	۲/۶۴۰	۱۲۸/۱۸۰
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۲۰/۸۷۵	۸/۸۴۰	۱۷/۴۹۱	۱۹/۵۹۰	۱۴۲/۰۴۳	۵۸/۵۳۶	۱۶۱/۷۴۰*
خطای دوم	۱۸	۵۵/۸۳۸	۳۲/۰۱۳	۶۶/۷۲۱	۹۰/۷۶۶	۹۸/۷۹۵	۵۸/۴۶۹	۳۹/۷۶۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۸۱۱	۹/۴۳۴	۱۱/۱۵۱	۱۳/۱۵۵	۱۳/۸۸۱	۱۰/۰۹۷	۸/۶۰۳

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴-۱۰ میانگین مربعات تعداد گره ساقه تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۵۸	۷۳	۸۸	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳	۱۴۸روز پس از کاشت
تکرار	۲	۱/۷۱	۱/۴۶	۴/۶۸	۱۳/۵۸	۱۳/۰۲	۱۱/۴۶	۴/۰۹
رقم	۲	۲/۹۶	۱۳/۸۶*	۴۰/۷۵**	۴۳/۸۹*	۳۵/۹۶	۴۹/۹۲*	۶۷/۱۸**
خطای اول	۴	۲/۳۹	۱/۲۳	۰/۲۵	۴/۹۷	۶/۶۳	۳/۶۵	۱/۰۷
اوره	۱	۱/۳۶	۲/۲۵	۱/۳۶	۲/۲۵	۳/۳۶	۷/۵۶*	۱۵/۶۶**
نیتروکسین	۱	۰/۴۴	۰/۲۵	۰/۶۹	۰/۲۵	۲/۲۵	۲	۱/۸۹
رقم × اوره	۲	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۲	۰/۱۴	۴/۴۶*	۰/۳۹	۰/۸۳
رقم × نیتروکسین	۲	۱/۱۳	۰/۲۵	۱/۳۶	۴/۵۲	۱/۵۲	۱/۱۳	۰/۴۷
اوره × نیتروکسین	۱	۰/۴۴	۰/۴۴	۶/۲۵	۹*	۱۴/۶۹**	۳/۰۶	۶/۴۶*
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۰/۶۷	۲/۶۹	۷/۵۸*	۰/۲۷	۱/۷۱	۰/۲۷	۱/۲۷
خطای دوم	۱۸	۱/۸۳	۱/۵۷	۲/۱۱	۱/۴۸	۱/۱۸	۱/۳۰	۱/۲۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/۱۳	۸/۲۰	۸/۲۷	۶/۹۶	۶/۱۲	۶/۷۸	۵/۹۴

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴- ۱۱میانگین مربعات قطر ساقه تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه‌برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۵۸	۷۳	۸۸	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳	۱۴۸روز پس از کاشت
تکرار	۲	۳/۲۵۵	۲/۶۸۰	۴/۹۰۸	۷/۹۸۴	۸/۴۹۳	۲/۸۵۸	۱/۲۷۰
رقم	۲	۰/۳۶۴	۲/۷۳۵	۰/۴۱۹	۱۴/۶۶۹*	۱۳/۵۸۷	۶/۰۱۸*	۲۰/۵۵۷**
خطای اول	۴	۰/۵۸۱	۲/۱۲۲	۰/۶۳۰	۱/۲۷۸	۲/۵۹۰	۰/۶۰۸	۰/۹۸۶
اوره	۱	۰/۴۴۰	۰/۰۰۳	۱/۷۲۹	۰/۰۰۲	۰/۴۱۳	۲/۷۱۷	۰/۱۰۸
نیتروکسین	۱	۰/۹۱۵	۰/۱۶۸	۱۱/۱۸۹**	۱/۶۰۴	۱/۰۶۰	۳/۷۵۷	۰/۴۸۰
رقم × اوره	۲	۰/۸۴۱	۴/۲۷۶**	۲/۲۲۷	۱/۰۶۹	۱/۰۱۴	۰/۷۲۲	۱/۳۲۷
رقم × نیتروکسین	۲	۱/۰۰۰۷	۰/۶۳۶	۵/۷۹۲**	۲/۵۷۲	۰/۴۹۶	۱/۱۴۷	۰/۷۷۶
اوره × نیتروکسین	۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۴۹۹	۰/۰۰۱	۰/۱۸۲	۲/۰۲۵	۰/۰۵۰	۰/۵۷۲
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۱/۰۹۹	۰/۴۸۸	۱/۹۹۷	۱/۹۷۲	۰/۸۷۶	۰/۳۰۴	۰/۱۱۵
خطای دوم	۱۸	۱/۴۰۴	۰/۶۰۱	۰/۹۵۰	۱/۱۷۱	۲/۱۴۳	۱/۰۸۰	۱/۶۰۹
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۳۸۶	۱۰/۱۲۱	۱۱/۸۵۷	۱۲/۷۳۰	۱۵/۳۶۱	۱۲/۸۲۰	۱۴/۱۹۴

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴-۱۲ میانگین مربعات وزن خشک برگ تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۴۳	۵۸	۷۳	۸۸	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳روز پس از کاشت
تکرار	۲	۵۰۸۳/۷۷	۱۱۵۶۴/۰۴	۱۰۷۴۱/۶۴	۱۱۰۰۲۱/۷۰	۲۷۳۵۸۷/۳۷	۴۶۴۵۴۳/۲۵	۱۰۱۹۱/۲۸
رقم	۲	۹۶۴/۵۰	۲۷۵/۰۲	۳۹۵۰/۸۸	۲۰۵۰/۵۰	۵۱۳۷۱/۲۱	۳۲۹۷۵۰/۰۸	۷۹۰۶/۱۳
خطای اول	۴	۲۷۶۸/۳۷	۴۶۳۹/۱۴	۱۰۹۵۹/۴۶	۱۰۳۶/۹۰	۵۲۵۰۵/۱۲	۱۰۸۱۹۰/۵۴	۵۹۴۹/۸۶
اوره	۱	۲۶۵۲/۲۵	۹۱۰۱/۱۶	۲۷۸/۸۹	۱۵۵۷۹/۲۰	۱۹۸۹/۴۰	۹۹۶۸۷/۵۳	۸۸۸/۰۴
نیتروکسین	۱	۵۷۹۱/۲۱*	۴۴/۴۴	۱۵/۷۳	۵۹۲۱/۳۰	۲۱۵۲۰/۸۹	۱۵۱۹۴/۶۷	۲۰۷۹۳/۶۴
رقم × اوره	۲	۱۱۶۵/۶۲	۴۹۸۳/۷۶	۱۴۹۵۵/۷۶*	۱۷۷۲/۷۷	۶۶۵۵/۱۶	۲۴۷۷۱/۳۲	۴۱۹۴/۷۷
رقم × نیتروکسین	۲	۱۷۸۹/۴۲	۱۰۲۸/۲۰	۲۳۲۷/۷۰	۱۶۵۹۲/۸۰	۲۷۳۴۶/۵۷	۱۵۰۰۴۲/۷۲	۷۷۵۶/۳۳
اوره × نیتروکسین	۱	۷۳۸/۰۲	۲۲۸۴/۸۴	۷۵۹/۹۲	۲۳۶۶/۸۲	۱۴۶۱۶/۸۱	۱۴۷۹/۶۸	۳۶۳۲/۰۷
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۳۷۵/۲۱	۵۵۳۰/۷۷	۳۰۶۱/۵۱	۴۹۸/۴۳	۱۵۶۴۷/۷۷	۵۲۸۸۸/۱۸	۲۰۶۶/۴۳
خطای دوم	۱۸	۱۰۳۱/۲۸	۳۴۰۱/۶۰	۴۰۷۳/۵۰	۹۵۳۰/۶۷	۲۱۱۰۵/۶۳	۵۳۸۱۳/۷۰	۸۶۶۴/۱۳
ضریب تغییرات (درصد)		۳۲/۲۰	۲۶/۴۵	۲۲/۶۴	۲۲/۰۸	۲۴/۱۰	۲۶/۶۳	۲۷/۶۹

