بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد

مطالعه تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر رشد و عملکرد سویا

سلمان سلمان زاده

اساتید راهنما

دکتر حمید عباس دخت　　دکتر احمد غلامی

اساتید مشاور

دکتر منوچهرقلی پور　　دکتر حمید رضا اصغری

شهریور ۱۳۹۱

شماره : ۷۱ / ف
تاریخ : ۱۳۹۱/۷/۱۵
ویرایش :

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشدآقای **سلمان سلمان زاده** رشته **آگرو اکولوژی** تحت عنوان : **" مطالعه تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲، تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر رشد و عملکرد سویا "** که در تاریخ **۱۳۹۱/۶/۲۷** با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه : عالی امتیاز ۱۹/۲۷) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹) ۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)

۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶) ۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴) ۵۰ـ نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ اساتید راهنما	حمید عباس دخت احمد غلامی	استادیار دانشیار	
۲ـ اساتید مشاور	منوچهر قلی پور حمیدرضا اصغری	دانشیار استادیار	
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	مهدی برادران فیروز آبادی	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	حسن مکاریان	استادیار	
۵ ـ استاد ممتحن	شاهرخ قرنجیک	استادیار	

رئیس دانشکده :

سرآغاز حمد و سپاس پروردگار کریم که یاری بخش این بنده حقیر بود

تقدیم به آنکه جهان در انتظار اوست

تقدیم به آنانکه وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر

تقدیم به مهربان ترین پدر و تقدیم به صبور ترین مادر

آنانکه توانشان رفت تا به توان برسم و مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند

آنان که راستی قامتم در شکستگی قامتشان بقا یافت

تقدیم به همراهان زندگیم در لحظات شادی و غم

پروردگار سبحان، تو را سپاس می گویم که همواره دست اعجاز و نوازش الطافت مرا در رسیدن به آرزوهایم یاری داده ندای درونم می گوید که همواره در تمام مراحل حیات که هدیه مسلم توست با توکل به تو خواهم توانست به قله های رفیع تر دانش صعود کنم. انشاالله

از پدر و مادر عزیزم که همواره حامی و پشتیبانم بودند و زحمات فراوانی را متحمل شده اند کمال سپاسگزاری را دارم.

محضر اساتید راهنمای محترم، جناب آقای دکتر حمید عباس دخت و جناب آقای دکتر احمد غلامی که در طول دوران تحصیل در دانشگاه راهنمایم بودند، مراتب سپاس گزاری خود را تقدیم می دارم.

از اساتید مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر منوچهر قلی پور و جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری به دلیل مشاوره های ارزنده آنها صمیمانه تشکر می کنم.

با تشکر

سلمان سلمان زاده

شهریور ۱۳۹۱

تعهد نامه

اینجانب **سلمان سلمان زاده** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته **مهندسی کشاورزی-اگرواکولوژی**

دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه / رساله **مطالعه تاثیر کاربرد کود زیستی یارور۲ تلقیح با رایزوبیوم زایونیکوم و پرایمینگ بر رشد و عملکرد سویا** تحت راهنمایی **دکتر حمید عباس دخت** متعهد می شوم :

- تحقیقات در این پایان نامه / رساله توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصلت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه/رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچگونه مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در بدست آمدن نتایج اصلی پایان نامه / رساله تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه/رساله رعایت می‌گردد .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه/رساله ،در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه/رساله ،در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا از آن استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۸

امضاء دانشجو سلمان سلمان زاده

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه‌های رایانه‌ای ، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و این مطلب باشد به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه / رساله بدون ذکر منبع مجاز نمی باشد .

- متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه‌های تکثیرشده پایان نامه/رساله وجود داشته باشد .

مطالعه تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲، تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر رشد و عملکرد سویا

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۱، باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد سویا، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در خرداد سال ۱۳۹۰ انجام شد. عامل کود زیستی بارور۲ در دو سطح مصرف و عدم مصرف، عامل باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم در دو سطح تلقیح بذر و عدم تلقیح و عامل پرایمینگ در سه سطح شامل هیدروپرایمینگ، اسمو پرایمینگ وعامل شاهد(عدم پرایمینگ) اعمال شد. در این آزمایش تاثیر کود زیستی بارور۲ بر صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد روغن و شاخص برداشت معنی دار بود اما در سایر صفات اثر معنی داری نداشت. همچنین کاربرد باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد روغن و عملکرد بیولوژیک معنی دار بود. تاثیر پرایمینگ بر تمام صفات مورد بررسی بجز تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت معنی دار بود. اثرات متقابل کاربرد بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم نیز بر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و درصد روغن معنی دار بود. اثرات متقابل بارور۲ و پرایمینگ تنها بر روی صفت تعداد غلاف در بوته معنی دار بود. اثرات متقابل رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ نیز در صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، درصد پروتئین و درصد روغن معنی دار بود. همچنین اثرات متقابل بارور۲، رایزوبیوم و پرایمنگ نیز بر روی صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، درصد پروتئین و درصد روغن معنی داربود. نتیجه گیری کلی از این آزمایش موید آن است که استفاده از کود زیستی بارور۲ و باکتری رایزوبیوم

ژاپونیکوم و تکنیک پرایمینگ سبب افزایش رشد و عملکرد در سویا شده و ضمن استقرار بهتر گیاه در محیط، سبب حفاظت محیط زیست از نهاده های مخرب کشاورزی می شود.