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴- ۱۳میانگین مربعات وزن خشک ساقه تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۴۳	۵۸	۷۳	۸۸	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳روز پس از کاشت
تکرار	۲	۶۱/۹۲	۷۰۲/۰۲	۱۰۰۴/۶۷	۲۵۰۴/۰۷	۷۹۸۳/۹۵	۳۴۶۹/۳۱	۵۶/۹۵
رقم	۲	۲۲۶۵/۷۴**	۸۲۷۳/۷۸**	۱۲۲۹۵/۹۶**	۲۶۲۰۷/۱۴**	۱۳۵۹۳۷/۶۷**	۹۱۹۱۴/۰۷**	۱۷۷۴۱/۸۷**
خطای اول	۴	۵۳/۴۲	۷۰/۲	۶۷۴/۴۲	۱۲۸۸/۵۲	۱۰۳۲/۱۳	۲۱۹۵/۱۶	۶۲/۲۲
اوره	۱	۸۸۰/۱۱**	۱۷۱۶/۷۲*	۵۶۴۲/۵۱*	۱۳۲۷/۳۸	۹۹۳/۵۶	۵۹۵۶۴/۴۷**	۲۶۹۴/۹*
نیتروکسین	۱	۹۶۱**	۰/۲۸	۳۴۹۰/۸۴*	۱۶۷۰/۰۸	۹۰۸۶/۰۶*	۹۰۵۱/۹۳*	۱۱۲/۲۷
رقم × اوره	۲	۹۱۰/۷۰**	۱۴۴۸/۶۹**	۳۷۴۹/۴*	۲۴۱/۲۲	۱۹۹۱۳/۶۳**	۲۷۱۵۲/۸۲**	۲۲۸۸/۷۹**
رقم × نیتروکسین	۲	۲۵۴*	۱۶۴/۸۹	۲۱۴/۲۵	۴۴۱/۸۴	۱۰۶۱/۴۴	۴۲۶۴/۷۲	۲۲۱۰/۳۲**
اوره × نیتروکسین	۱	۱/۸۶	۱۹۶	۱۲۴۳۵/۹۶**	۱۷۹۲۰/۲۸**	۷۶۶۵/۷۳*	۷۶۹۸/۶	۱۹/۱۰
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۳۸۸/۸۳**	۱۲۸۰/۷۷*	۳۲۲/۰۱	۸۵۶۰/۷۹**	۶۸۶۰۵/۲۷	۲۴۸۷۰/۸۸**	۱۸۲۲/۵۹*
خطای دوم	۱۸	۴۹/۱۵	۲۱۶/۲۸	۷۹۰/۱۶	۷۰۷/۱۴	۱۱۴۹/۱۷	۱۹۴۱/۸۵	۳۳۰/۱۴
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۸۴	۱۶/۶۲	۲۰/۸۵	۱۱/۱۷	۹/۷۹	۱۰/۱۴	۷/۳۷

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴-۱۴ میانگین مربعات شاخص سطح برگ تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۵۸	۷۳	۸۸	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۳روز پس از کاشت
تکرار	۲	۱/۴۶۶	۱/۰۷۳	۱/۶۶۲	۰/۱۵۰	۰/۵۱۹	۱/۰۸۱
رقم	۲	۰/۶۰۷	۱/۲۰۹	۱/۹۳۴*	۱۴/۱۰۴**	۸/۰۱۲**	۱/۷۷۷
خطای اول	۴	۰/۳۵۰	۰/۴۱۶	۰/۱۶۸	۰/۱۴۳	۰/۲۵۰	۰/۲۵۷
اوره	۱	۲/۷۸۰*	۰/۱۷۵	۰/۰۴۹	۷/۱۲۴**	۳/۲۷۰	۰/۳۰۸
نیتروکسین	۱	۰/۱۴۷	۰/۰۸۷	۰/۲۱۶	۱/۴۹۰*	۱۵/۴۰۵**	۰/۵۷۰
رقم × اوره	۲	۰/۴۴۸	۱/۲۸۳*	۱/۹۸۳**	۰/۹۹۱*	۱/۳۱۶	۰/۰۸۴
رقم × نیتروکسین	۲	۰/۲۷۵	۰/۰۰۲	۲/۱۹۶**	۱/۳۶۴*	۴/۴۸۴*	۴۴۰۲/*
اوره × نیتروکسین	۱	۰/۱۴۶	۰/۱۷۰	۱/۲۶۱*	۰/۰۳۸	۰/۳۰۲	۰/۴۴۶
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۱/۶۹۳*	۰/۶۹۱	۱/۰۴۲*	۲/۳۷۲**	۲/۶۷۲	۰/۰۰۳
خطای دوم	۱۸	۰/۳۷۸	۰/۳۰۷	۰/۲۷۱	۰/۲۲۹	۰/۹۸۰	۰/۴۴۰
ضریب تغییرات (درصد)		۲۱/۱۹۷	۱۹/۰۴۱	۱۳/۶۰۳	۱۰/۷۰۲	۱۹/۵۶۳	۲۳/۰۲۹

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

جدول ۴- ۱۵میانگین مربعات تجمع ماده خشک تحت تاثیر رقم، کود اوره و نیتروکسین در مراحل مختلف نمونه برداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	۴۳	۵۸	۷۳	۸۸	۱۴۸ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۶۲۶۰/۱۵	۱۷۹۴۱/۱۴	۱۱۳۴۹/۸۰	۱۳۸۰۱۴/۰۴	۳۱۴۵۷۲/۲۲
رقم	۲	۶۱۸۶/۷۱	۱۱۵۴۴/۷۶	۳۰۱۶۴/۶۹	۵۳۴۰۷/۵۱**	۳۱۲۵۶۹/۶۸
خطای اول	۴	۲۹۹۳/۸۰	۴۸۰۸/۰۳	۱۶۸۵۱/۶۹	۱۶۴۷/۶۲	۴۷۰۰۱/۱۳
اوره	۱	۶۵۸۸/۰۲*	۱۸۷۲۳/۳۶*	۸۴۳۰/۳۰	۷۸۱۱/۶۱	۱۹۱۵۲۲/۹۳
نیتروکسین	۱	۱۱۴۷۰/۴۱**	۵۱/۸۴	۳۹۷۵/۳۰	۱۳۸۸۰/۷۶	۸۹۳۴۱/۲۱
رقم × اوره	۲	۴۱۲۳/۲۲	۲۵۳۲/۸۵	۳۳۵۸۷/۰۹*	۳۰۷۳/۸۵	۹۸۸۸۹/۳۹
رقم × نیتروکسین	۲	۳۳۱۴/۶۲	۱۹۸۲/۱۶	۱۱۴۶/۰۹	۲۱۶۹۸/۷۲	۷۸۶۳/۸۸
اوره × نیتروکسین	۱	۶۶۵/۶۴	۱۱۴۲/۴۴	۱۹۳۴۴/۱۷	۳۳۳۱۲/۳۳	۱۴۳۰۱۰/۰۲
رقم × اوره ×نیتروکسین	۲	۱۵۱۶/۴۸	۱۱۵۷۷/۷۱	۱۵۰۲/۲۰	۱۲۵۹۲/۷۹	۶۶۵۶/۸۳
خطای دوم	۱۸	۱۳۳۲/۷۵	۴۰۹۸/۴۰	۶۴۵۸/۶۹	۱۲۴۸۱/۹۹	۱۰۸۶۸۰/۸۶
ضریب تغییرات (درصد)		۲۶/۲۶	۲۰/۷۲	۱۹/۲۸	۱۶/۴۳	۱۷/۹۷

**معنی داری در سطح ۱٪، * معنی داری در سطح ۵٪

منابع

اردکانی، م.، د. مظاهری، ف. مجد و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۰. نقش همیاری باکتری آزوسپریلیوم در تثبیت بیولوژیکی ازت بر عملکرد دانه و اجزائ عملکرد گندم. هفتمین کنگره علوم خاک ایران. ص ۲۴۸-۲۴۳.

ارزانش، م.ح.، ح.ا. رحیمیان، ح. علیخانی و ک. خاوازی. ۱۳۸۸. جداسازی و گروه‌بندی جدایه های آزوسپریلیوم بومی برخی خاک‌های ایران. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، ۲۳(۲): ۲۱۵-۲۰۵.

آستارایی، ع.ر. و ع. کوچکی. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۸ صفحه.

اصغری، ا.، خ. رزمجو، م. مظاهری تهرانی. ۱۳۸۵. اثر میزان نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه چهار رقم سورگوم دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی سال سیزدهم، شماره اول. ص ۱-۹.

اسدی رحمانی، ه. و ن. صالح راستین. ۱۳۸۱. بررسی تحمل به حرارت و تثبیت نیتروژن در سویه های ریزوبیوم همزیست سویا. مجله آب و خاک. ۱۶ (۲): ۱۷۹-۱۸۸.

امام، ی و م. ج. ثقه الاسلامی. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی و فیزیولوژی و فرآیندها (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۹۳ صفحه.

امتیازی، گ. ۱۳۸۱. میکروبیولوژی خاک. انتشارات مانی. ۱۸۵ صفحه.

امیرآبادی، م.، ف. رجالی، م.ر. اردکانی و م. برجی. ۱۳۸۸. تاثیر کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل کراس ۷۰۴) در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، ۲۳(۱): ۱۰۷-۱۱۵.

بابائی، ن.، ج. دانشیان، آ. حمیدی،ح. هادی و م. ح. ارزانش. ۱۳۸۷. تاثیر باکتری افزاینده رشد گیاه بر ویژگی‌های بذر حاصل از شرایط کم‌آبی آفتابگردان. فصلنامه علمی پژوهشی (دانش زیستی ایران)، ۳(۱): ۱۷-۲۵.

بحرانی، ع. و ز. ا. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۶. اثر میزان و زمان مصرف کود نیتروژن بر تجمع و کارایی انتقال مجدد نیتروژن در برگ پرچم دو رقم گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره چهلم (الف). ص ۱۴۷-۱۵۴.

بحرانی، ع.، م. حسینی، س. معمار و ز. ا. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر باکتری های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر همراه با مصرف ریز مغذی‌ها به صورت محلول‌پاشی و کاربرد در خاک بر خصوصیات کمی و کیفی پنج رقم گندم بعد از کشت ذرت در استان فارس. مجله علوم کشاورزی ایران. دوره ۱-۳۸، شماره ۲. ص ۳۶۷-۳۷۶.

جعفری، ع. ۱۳۸۳. سویا کلید سلامتی. انتشارات خانیران. ۱۹۵ صفحه.

جلیلیان، ج.، ا. اصغرزاده، م. فرشادفر و ع.م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۶. اثر تلفیق کودهای زیستی (آزوسپیریلوم و ازتوباکتر) و سطوح مختلف کود اوره بر خصوصیات کیفی آفتابگردان در شرایط تنش رطوبتی، مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج. ص ۱۲۷-۱۲۹.

حاتمی، ح.، ا. آینه بند، م. عزیزی و ع. دادخواه. ۱۳۸۸. تاثیر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد ارقام سویا در خراسان شمالی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲): ۲۵-۴۲.

حاجی بلند، ر.، ن. علی اصغرزاده و ز. مهرفر. ۱۳۸۳. بررسی اکولوژیکی ازتوباکتر در دو منطقه مرتعی آذربایجان و اثر تلقیح آن روی رشد و تغذیه معدنی گیاه گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره دوم. ص ۷۵-۸۹.

حاجیلو، م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر بیوپرایمینگ بذر توسط باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر و استفاده از کود آلی (دامی) بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی شاهرود. ۱۱۳ ص.

حبیب زاده، ف.، ا. ایرج و س. خ. میرنیا. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر مصرف مقادیر مختلف پتاسیم و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه مازندران. پژوهش و سازندگی، شماره ۶۱. ص ۱۸-۲۴.