کلمات کلیدی: سویا – کود زیستی بارور۲- باکتری های محرک رشد– پرایمینگ – عملکرد

مقالات مستخرج

۱. **مطالعه تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ برعملکرد و اجزای عملکرد سویا**. دوازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات کرج

۲. **تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲، باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر برخی صفات رشدی سویا**. همایش ملی محیط زیست و تولیدات گیاهی دامغان

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم: کلیات و مرور منابع ۷

۲-۱- تاریخچه کشت سویا ۸

۲-۲ گیاهشناسی سویا ۹

۲-۲-۱- برگ ۹

۲-۲-۲- ساقه ۱۰

۲-۲-۳- گل ۱۰

۲-۳- اکولوژی سویا ۱۱

۲-۴- مراحل رشد و نمو سویا ۱۲

۲-۴-۱- رشد رویشی ۱۵

۲-۴-۲- نمو زایشی ۱۵

۲-۵- طبقات بذری در سویا ۱۶

۲-۶- خصوصیات بذر ۱۷

۲-۷- کیفیت بذر ۱۷

۲-۸- اقتصاد سویا ۱۸

۲-۹- محصولات و فرآورده ها ۲۰

۲-۹-۱- مصارف صنعتی ۲۰

۲-۹-۲- مصارف خوراکی ۲۰

۲-۱۰- کودهای بیولوژیک ۲۰
۲-۱۱- موارد استفاده و مراحل تولید کودهای میکروبی ۲۱
۲-۱۲- انواع کودهای بیولوژیک ۲۲
۲-۱۳- خسارت ناشی از مصرف کودهای شیمیایی ۲۳
۲-۱۴- کودهای زیستی ۲۴
۲-۱۵- باکتری های افزاینده رشد گیاه ۲۵
۲-۱۶- فعالیت های باکتری های افزاینده رشد گیاه ۲۶
۲-۱۶-۱- تثبیت زیستی نیتروژن ۲۶
۲-۱۶-۲- حل کردن فسفات ۲۷
۲-۱۶-۳- حل کردن پتاسیم ۲۸
۲-۱۶-۴- حل کردن گوگرد ۲۸
۲-۱۶-۵- کلات کردن آهن ۲۹
۲-۱۶-۶- تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه ۲۹
۲-۱۶-۷- کنترل بیولوژیکی بیماری ها و آفات ۳۰
۲-۱۶- ۸- تولید آنزیم *ACC deamina*..... ۳۰
۲-۱۷- پژوهش های انجام شده در رابطه با اثر PGPR بر رشد گیاهان در دنیا ۳۱
۲-۱۸- کود زیستی فسفاته بارور۲ ..... ۳۴
۲-۱۹- مزایای استفاده از کود زیستی فسفاته بارور۲ ..... ۳۶
۲-۱۹-۱- سازگاری با اقلیم کشور ایران ۳۶
۲-۱۹-۲- کاهش مصرف کود شیمیایی فسفاته ۳۶

۲-۱۹-۳- افزایش عملکرد ۳۶
۲-۱۹-۴- حمل و نقل ارزان ۳۷
۲-۱۹-۵- کاهش بیماری ها ۳۷
۲-۱۹-۶- سازگاری با سایر کودها و سموم ۳۷
۲-۱۹-۷- توانایی حل کنندگی فسفات بالا ۳۷
۲-۱۹-۸- کلنی شدن با ریزوسفر گیاه ۳۸
۲-۱۹-۹- حفظ خصوصیات ژنتیکی ۳۸
۲-۱۹-۱۰- پایداری در هنگام انبارداری ۳۸
۲-۱۹-۱۱- روش مصرف آسان ۳۸
۲-۲۰- پژوهش های انجام شده در رابطه با اثر کود زیستی بارور۲ بر رشد گیاهان ۳۹
۲-۲۱- باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم ۴۶
۲-۲۲- پرایمینگ ۴۹
۲-۲۳- نحوه عملکرد پرایمینگ ۵۱
فصل سوم: مواد و روش ها ۵۳
۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش ۵۴
۳-۲- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی ۵۴
۳-۳- نوع و قالب طرح آزمایشی ۵۴
۳-۴- مشخصات مواد آزمایشی ۵۴
۳-۵- عملیات اجرایی ۵۴
۳-۵-۱- تیمارهای مورد آزمایش و نقشه کشت ۵۴