حسن زاده، ا.، و. مظاهری، م.ر. چایی چی و ک. خاوازی. ۱۳۸۶. کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر و کودشیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی. ۲۰(۴): ۱۱۱-۱۱۸.

حمیدی، آ.، ر. چوکان، ا. اصغرزاده، م. دهقان شعار، ا. قلاوند و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۸. اثر استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد گیاه (PGPR) بر فنولوژی دورگ‌های دیررس ذرت. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱(۳): ۲۴۹-۲۷۰.

حیاتی، س. ا. ۱۳۸۸. بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد (ریزوبیوم و ازتوباکتر و سودوموناس و آزوسپریلیوم) نانوسوپرجاذب و اسیدهیومیک روی تنش خشکی در گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کرج. ۹۷ صفحه.

خادمی، ز.، م.ج. ملکوتی و م. ا. لطف الهی. ۱۳۷۸. مدیریت بهینه ازت در مزرعه گندم به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول. مجله خاک و آب. ویژه نامه گندم، جلد ۱۲، شماره ۶. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.

خاوازی، ن و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب.

خسروی، ه. ۱۳۸۰. کاربرد کودهای بیولوژیک در زراعت غلات. در: خاوازی، ک و م. ج. ملکوتی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). ص ۱۹۴-۱۷۸. نشر آموزش کشاورزی.

خسروی، م. و ح. رحیمیان مشهدی. ۱۳۸۴. مطالعه ارتباط وزن ریشه غده‌ای با شروع مرحله زایشی عملکرد و اجزاء عملکرد آن در زیره سیاه. فصلنامه علوم و صنایع کشاورزی. ۱۹(۱): ۱۱۱-۱۱۹.

خلدبرین، ب و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۹۵ صفحه.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.

دباغیان، ز. ۱۳۸۸. بررسی اثر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و تیوباسیلوس بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاروزی. دانشگاه مازندران. ۹۷ صفحه.

رجایی، س.، ح. علیخانی و ف. رئیسی. ۱۳۸۶. اثر پتانسیل‌های محرک رشد سویه‌های بومی ازتوباکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره چهل و یکم (ب). ص ۲۸۵-۲۹۶.

سبطی، م.، س.ع. موحدی نائینی، ر. قربانی نصرآبادی، ق. روشنی، ق. شهریاری و م. موحدی. ۱۳۸۸. تعیین عصاره‌گیر مناسب پتاسیم در یک خاک لسی با رس غالب ایلایت و تاثیر ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر غلظت و میزان پتاسیم قابل جذب و عملکرد گندم دیم. مجله پژوهش های تولید گیاهی، ۱۶(۴): ۵۹-۷۶.

سیلسپور، م. و م.ر. ممیزی. ۱۳۸۵. مدیریت مصرف نیتروژن در محصولات سبزی و صیفی. مرز دانش. چاپ اول. ۱۳۸ صفحه.

شریفی، ز. و غ. حق نیا. ۱۳۸۶. تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم سبلان. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. ۲۶-۲۵ مهر. گرگان. ص. ۱۲۳.

صدروی، م. ۱۳۸۲. بیماری‌های گیاهان روغنی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۰۳ صفحه.

علیخانی، ح. و **ن. صالح راستین. ۱۳۸۰.** ضرورت تولید کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه PGPR در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور، نشر آموزش کشاورزی، کرج.

غلامی، ا. و ع. کوچکی. ۱۳۸۰. میکوریزا در کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات دانشگاه شاهرود. ۲۱۲ صفحه.

فتحی، ق. ا. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۲ صفحه.

فرجی، ه.، ع.ا. سیادت، ق.ا. فتحی، ی. امام، ح.ا. نادیان و ع. راسخ. ۱۳۸۵. تاثیر نیتروژن بر عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی پایان دوره رشد. مجله علمی کشاورزی، ۲۹(۱): ۹۹-۱۱۱.

فرنیا، ا.، ق. نورمحمدی، ا. نادری، ف. درویش و ا. مجیدی هروان. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی و نژادهای باکتری برادی ریزوبیوم بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در سویا در بروجرد. مجله علوم زراعی ایران. ۸(۳): ۲۰۱-۲۱۳.

قطب شریف، س.ج.، ه. اسدی رحمانی و م.ر. شفیعی. ۱۳۸۲. بررسی پراکنش باکتری‌های پزودوموناس فلورسنت و ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در برخی خاک‌های زراعی استان تهران و توان تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه و حل‌کنندگی فسفر نامحلول معدنی و دامی توسط آنها. خلاصه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. ۷۳۰ صفحه.

کافی، م.، ب. کامکار و ع. ا. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۰. زیست شناخت بذر و عملکرد محصولات دانه ای. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۷۳ صفحه.

کوچکی، ع. ۱۳۷۳. کشاورزی و انرژی (نگرش اکولوژیک) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۹ صفحه.

کوچکی، ع.، ح. خیابانی و غ. سرمدنیا. ۱۳۷۵. تولید محصولات زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۳۷ صفحه.

کوچکی، ع.، م.ح. راشد محصل، م. نصیری و ر. صدرآبادی. ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۴ صفحه.

گلچین، ا. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. نگهداری و پویایی مواد آلی در خاک. نشریه فنی خاک و آب. ۱۳(۱): ۴۰-۵۲.

لطیفی، ن. ۱۳۷۵. زراعت سویا. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۲ صفحه.

لطیفی، ن. ۱۳۷۲. زراعت سویا (زراعت، فیزیولوژی، مصارف). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۰ صفحه.

مستاجران، ا.، ر. عمو آقایی و گ. امتیازی. ۱۳۸۴. اثر آزوسپیریلوم و اسیدیته قلیائی آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم. مجله زیست شناسی ایران، ۱۸(۳): ۲۴۸-۲۶۰.

مستاجران، ا.، ر. عمو آقایی و گ. امتیازی. ۱۳۸۵. اثر آزوسپیریلوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان. ص ۵۱-۶۴.

مصطفویان، س.ر. ۱۳۸۶. بررسی اثر کودهای بیولوژیک میکوریزا و تیوباسیلوس بر غنی سازی و بهبود کیفیت و کمیت محصول دو رقم سویاو پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه مازندران. ۱۴۵ صفحه.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. چاپ دوم. ۴۶۰ صفحه.

ملکوتی، م.ج و م. نفیسی. ۱۳۶۷. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۷۹ ص.

ملکوتی، م.ج و م. همایی. ۱۳۷۲. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۲۴ ص.

ناصری، ف. ۱۳۷۵. دانه‌های روغنی. نشر آستان قدس رضوی. ۸۲۳ صفحه.

نصر اصفهانی، ا. و س. میرفندرسکی. ۱۳۸۵. کشاورزی ارگانیک گسترش می یابد. سرزمین سبز. تهران. شماره ۴۲. صفحه ۱۲- ۱۴.

نورقلی‌پور، ف.، ی.ر. باقری و م. لطف‌الهی. ۱۳۸۷. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت گندم. مجله پژوهشی در علوم کشاورزی. ۴(۲): ۱۲۰-۱۲۹.

هادی، ح.، ج. دانشیان، ر. ضرغامی، آ. حمیدی و ا. اصغرزاده. ۱۳۸۷. تاثیر ازتوباکتر کروکوکوم، برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر ویژگی‌های بذر سویا حاصل از شرایط کم‌آبی. فصلنامه علمی پژوهشی (دانش زیستی ایران)، ۳(۲): ۹-۱۸.

هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی و م. بنایان اول. ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

یزدانی، م.، ه. پیردشتی، م.ع. اسماعیلی و م.ع. بهمنیار. ۱۳۸۹. اثر تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفر و محرک رشد بر کارایی مصرف کودهای ازته و فسفره در کشت ذرت سینگل کراس ۶۰۴. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۳(۲): ۶۵-۸۰.

یوسفی، م. ۱۳۷۴. اصول مقدماتی کشت سویا. انتشارات کمیته دانه‌های روغنی. ۲۵۴صفحه.

Akbari, G.A., S.M. Arab, H.A. Alikhani, I. Allahdadi and M. H. Arzanesh. ٢٠٠٧. Isolation and selection of indigenous Azospirillum spp. And the IAA of superior strains effects on wheat roots. World J. Agric. Sc., ٣(٤): ٥٢٣-٥٢٩.

Ali, M.H., A.M.M.D. Rahman and M. J. Ullah. ١٩٩٠. Effect of plant population and nitrogen on yield and oil content of rape seed Bonapus. Indian J. Agric. Sci. ٦٠(٥) ٣٤٧-٣٤٩.

Allen, E.J., and D.G. Morgan. ١٩٧٢. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth. Development and yield of oilseed rape. Journal of Agricultural Science ٧٨: ٣١٥- ٣٢٤.

Alvarez, M.I., R.J. Sueldo and C.A. Barassi. ١٩٩٦. Effect of Azospirillum on coleoptiles growth in wheat seedlings under water stress. Cereal. Res. Commun. ٢٤: ١٠١-١٠٧.

Azizi, M. ١٩٩٤. Effect of N fertilizers on growth indices, yield and yield components of soybean. M.Sc. Thesis in agronomy, faculty of ariculture Isfehan Univ. of Technology.

Bahrani, A., J. Pourreza and M. Haghjoo. ٢٠١٠. Response of Winter Wheat to co-Inoculation whit Azotobacter and Arbescular Mycorrhizal Fungi (AMF) Under Different Sources of Nitrogen Fertilizer. American. Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., ٨ (١): ٩٥-١٠٣.

Banerjee, M., R.L. Yesmin and J.K. Vessey. ٢٠٠٦. Plant- growth promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. In:Rai, M.K.(ed.), Hand book of microbial biofertilizers.pp. ١٣٧-١٨٧. Food production press, U. S. A.

Barassi, C.A., G. Ayrault, C.M. Greus, R.J. Sueldo and M.T. Tripathi. ٢٠٠٦. Seed inoculation with Azospirillum mitigates NaCl effects on lettuce. Scientia Horticulture, ٢٤: ١-٧.

Bashan, Y. and G. Holguin. ١٩٩٧. Azospirillum- plant relationships: environmental and physiological advances (١٩٩٠-١٩٩٦). Can. J. Microbiol. ٤٣: ١٠٣-١٢١.

Belimov, A.A., V.I. Safronova and T. Mimura. ٢٠٠٢. Response of spring rape (*Brassica napus* Var. oleifera L.) to inoculation with plant growth promoting rhizobacteria containing ١- aminocyclopropane- ١- carboxylate deaminase depends on nutrient status of the plant. Can. J. Microbiol. ٤٨: ١٨٩-١٩٩.

Bhattarai, T. and D. Hess. ١٩٩٣. Yield responses of Nepalese spring wheat (*T. aestivum*) cultivars to inoculation whit Azospirillum spp. Of Nepalese origin. Plant Soil ١٥١: ٦٧-٧٦.

Biswas, J.C., J.K. Ladha, F. B. Dazz[illegible] anni and B.G. Rolfe. ٢٠٠٠. Rhizobial inoculation influences seedling vigor a[illegible] f rice. Agronomy Journal, ٩٢: ٨٨٠-٨٨٦.

Borrell, A.K., and G.L. Hammer. ٢٠٠٠. Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay- green in sorghum. Crop Sci. ٤٠: ١٢٩٥-١٣٠٧.

Boswell. F. C., J. J. Meisinger and W. L. Case. ١٩٨٥. Production, marketing and use of nitrogen fertilizers. In Fertilizer Technology and use. SSSA Madison, WI. pp. ٢٢٩-٢٩٢.

Brevendan, R. E., D. B. Egli and J. E. Leggett. ١٩٧٨. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybean. Agron. ٧٠: ٨١-٨٤.

Cliskan, S., I. Zakaya, M. E. Caliskan and M. Arslan. ٢٠٠٨. The effect of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean – type soil. Fild Crops Res. ١٠٨: ١٢٦-١٣٢.

Cassan, F., S. Maiale, O. Masciarelli, A. Vidal, V. Luna and O. Ruiz. ٢٠٠٩. Cadaverine production by Azospirillum brasilense and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. European Journal of Soil Biology, ٤٥: ١٢-١٩.

Chen, J. ٢٠٠٦. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop Growth and soil fertility. International workshop on sustained management of the soil Rhizosphere system for Efficient crop production and fertilizer use. October, ١٦- ٢٠. Thailand. LIPP.

Chen, E., Y. Okon., J. Kigel, I. Nure and Y. Henis. ١٩٨٠. Increase in dry weight and total nitrogen content in zea mays and seraria italic associated with nitrogen – fixing azospirillum. Plant physiol. ٦٦: ٧٤٦- ٧٤٩.

Dart, P. J and J.M. Day. ١٩٧٥. Nitrogen fixation in the field other than by nodules. In: N. Walker (Ed.), Soil Microbiology. Butter Worth Sci. Publication, London.

Doneche, B. and G. Marcantoni. ١٩٩٢. The inhibition of *Botrytis cinerea* by soil bacteria- A new opportunity for biological control of gray rot. Comptes Rendus del Academie des sciences Serie III- Sciences de la vie. ٣١٤: ٢٧٩- ٢٨٣.