۳-۵-۲- عملیات آماده سازی زمین و کاشت بذور..... ۵۵
۳-۵-۳- عملیات داشت ۵۶
۳-۵-۴- نمونه برداری و اندازه گیری ها ۵۶
۳-۵-۵- برداشت نهایی ۵۷
۳-۵-۶- برآورد شاخص های فیزیولوژیکی رشد ۵۷
۳-۵-۷- تجزیه آماری داده ها ۵۹
فصل چهارم: نتایج و بحث ۶۰
۴-۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس ۶۱
۴-۱-۱- ارتفاع بوته ۶۱
۴-۱-۲- تعداد غلاف در بوته ۶۴
۴-۱-۳- تعداد دانه در بوته ۶۷
۴-۱-۴- تعداد دانه در غلاف ۷۱
۴-۱-۵- وزن هزار دانه ۷۱
۴-۱-۶- عملکرد ۷۴
۴-۱-۷- درصد پروتئین ۷۶
۴-۱-۸- درصد روغن ۷۹
۴-۱-۹- عملکرد بیولوژیک ۸۳
۴-۱-۱۰- شاخص برداشت ۸۴
۴-۲- بررسی روند آنالیزهای رشد ۸۵
۴-۲-۱- شاخص سطح برگ(LAI)..... ۸۵

۴-۲-۲-تجمع ماده خشک(TDM).....۸۸
۴-۲-۳- سرعت رشد محصول(CGR).....۹۰
۴-۲-۴- سرعت رشد نسبی(RGR) ۹۳
۴-۲-۵- سرعت جذب خالص(NAR) ۹۵
۴-۳- جمع بندی نتایج ۹۸
۴-۴- توصیه ها و پیشنهادات ۹۸
فهرست منابع.....۱۰۱

فهرست جداول

جدول۲-۱- مراحل رشد رویشی و زایشی ۱۳
جدول۲-۲- مقایسه سطح زیر کشت، تولید، عملکرد و مقدار تولید دانه در چند کشور و جهان ۱۸
جدول۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر ارتفاع بوته.....۶۳
جدول۴-۲ مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر تعداد دانه در بوته ۷۱
جدول ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمنگ بر درصدپروتئین ۷۹
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمنگ بر درصد روغن ۸۲
جدول۴-۵- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد بررسی ۱۰۰

فهرست اشکال

شکل۳-۱- نقشه کشت ۵۵

شکل۴-۱- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت ارتفاع بوته ۶۱

شکل ۴-۲- تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت ارتفاع بوته ۶۲

شکل ۴-۳- اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمینگ بر صفت ارتفاع بوته ۶۳

شکل ۴-۴- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت تعداد غلاف در بوته ۶۴

شکل ۴-۵- تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت تعداد غلاف در بوته ۶۵

شکل ۴-۶- تاثیر پرایمنگ بذر بر صفت تعداد غلاف در بوته ۶۵

شکل ۴-۷- اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم بر صفت تعداد غلاف در بوته ۶۶

شکل ۴-۸- اثر متقابل بارور۲ و پرایمینگ بر صفت تعداد غلاف در بوته ۶۷

شکل ۴-۹- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت تعداد دانه در بوته ۶۸

شکل۴-۱۰- تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت تعداد دانه در بوته ۶۸

شکل۴-۱۱- تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت تعداد دانه در بوته ۶۹

شکل ۴-۱۲- اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم بر صفت تعداد دانه در بوته ۷۰

شکل۴-۱۳- اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمینگ بر صفت تعداد دانه در بوته ۷۰

شکل ۴-۱۴- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر وزن هزار دانه ۷۲

شکل ۴-۱۵- تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت وزن هزار دانه ۷۳

شکل ۴-۱۶- تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت وزن هزار دانه ۷۳

شکل ۴-۱۷- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت عملکرد دانه ۷۴

شکل ۴-۱۸- تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت عملکرد دانه ۷۵

شکل ۴-۱۹- تاثیر پرایمینگ بر عملکرد دانه ۷۶
شکل ۴-۲۰- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت درصد پروتئین..... ۷۶
شکل ۴-۲۱- تاثیر رایزوبیوم ژاپونیکوم بر درصد پروتئین ۷۷
شکل ۴-۲۲- تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت درصد پروتئین ۷۸
شکل ۴-۲۳- اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین ۷۸
شکل ۴-۲۴- تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت درصد روغن ۸۰
شکل ۴-۲۵- تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت درصد روغن ۸۰
شکل ۴-۲۶- اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم بر صفت درصد روغن ۸۱
شکل ۴-۲۷- اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمینگ بر صفت درصد روغن ۸۲
شکل ۴-۲۸- تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر عملکرد بیولوژیک ۸۳
شکل ۴-۲۹- تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت عملکرد بیولوژیک ۸۴
شکل ۴-۳۰- تاثیر کود زیستی بارور۲ بر شاخص برداشت ۸۵
شکل ۴-۳۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در شرایط مصرف بارور۲ ..... ۸۶
شکل ۴-۳۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم ۸۷
شکل ۴-۳۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در شرایط پرایمنگ بذور ۸۷
شکل ۴-۳۴- روند تغییرات وزن خشک کل در شرایط مصرف بارور۲ ..... ۸۸
شکل ۴-۳۵- روند تغییرات وزن خشک کل در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم ۸۹
شکل ۴-۳۶- روند تغییرات وزن خشک کل در شرایط پرایمینگ بذور..... ۹۰
شکل ۴-۳۷- روند تغییرات سرعت رشد محصول در شرایط مصرف بارور۲ ..... ۹۱
شکل ۴-۳۸- روند تغییرات سرعت رشد محصول در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژآپونیکوم ۹۲