Dorenbos, D. L., R. E. Mullen and R. M. Shibles. ١٩٨٩. Drought stress effects during seed fill on soybean seed – germination and vigor. Crop Science, ٢٩: ٤٧٦- ٤٨٠.

El- katatny, M.H. ٢٠١٠. Enzyme Production and Nitrogen Fixation by Free, Immobilized and Coimmobilized Inoculants of *Trichoderma harzianum* and *Azospirillum brasilense* and their Possible Role in Growth Promotion of Tomato. Food Techno. Biotechnol, ٤٨ (٢): ١٦١-١٧٤.

El - Zemrany, H.,J. Cortet, M. P. L[illegible] Chabert, E. Baudoin, J. Haurat, N. Maughan, D. Felix, G. Defago, R. Ball[illegible] Moenne- loccoz. ٢٠٠٦. Field survival of the phytostimulator Azospirillum lipoferum CRT١ and functional impact on maize crop, biodegradation of crop residues, and soil faunal indicators in a context of decreasing nitrogen fertilization. Soil Biology & Biochemistry ٣٨: ١٧١٢- ١٧٢٦.

Fages, J and J.F. Arsac. ١٩٩٧. Sunflower inoculation with Azospirillum and other plant growth and gibberlin status of corn seedling roots. Plant Cell Physiology, ٣٤: ١٣٠٥- ١٣٠٩.

Fehr, W.R. and C.E. Caviness. ١٩٧١. Stage of Soybean Development. Spec. Rep. ٨٠. Coop. Ext. Serv., Iowa University, Ames, IA.

Fuentes – Ramirez, L.E. and J.C. Mellado. ٢٠٠٥. Bacterial Biofertilizers.In: Z A. Siddiqui (ed.), PGPR: Biocontrol and Biofertilization, ١٤٣- ١٧٢.

Fulchieri, M and L. Frioni. ١٩٩٤. Azospirillum inoculation on maize (*zea mays*): effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil Biol. Biochem, ٢٦: ٩٢١- ٩٢٣.

Gilick, B. R., D. Penrose and M. Wenbo. ٢٠٠١. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances, ١٩: ١٣٥- ١٣٨.

Glenn, D.M., A. Carey and R.E. Bolton. ١٩٨٥. Effect of N fertilizer on protein content grain, straw and chaff tissue in white winter wheat. Agron. J. ٧٧: ٢٢٩- ٢٣٢.

Gonzales – Lopes, J., V. Salmeron and J. Moreno. ١٩٨٣. Amino acid and Vitamins produced by Azotobacter vinelandii in chemically – defined media and dialysed soil media. Soil Biol. Biochem. ٦: ٧١١- ٧١٣.

Gonzales- Lopes, J., M.V. Martinez – Toledo, S. Reina and V. Salmeron. **١٩٩٧**. Root exudates of maize and production of auxins, gibberllins, cytokinins, amino acids and vitamins by *Azotobacter chroococcum* in chemically – defined media and dialised – soil media. Technol. And Environ. Chem. ٣٣: ٦٩ – ٧٨.

Haller, Th. and H. Stolp. ١٩٨٥. Quantitative estimation of root exudation of maize plants. Plant Soil. ٨٦: ٢٠٧- ٢١٦.

Holguin, G., C.L. Pbyatten and B. R. Gilick. ١٩٩٩.Genetics and molecular biology of Azospirillum. Biology and Fertility of Soil, ٢٩: ١٠- ٢٣.

Kader, M. A. ٢٠٠٢. Effects of Azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Jornal of Biological Sciences. ٢: ٢٥٩- ٢٦١.

Kane, M.U., and L. J. Grabu. ١٩٩٣. Early planted, early maturing soybean cropping system: growth, development and yield. A Journal, ٨٤: ٧٦٩- ٧٧٩.

١٠٥

Kanung, P.K., B. Ramakrishan and amamohan Roa. ١٩٩٧. Placement effect of organic sources on nitrogenase activity and nitrogen- fixing bacteria in flooded rice soils. Biol, Fertil, Soil. ٢٥: ١٠٣- ١٠٨.

Kapulnik, Y., J. Kigel, Y. Okon, I. Nur and Y. Henis. ١٩٨١. Effect of Azospirillum inoculation on some growth parameters and N-content of wheat, sorghum and panicum. Plant Soil ٦١: ٦٥-٧٠.

Kapulnik, Y., I. Sarig, Y. Nur ND. Okon ١٩٨٣. Effect of Azospirillum inoculation on yield of field growth wheat. Can. J. Microbiol., ٢٠: ٨٩٥- ٨٩٩.

Karper, G. M., and P. H. Andri. ١٩٩١. The effect of nitrogen and phosphors fertilization on brassica campestries. Field Crop Sci. ٦٣(١١) ٩٣-١٠٣.

Kashirsagar, C. R., V. K. Mandhare, H.B. Kalbhor and P. L. Patil. ١٩٩٤. Response of onion to Azotobacter and VA- mycorrhizal inoculation along with phosphorus levels. J. Maharashtra Agric. Univ. ١٩: ٤٧٦- ٤٧٧.

Kaushal, T., M. Onda, S. Ito, A. Yamazaki, H. Fujikake, N. Ohtake, K. Sueyoshi, Y. Takahashi and T. Ohyama. ٢٠٠٦. Effect of placement of slow- release fertilizer (lim nitrogen) applied at different rates on growth, $N_٢$ Fixation and yield of soybean (*Glycin max*). J. Agronomy & crop science, ١٩٢: ٤١٧- ٤٢٦.

Koocheki, A., J. Al-ahmadi, M. Kamkar and D. Band mahdavi.٢٠٠٥. Ecologycal principles of agriculture. L. E. Powers- R. McSorley (translated). Shabak press. ٤٧٢ p.

Kumudini, S.D., J. Hume and G. Chun. ٢٠٠١. Genetic improvement in short season soybean. I. Dry matter accumulation, partitioning, and leaf area duration. Crop sci. ٤١: ٣٩١- ٣٩٨.

Kumuta, K., J. Sempaualan and P.S. Krishnan. ٢٠٠٤. Effect of insolubie phosphate and dual inoculation on soy bean. In: Kannaryan, S., Kumar, Gouidarajan, K.(eds.), Biofertilizer, pp: ٣٥٤- ٣٥٨.

Limon- Ortega, A., S.C. Mason and A.R. Martin. ١٩٩٨. Production practices improve grain sorghum and pearl millet competitivenss with weeds. Agron. J. ٩٠: ٢٢٧-٢٣٢.

Marschner, H. ١٩٩٥. Mineral Nutrition of Higher plants. Academic press. Second Edition . London.

Marschner, H., V. Romheld, W. J. Horst and P. Martin. ١٩٨٦. Root- induced changes in the rhizoshere: importance for the mineral nutrition of plants. Z. P. flanzenernaehr. Bodenk. ١٤٩: ٤٤١- ٤٥٦. ١٠٦

Migahed, H.A., A.E. Ahmed and B.F. Abd El- Ghany. ٢٠٠٤. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of Apium graveolense under calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences. ١٢: ٥١١- ٥٢٥.

Molla, A. H., Z. H. Shamsuddin, M. S. Halimi, M. Morziah and A. B. Puteh. ٢٠٠١. Potential for enhancement of root growth and nodulation of soybean coinoculated with Azospirillum and Bradoyrhizobacterium in laboratory systems. Soil Biology and Biochemistry, ٣٣: ٤٥٧-٤٦٣.

Mrkovacki, N and V. Milic. ٢٠٠١. Use of Azotobacter chroococcum as potentially useful in agricultural application. Annals of Microbiology, ٥١: ١٤٥- ١٥٨.

Munns, R. ٢٠٠٢. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environment, ٢٥: ٢٣٩- ٢٥٠.

Narula, N., R. Remus, A. Deubel, A. Granse, S.S. Dudeja, R.K. Behl and W. Merbach. ٢٠٠٧. Comparison of the effectiveness of wheat roots colonization by Azotobacter chroococcum and Pantoea agglomerans using serological techniques. Plant Soil Environ, ٥٣(٤): ١٦٧- ١٧٦.

Nikolay, S., A. Strigul and V. Kravchenco. ٢٠٠٦. Mathematical modeling of PGPR inoculation in to the rhizosphere. Environmental Modeling and Software, ٢١: ١١٥٨-١١٧١.

Olaniyan. A.B., H. A. Aintoye and M.A. Balogun. ٢٠٠٤. Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on growth and yield of sweet corn. Available from: http:// www. Tropentary. De/ ٢٠٠٤/ abstracts/ full. ١٤٦- pdf, ٢٢ June ٢٠٠٨, ١٣. ١٣ PM.

Pan, B., Y.M. Bai, S. Leibovitch and D.L. Smith. ١٩٩٩. Plant growth promoting rhizobacteria and kinetin as ways to promot corn growth and yield in a short growing season area. European Journal of Agronomy, ١١: ١٧٩- ١٨٦.

Pereira, J. A., R. V. A. Gavalcarte and J. Doboriner. ١٩٧٧. Field inoculation of sourgum and rice with azotobacter. Plant and Soil, ١١٠٠: ٢٦٩- ٢٧٤.

Pereyra, M.A., F.M. Ballesteros, C.M. Creus, R.J. Sueldo and C.A. Barassi. ٢٠٠٩. Seedlings growth promotion by Azospirillum brasilense under normal and drouth conditions remains unaltered in Tebuconazole- treated wheat seeds. European Journal Biology ٤٥, ٢٠- ٢٧.

Rai, R.S. ١٩٩١. Rain- specific salt tole ١٠٧ chemotaxis of Azospirillum brasilense and their associative N- fixation with [illegible] let in saline calcareows soil. Plant and Soil. ١٣٧: ٥٥- ٥٩.

Rai, S.N and A.C. Gaur. ١٩٨٨. Characterization of Azotobacter spp. And effect of Azotobacter and Azospirillum as inoculation on the yield and N- uptake of wheat crop. Plant and Soil ١٠٩: ١٣١- ١٣٤.

Rajaei, S., F. Reisi, H. Alikhani and J. Givi. ٢٠٠٥. Auxin hormone production and phosphorous solubilization potential with some indigenous Azotobacter Chrococum isolates in Bakhtiari Chahar Mehal- Iran. ٩th Iranian Congress of Soil Science, September, Iran. (In Persian)

Ram, G. ١٩٨٥. Inflouence of Azotobacterization in presence of fertilizer Nitrogen in the yield of wheat. India soc. Soil. Sci. ٣٣: ٤٢٤- ٤٢٨.

Raun, W.R and G.V. Johnson. ١٩٩٩. Improving nitrogen use efficiency for cereal production Agronomy Journal, ٩١: ٣٥٧- ٣٦٣.

Ribaudo, C.M., A.N. Paccusse, D.P. Rondanini, J.A. Curu and A.A. Fraschina. ١٩٩٨. Azospirillum- maize association: effect on dry matter yield and nitrate reductive activity. Agriculture Tropica et subripica, ٣١: ٦١- ٧٠.

Roesti, D., R. Gohri, B.N. Johri, G. Imfeld, S. Sharma, K. Kawalject and M. Arogno. ٢٠٠٦. Plant growth stage, fertilizer management and bio- inoculation of arbuscular mycorrhiza fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacteria community structure in rainfed wheat fields. Soil. Biology. Biochem, ٣٨: ١١١١- ١١٢٠.

Saghir khan, M., A. Zaidi, P. Ahmad Wani and M. Oves. ٢٠٠٩.
Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils. Environ Chem Lett, ٧: ١- ١٩.

Salantur, A., R. Ozturk and S. Akten. ٢٠٠٦. Growth and yield response of spring wheat (Triticum aestivum L.) to inoculation with rhizobacteria. Plant Soil Environ. ٥٢, ١١١- ١١٨.

Sarig, S., Y. Kapulnik and Y. Olkon. ١٩٨٤. Response of setaria italica to inoculation with Azospirillum inoculation on Nitrogen fixation and growth of winter legomes. Plant and Soil, ٩٠: ٣٤٢- ٣٥٥.

Sarker, A., W. Erskin and M. Sing. ٢٠٠٣. Regression models for lentil seed and straw yield in Near East. Agric. Forest. Meteor. ١١٦: ٦١-٧٢.

Satovich, S. Z. ٢٠٠٦. Azospirillum of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants. Plant ١٠٨ ٢٨٣: ١٣٧-١٤٥.

Schoenwitz, R and H. Ziegler. ١٩٨٩. Interaction of maize roots and rhizosphere microorganisms. Z. pflanzenernaehr. Bodenk, ١٥٢: ٢١٧- ٢٢٢.

Smil, V. ١٩٩٧. Global population and the nitrogen cycle. Scientific American, Inc.

Spaeth, S.C., H.C. Randall, T.R. Sinclair and J.S. Veland. ١٩٨٤. Stability of soybean harvest index. Agron. J. ٧٦: ٤٨٢-٤٨٦.

Sprent, J and P. Sprent. ١٩٩٠. Nitrogen Fixation organisms. Chapman and Hall, Newyork, ٣٢٣p.

Steenhoudt, O and J. Vanderleyden. ٢٠٠٠. Azospirillum, a free- living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. FEMS Microbiology Reviews, ٢٤: ٤٨٧- ٥٠٦.

Subba Rao, N. S. ١٩٨٨. Biofertilizers in agriculture. New Delhi, India.