شکل ۴-۳۹- روند تغییرات سرعت رشد محصول در شرایط پرایمینگ بذور.....۹۲
شکل ۴-۴۰- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در شرایط مصرف بارور۲ .....۹۴
شکل ۴-۴۱- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم.....۹۴
شکل ۴-۴۲- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در شرایط پرایمنگ بذور.....۹۵
شکل ۴-۴۳- روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط مصرف بارور۲ .....۹۶
شکل ۴-۴۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط تلقیح با رایزوبیوم.....۹۷
شکل ۴-۴۵- روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط پرایمینگ بذور ۹۷

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

یکی از عمده ترین فراورده های غذایی که تامین نیاز داخلی آن از اهمیت زیادی برخوردار است، روغن های خوراکی می باشد. امروزه گیاهان منابع عمده ی تامین روغن در جهان می باشند. هشت روغن گیاهی اصلی عرضه شده در بازارهای بین المللی شامل روغن سویا، پنبه دانه، بادام زمینی، آفتابگردان، کلزا، کتان، نارگیل و نخل روغنی می باشد. این گیاهان۹۷ درصد کل روغن های گیاهی تولید شده در جهان را تشکیل می دهند(شاهمرادی، ۱۳۸۲).

سویا(Glycine max(L)Merr) گیاهی است یکساله از تیره نیامداران (بقولات)، پر برگ و عمودی که به عنوان یک محصول زراعی مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه مهمترین محصول زراعی در توسعه تمدن های چین، منچوری، کره و ژاپن بوده است. در وهله ی اول سویا برای تولید روغن کشت گردید و از آن می توان به عنوان مرتع، علوفه خشک، سیلو، کودسبز، علوفه تازه ودر صنایع تولید پلاستیک، صابون، رنگ، گلیسرین، چسب، جوهر چاپ، حشره کش ها، مواد مرطوب کننده استفاده کرد(کوچکی وهمکاران، ۱۳۷۵). همچنین سویا از جمله گیاهانی است که دارای رابطه ی همزیست با باکتری *Bradyrhizobium Japanicum* می باشد. این همزیستی زیر بنای بسیاری از پایدارترین سیستم های زراعی جهان می باشد(نصیری محلاتی وهمکاران، ۱۳۸۰).

دانه سویا حاوی حدود ۲۰درصد روغن و ۴۰ درصد پروتئین می باشد و به عنوان مهمترین منبع تولید روغن و پروتئین گیاهی محسوب می شود، به گونه ای که از حدود ۳۲۱میلیون تن دانه های روغنی که سالانه در سراسر جهان تولید می شود، حدود ۱۶۱/۹۰ میلیون تن آن متعلق به سویا است و از ۵۴ میلیون تن روغن به دست آمده از کل دانه های روغنی در دنیا حدود ۲۳ میلیون تن مربوط به دانه سویا می باشد(بی نام، ۱۳۸۵). سطح زیر کشت سویا در کشور در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ حدود ۸۲ هزار هکتار برآورده شده که میزان تولید آن حدود ۱۹۸ هزار تن برآورده شده است(بی نام، ۱۳۸۵). زراعت این گیاه

در ایران از نظر تامین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت خاصی برخورداراست(خواجویی نژاد و همکاران، ۱۳۸۳).

اکنون که در آستانه قرن بیست ویکم قرار گرفته ایم، انبوهی از مشکلات، مانند افزایش جمعیت، تخریب منابع طبیعی، کمبود مواد غذایی و آلودگی محیط زیست عرصه را بر آدمی تنگ کرده اند و انسان را که در ابتدای قرن بیست ویکم با غرور هرچه تمام تر با استفاده از تکنولوژی به تاخت و تاز بر روی کره زمین پرداخته بود، وادار به تفکر درباره شیوه های جدید بهره برداری و نحوه استفاده بهینه از منابع طبیعی کرده اند(ابدالی، ۱۳۷۷؛ بیگناه حمل آباد، ح. و همکاران، ۱۳۷۵؛ رحمیان مشهدی،ح. ۱۳۷۱).