Subba Rao, N.S., K.V.B.R. Tilak and C.S. Singh. ١٩٨٥. Synergistic effect of vesicular- arbuscular mycorrhiza and azospirillum brasilense on the growth of barley in pots. Soil. Biol. Biochem. ١٧: ١١٩- ١٢١.

Syverud, T.D., L.M. Walsh, E.S. Oplinger and K.A. Kelling. ١٩٨٠. Foliar fertilization of soybean (Glycin max L.). Commun. Soil sci. plant Anal, ١١: ٣٥١- ٦٣٧.

Takahashi, Y., T. Chinushi, T. Nakano and T. Ohyama. ١٩٩٢. Evaluation of N٢ fixation and N absorption activity by relative ureide method in field grown soybean plants with deep placement of coated urea. Soil Sci. Plant Nutr. ٣٨: ٦٩٩- ٧٠٨.

Taylor, R.S., B.D. Weaver, C.W. Wood and E.V. Santen. ٢٠٠٥. Nitrogen application increase yield and early dry matter accumulation in late- planted soybean. Crop sci, ٤٥: ٨٥٤- ٨٥٨.

Theurer, J. C. ١٩٧٩. Growth patterns in sugar beet production. J. Am. Soc. Sugar beet Technol. ٢٤: ٣٤٣-٣٦٧.

Thompson, J.P. ١٩٩٢. Soil biotic and biochemical Factors in along- term tillage and stubble management experiment on Verti soil. ٢: Nitrogen deficiency with zero tillage and stubble retention. Can. J. Plant Sci., ٢٢: ٣٣٩-٣٦١.

Tilak, K.V. B.R., C.S. Singh, N.K. Roy and N.S. Subbarao.١٩٩٢. Azospirillum brasilense and Azotobacter chrococcum inoculums effect on maize and sorghum. Soil Biol. Biochem. ١٤: ٤١٧-٤١٨. Endeaw, J. H., and S. A.

Tilak, K.V.B.R., C.S. Singh, V.K. Roy and N.S.S. RAO.١٩٨٢. Azospirillum brasilense and Azotobacter chroococcu ١٠٩ ums: effect on yield of maize and sorghum. Soil Biology and Biochemistry, . .٤١٨.

Tilak, K.V.B.R., N. Rang anayaki, K.K. Pal, R. De, A.K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, Shilipi mittal, A.K. Tripathi and B.N. Johri. ٢٠٠٥. Diversity of plant growth and soil health supporing bacteria. Current Science, ٨٩: ١٣٦- ١٥٠.

Vanderlip, R.L. ١٩٨٢. How sorghum develops. Kansas State University. Manhattan, Kansas, USA.

Vessey, K.J. ٢٠٠٣. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant Soil, ٢٥٥: ٢٧١- ٥٨٦.

Yasari, E., and A.M. Patwadhan. ٢٠٠٧. Effect of Azotobacter and Azospirillum inoculation and chemical fertilizers on growth- promoting bacteria. Plant Science Journal, ٦(١): ٧٧-٨٢.

Zahir, A.Z., M. Arshad and W.F. Frankenberger (Jr). ٢٠٠٤. Plant growth promoting rhizobacterria: Application and perspectives in agriculture. Agron, ٨١: ٩٧-١٦٨.

Zawoznik, M.S., M. Ameneiros, M.P. Benavides, S. Vazquez and M.D. Groppa. ٢٠١١. Response to saline stress and aquaporin expression in Azospirillum- inoculated barley seedlings. Appl Microbiol Biotechnol, ٩٠: ١٣٨٩- ١٣٩٧.

Zhuang, X.A., J. Chen, H. Shim and Z. Bai. ٢٠٠٧. New advances in plant growth promoting rhizobacteria for bioremediation. Environment International, ٣٣: ٤٠٦- ٤١٣.

Zimmer, W and H. Bothe. ١٩٨٩. The phytohormunal interactions between Azospirillum and wheat, In: Nitrogen fixation with Non- legumes, skinner, F. A. (Eds), kluver, the Nether lands ١٣٧- ١٤٥.

Abstract
Plant growth- promoting rhizobacteria (PGPR) are most important biofertilizers. They are able to enhance nutritional status, nitrogen fixation, production of phytohormones directly. They can decrease the effect of other illnese micro organism, whit produce variation antibiotic and Sidrophore indirectly that caused enhance plant growth and improve plants yield. In order to study of the effect of urea fertilizer and nitroxin on yield and yield components of three cultivar of soybean (*Glycine max.l.*), an experiment was carried out as split plot factorial based on completely randomized blocks design in ۳ replications. The main factor was soybean cultivars ۱) BP ۲)JK ۳) ۰۳۲, the sub factors contained urea fertilizer (with and with out) and Nitroxin (non- inoculation and inoculation). The results of this study showed that, PGPR inoculants had the potential to increase soybean growth during growth season. Nitroxin had significant impact on seed number, pod weight, oil percentage, number of seed in pod, number of lateral branches, nodule dry weight, stem dry weight, leaf area index, CGR and RGR. Also results showed that soybean cultivars had a significant impact on biological yield, harvest index, seed number, pod weight, pod length, oil percentage, ۱۰۰۰-seed weight, number of seed in pod, number of pod in plant, number of lateral branches, plant height, number of nodule, diameter of stem and leaf and stem dry weight. Urea fertilizer had significant impact on seed number per plant, pod weight, oil percentage, number of seed in pod, number of pod per plant, plant height, number of nodule. The effect of interaction of cultivar and urea on number of seed in plant, pod weight, number of lateral branches, harvest index and nodule dry weight was significant. So as consumption of urea caused the number of seed in plant, pod weight and number of lateral branches increase and non-use of urea caused the harvest index and nodule dry root increase. The interaction of cultivar and nitroxin had significant impact on number of seed per plant, pod weight, oil percentage, ۱۰۰۰-seed weight, number of lateral branches, nodule number and nodule dry weight. The effect of interaction of urea and nitroxin on number of seed per plant, ۱۰۰۰-seed weight, leaf nitrogen percent were significant. Use of urea and nitroxin caused the number of seed per plant and ۱۰۰۰-seed weight to increase and non-use of them caused the nodule number and plant nitrogen percent to increase. Interaction of the three factors had effect on seed oil percent, leaf nitrogen percent and nodule dry weight. Thus according to the results application of urea and nitroxin alone or simultaneous had positive effects on improvement growth characteristics of soybean. BP cultivar had the highest harvest index than two other cultivars, and the most characteristics whit use urea and nitroxin had effect on BP cultivar and caused significant increase of these characteristics.
Key words: Soybean (*Glycine max.l.*), Urea, PGPR bacteris, yield and yield components