روند تخریب و بهم خوردن تعادل اکولوژیکی در حالی ادامه دارد که جمعیت جهان رو به افزایش است و اگر چاره ای برای افزایش تولیدات کشاورزی و حفظ محیط زیست نشود، بروز قطحی دور از واقعیت نیست. بشر تاکنون تدابیر گوناگونی اتخاذ کرده و بوسیله بکار بردن تکنولوژی ، استفاده از ژنتیک ، دادن کودهای شیمیایی فراوان، مصرف سموم گیاهی مختلف و غیره توانسته است بخشی از نیاز به مواد غذایی را بصورت منطقه ای برآورده کند. بنابراین باید فکر تامین مواد غذایی، بدون آلوده کردن محیط زیست طبیعی بود. برای نیل به این هدف، با الهام گرفتن از طبیعت که خود بهترین راهنما و الگوست و همچنین بکار بردن تجربیات پیشنیان و با حداکثر استفاده محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی روشی اتخاذ کرد که بتوان میزان تولیدات کشاورزی را افزایش داد.

برای افزایش تولید محصولات کشاورزی یا باید سطح زیر کشت را بیشتر کنیم که چندان مقدور نیست و یا باید میزان تولید در واحد سطح را افزایش داد. برای این منظور اقدامات زیادی از جمله مصرف کودهای شیمیایی و سموم صورت گرفته است. موضوع قابل تامل آنست که استفاده از این قبیل مواد علاوه بر هزینه بالا، خسارت عمده ای را بر محیط زیست وارد می کند که نتیجه آن مسمومیت انسان، دام و آبزیان است. به عنوان مثال مصرف بی رویه کودهای ازته در شمال کشور باعث شده است که میزان نیترات آب

های این منطقه از حد استاندارد، بالاتر باشد که عواقب آن افزایش مت هموگلوبین خون اطفال و خطر بروز سرطان در بزرگسالان است و همچنین آلودگی منابع آب و خاک را در پی دارد. مجموعه این مسائل ضرورت تجدید نظر در روش های افزایش تولید را بیش از پیش روشن می سازد.

در این خصوص کمک گرفتن از طبیعت بهترین راه ممکن است. کودهای بیولوژیک منحصرا به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی و غیره اطلاق نمی شود بلکه مواد حاصل از فعالیت میکروارگانیسم هایی که در ارتباط با تثبیت ازت و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می کنند را نیز شامل می شود. به طور کلی کودهای بیو لوژیک مواد نگهدارنده ای با تعداد زیاد یک یا چند ارگانیسم مفید خاکزی ویا به صورت فرآورده متابولیک این موجودات می باشند که بیشتر به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه وایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو گیاه تولید می شوند.

ترکیبات فسفره برخلاف ترکیبات نیتروژنی تقریبا نامحلول هستند و بنابراین انتشار آنها در خاک بسیار کند است. به همین دلیل استفاده از کود های فسفاته در دهه های گذشته موجب تجمع ترکیبات آن در خاک شده است. در اغلب اراضی زراعی، تجمع فسفر موجب بروز مشکلاتی در جذب عناصر کم مصرف می شود. علاوه بر آن، شستشوی فسفر به آب های زیر زمینی و راکد موجب خسارت جبران ناپذیر اکوسیستمی می شود به طوری که آلودگی فسفر و فلزات سنگین همراه آن(مانند کادمیوم، اورانیوم و بور) به عنوان یک خطر زیست محیطی در دهه های اخیر به شدت موجب جلب توجه بوم شناسان جهان شده است.

درطبیعت گروهی از سازواره های حل کننده فسفات وجود دارند که با رها سازی تدریجی یون فسفات، نیاز به کودهای فسفاته شیمیایی را کاسته و کارایی آنها را بالا می برند. این ریزسازواره با استقراردر منطقه ریزوسفر، از ترشحات ریشه استفاده نموده و با تغییر pH و یا ترشح آنزیم ها ، شرایط را برای تبدیل فسفر نامحلول به شکل قابل استفاده گیاه فراهم می سازند. یکی ازسازوکارهای تبدیل فسفات به شکل معدنی و

محلول، ترشح اسید های آلی مانند اسید های استیک، پروپیونیک، لاکتیک، گلیکولیک، فوماریک و سوکسینیک است. نقش این اسید ها، کاهش pH به صورت موضعی است. سازوکاردیگر، ترشح آنزیم های فسفاتاز توسط میکروارگانیسم ها و تجزیه ترکیبات فسفاته آلی و حتی معدنی است.

کود زیستی فسفاته بارور۲ حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه های باسیلوس لنتوس(سویهP5) و سودوموناس پوتیدا(سویهP13) می باشد که به ترتیب با استفاده از دو سازوکار ترشح اسید های آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می گردد.

یکی از اهداف اصلی در زراعت حبوبات، ایجاد شرایط مطلوب برای رشد رایزوبیوم وحفظ محیطی که در آن تثبیت بیولوژیکی ازت به حد اکثر برسد می باشد. بدین ترتیب نه تنها می توان انرژی لازم برای رشد حبوبات را به مقدار زیادی کاهش داد، بلکه امکان استفاده از اصول بیولوژیکی در کشاورزی را فراهم کرد.

به عقیده محققین در صورتیکه سیستم همزیستی در این گیاه به کارآیی بالایی رسانده شود، سویا ازجمله لگوم های است که به کود نیتروژنه پاسخ مثبت نشان نمی دهد. به عبارت دیگر این همزیستی توان لازم را دارد که بخش عمده نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن تامین نماید(کریسر و همکاران، ۱۹۹۲). دربرخی مطالعات توانایی این همزیستی در تامین نیتروژن مورد نیاز سویا تا ۹۵درصد نیز گزارش شده است. تلقیح پوششی بذر سویا با باکتری *Rhizobium japonicum* برروی گره بندی و تثبیت ازت و افزایش عملکرد موثر است(لامباردو، ۱۹۹۱).

در کنار توجه به جذب عناصر غذایی، بهبود کیفیت بذر نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. ازجمله روش های افزایش کیفیت بذر، پرایمینگ آن می باشد . پرایمینگ، قرار دادن بذر قبل از کاشت در یک محلول با پتانسیل آبی مشخص جهت جذب آب و انجام بعضی مراحل قبل از جوانه زنی می باشد. پرایمینگ می تواند باعث افزایش درصد جوانه زنی ، افزایش سرعت جوانه زنی، جوانه ز نی تحت شر ایط متنوع محیطی و

بهبود رشدگیاهچه شود(مک دونالد، ۲۰۰۰). نتایج آزمایشات نشان می دهدکه پرایمینگ بذر موجب خروج سر یعتر گیاهچه، تحمل بهتر گیاه به خشکی، گلدهی زودتر، افز ایش عملکرد گیاهان نخود، ذرت و گندم در مناطق نیمه خشک می شود(هریس و همکاران، ۱۹۹۹ ؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱ موسی و همکاران، ۱۹۹۹ ؛ موسی و همکاران، ۲۰۰۱).

در روش هیدرو پرایمینگ به بذر اجازه داده می شود، که به اندازه کافی آب جذب کرده بدون اینکه ریشه چه ظاهر گردد. کافئرکمپو جوردن(۱۹۷۷) دریافتند که درصد جوانه زنی بذوری که در تاریکی و حرارت ۱۰درجه سانتیگراد آب جذب کرده بودند، بطور معنی داری از بذور پرایم نشده بیشتر بود. اسموپرایمینگ فرایندی است که باعث کنترل جذب آب به وسیله بذور تحت تاثیر محلول اسمزی که محتوای اسمزی متنوعی دارند می گردد.(ازقبیل پلی اتیلن گلیکول یا املاح مختلف دیگر)(اوسبورن و همکاران،۱۹۸۹) پتانسیل اسمزی محلول میزان جذب آب بوسیله بذور را تنظیم می کند.

در این تحقیق تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر رشد و عملکرد سویا مورد بررسی قرار گرفت.

فصل دوم

کلیات و مرور منابع

۲-۱- تاریخچه کشت سویا

سویا *(Glycine max(L)Merr)*یا سوژا گیاهی است که ارتباط نزدیکی با گونه های وحشی G.soja دارد، اما تابه حال بصورت وحشی دیده نشده است(ناصری، ۱۳۷۵، ویلکاس، ۱۹۸۵).

تاریخچه سویا دارای سه مرحله است: مرحله اول با کشت آن توسط مردم چین شروع شد، مرحله دوم با آغاز دهه دوم قرن حاضر هنگامی که سویا بصورت یکی از صادرات مهم آسیای شرقی درآمد، آغاز گردید. به دلیل آن که خاستگاه سویا از ایالت منچوری جمهوری خلق چین است، بنابراین گیاه مزبور در شرایط آب و هوایی مشابه این ایالت به بهترین وجهی رشد می نماید. مرحله سوم از ۳۰ سال پیش با استفاده از انواع روش های مدرن در کاشت، داشت و برداشت شروع شد و با تولید ارقام سازگار محیطی توسعه یافت. این گیاه از سال ۱۸۹۰ در ایستگاه های آزمایشی آمریکا مطالعه و ۸ سال بعد از آن تکثیر شد. اکنون کشور آمریکا یکی از بزرگترین تولید کنندگان سویا در جهان است. در ایران نخستین بار بذر سویای خوراکی برای گیلان و مقداری بذر سویای علوفه ای برای کرج ار خارج کشور وارد گردید اما کشت آن توفیق چندانی نیافت. در سال ۱۳۴۱ گروه توسعه صنایع بهشهر مقداری بذر سویا از ژاپن وارد کرد و پس از انعقاد قرارداد با کشاورزان، سطح کشت محصول را تا حد قابل قبول ارتقا داد. با این وجود زراعت سویا در ایران بعنوان دانه روغنی حدودا از سال ۱۳۴۲ با وارد نمودن بذر آن به ایران در مناطقی چون مازندران آغاز شد وبعد از کشت سویا توسط شرکت سهامی دانه های روغنی در برخی دیگر از نقاط کشور معمول گردید، تا جائیکه در سال ۱۳۵۳ حدود ۲۰ هزار هکتار زیر کشت این گیاه قرار گرفت ودر سال ۱۳۵۵ کشت سویا به حدود ۶۰ هزار هکتار رسید وازاین کشت، بالغ بر ۱۰۰هزار تن سویا حاصل شد. امروزه روغن سویا که از فرآورده های اصلی سویا است مستقیما بعنوان روغن غذایی و یا برای تولید مارگارین و شورتینینگ به مصرف می رسد. روغن سویا در سال ۱۹۸۷ عمده ترین روغن تولیدی مصرفی در جهان

بوده است. کشت سویا در ایران بصورت زراعت بهاره و تابستانه و نیز بعنوان کشت دوم، بعد از محصولاتی نظیر گندم، جو، سیب زمینی، کاهو و باقلا انجام می شود.

مهمترین مناطق کشت سویا در شمال کشور، گرگان، گنبد، بابل و ساری می باشند. علاوه بر نواحی شمالی این محصول در استان های لرستان، آذربیجان غربی و اردبیل (دشت مغان) کشت می شود. این گیاه چون از خانواده بقولات است می توان از آن بعنوان منبع ازت جهت تقویت خاک برای کشت بعدی استفاده نمود(میرزائی، ۱۳۸۳).

۲- ۲- گیاهشناسی سویا

سویا یا سوژا و یا لوبیایی روغنی(*Glycine maxL. Merrill*) گیاهی است زراعی و یکساله از تیره نیامداران*Legominosea*، زیر خانواده *Popilionidea* و طایفه ی *Phaseolea* که از گیاهان بومی چین می باشد و احتمالا از *Glycine ussuriensis* مشتق شده است که این گونه نیز در آسیای شرقی رشد می کند(خواجه پور، ۱۳۸۳). واژه *Glycine* از کلمه یونانی *Ghykys* به معنی شیرین گرفته شده است که توسط لینه معرفی گردیده و همچنین *G.max* در سال۱۹۱۷ توسط *Merrill* ارائه شده و به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت(ویلکوکس، ۱۹۸۷). سویا گیاهی است دیپلوئید ودارای مسیر فتوسنتزی سه کربنه که به صورت گیاهی استوار و نسبتا پربرگ رشد می کند. میانگین ارتفاع گیاه از ۶۰ تا۱۲۰ سانتیمتر متغیر است. میزان رشد رویشی و طول دوره رشد آن به نوع رقم، طول روز، دمای محیط و تاریخ کاشت بستگی زیادی دارد، ولی بسیاری از ارقام مورد کاشت در ایران سیکل حیاطی خود را طی ۱۰۰تا۱۵۰ روز به اتمام می رسانند(خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۲-۱- برگ

سویا دارای ۴ تیپ برگ می باشد. نوع اول برگ های بذری یا لپه ها می باشد. نوع دوم برگ های اولیه ساده و نوع سوم شامل برگ های سه برگچه ای سویا می باشند که بخش عمده برگهای سویا را

تشکیل می دهند. چهارمین نوع برگ سویا شامل برگ های پروفیل می باشند. هر جفت برگ ساده اولیه دارای دمبرگی به طول ۲-۱ سانتیمتر و یک جفت گوشوارک در نقطه اتصال به ساقه می باشد. این برگها در اولین گره بالای لپه ها قرار دارند(ویلکوکس، ۱۹۸۷).

برگ های سه برگچه ای به صورت متقارن با دمبرگ های بلند در ردیف های متقابل یکدیگر قرار دارند. دارای عرض ۳ تا ۱۴۰ و طول ۴ تا ۲۰ سانتیمتر می باشند. شکل آنها تخم مرغی، بیضی و کشیده بوده ودر برخی ارقام کرک دارند و به رنگ سبز تیره می باشند (چهارمین گروه برگ شامل برگهای پروفیل می باشند که به صورت یک جفت برگ ساده کوچک که به ندرت طول آنها بیشتر از ۱ میلیمتر می باشد) در پایه هر شاخه فرعی تشکیل می شوند(لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۲- ۲- ساقه

سویا تولید یک ساقه اصلی می کند که از گره های پایین آن تعدادی شاخه فرعی انشعاب می یابد. تعداد شاخه های فرعی بستگی به رقم داشته و در ارقام مختلف متفاوت است. سویا از لحاظ رشدی دارای ۲ تیپ رشد محدود و رشد نامحدود می باشد. در تیپ رشد نامحدود با رسیدن به مرحله نمو زایشی و ظهور گلها رشد رویشی همچنان ادامه می یابد و بر ارتفاع بوته افزوده می گردد، در حالی که در تیپ رشد محدود فعالیت رویشی جوانه انتهایی با تشکیل گل آذین متوقف می گردد و پس از گلدهی بر ارتفاع بوته افزوده نمی گردد(لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۲-۳- گل

گلهای کوچک سویا به رنگ سفید یا بنفش به طول ۶ تا ۷ میلی متر و با آرایش خوشه ای در زاویه داخلی برگها به ظهور می رسند. ساختمان گل در سویا، همانند سایر گیاهان زیر تیره پروانه آساها بوده و کاسه گل شامل پنج کاسبرگ می باشد. جام گل از پنج گلبرگ تشکیل شده است. یکی از همه بزرگتر بوده و درفش نام دارد. دو گلبرگ کوچکتر شبیه به هم و به اسم بال و دو گلبرگ دیگر ناو خوانده می

شوند. پرچم های سویا ۱۰عدد است که ۹ پرچم به هم چسبیده و دور مادگی را می گیرند و یکی آزاد است و مادگی کرکدار است.

گل سویا بدلیل ساختمان خود تقریبا کاملا خود گشن می باشد. گرده افشانی ممکن است در داخل غنچه و یا قبل از باز شدن کامل گل صورت گیرد. درصد دگرگشنی در سویا کمتر از ۰/۰۵ گزارش شده است(شاهمرادی، ۱۳۸۳).

هر گل پس از تلقیح و نمو تولید غلاف می کند که تعداد غلاف ها در بوته ممکن است به ۴۰۰ عدد برسد. غلاف ها همانند سایر اندام های سویا پوشیده از کرک می باشند. غلاف ها در ابتدا سبز و سپس در هنگام رسیدن زرد، خاکستری قهوه ای یا سیاه می باشند. در هر غلاف معمولا ۲تا۳ و تا ۵ عدد دانه مشاهده می شوند. دانه ها گرد و لوبیایی شکل می باشند و به رنگ های سبز کمرنگ، زرد تا قهوه ای تیره دیده می شوند. وزن هزار دانه از ۶۰ تا ۲۰۰ گرم متغیر بوده، به طور میانگین حدود ۱۵۰گرم می باشد(خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۳- اکولوژی سویا

دامنه سازگاری این گیاه نسبتا وسیع می باشد که محدوده گسترده ای از شرایط اقلیمی و رشد را در بر می گیرد و چنین به نظر می رسد که دامنه سازگاری گیاه توسط واکنش آن به متغیر های محیطی و توانایی انسان در اصلاح ژنتیکی آن به منظور تحمل تنش های محیطی تعیین می گردد(کوچکی و همکاران، ۱۳۷۵). به طور کلی سویا گیاهی است که در طول رشد خود احتیاج به بارندگی دارد ولی در زمان رسیدن بهتر است که هوا آفتابی باشد. سویا شرایط مرطوب آب و هوایی را دوست دارد و در این شرایط کمتر دچار آفت می شود(مجتهدی و بنی عاشگری، ۱۳۵۵). در واقع می توان گفت سویا گیاهی است خاص مناطق آب و هوایی گرم و روز کوتاه(ناصری، ۱۳۷۵). فتوپریود، درجه حرارت آب و خاک از جمله عوامل اقلیمی هستند که در سازگاری سویا تاثیر بسزایی دارند(کوچکی و همکاران، ۱۳۷۵). امروزه

سویا دارای ارقام زیادی است که تعداد آنها از ۸۰۰ رقم تجاوز می نماید ولی از این تعداد فقط اندکی (حدود ۱۰۰ رقم) قابلیت زراعت و تولید محصول را در شرایط مختلف آب و هوایی دارند. رسیدن به موقع سویا در هر منطقه از عوامل مهم کشت به شمار می آید. سویا گیاهی روز کوتاه بوده و به مدت زمان تاریکی حساس بوده بطوری که در پاره ای از ارقام به منظور گلدهی وقوع ۱۰ ساعت یا بیشتر تاریکی در ۲۴ ساعت ضروری است. بنابراین هر رقم از سویا که در طول شبانه روز ۱۴ تا۱۶ ساعت تاریکی ببیند زودتر به گل خواهد نشست. با در نظر گرفتن این خصوصیت، سویا گیاهی است روز کوتاه، از این رو در مناطقی که عرض جغرافیایی بیشتری دارند باید از ارقام زودرس که قادر به گلدهی سریع تر هستند، استفاده نمود، چرا که وقوع سرما و درجه حرارت های پایین در چنین مناطقی زودتر صورت می پذیرد(شاهمرادی،۱۳۸۲). ارقام سویا از لحاظ زودرسی و دیررسی در ۱۲ گروه طبقه بندی می شوند: گروه های دو صفر(۰۰)، یک صفر(۰)، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰. ارقام گروه های دو صفر و یک صفر را در نواحی شمال آمریکا، کانادا و اروپا که طول روزهای بلندی دارند کاشته می شوند. ارقام گره های ۸ به بالا در مناطق خط استوا که طول روز کوتاهی دارند، زراعت می گردند. بین رسیدن محصول و ارتفاع گیاه همبستگی مثبت وجود دارد به شرحی که ارقام کم ارتفاع، زودرس و ارقام با ارتفاع زیاد، دیررس می باشند. در کشور ما ارقام گروه های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ با توجه به نواحی مختلف و شرایط آب و هوایی منطقه تطابق بیشتری را نشان می دهند(آلیاری، ۱۳۷۹).

۲-۴- مراحل رشد و نمو سویا

دوره رشد و نمو گیاه به دو مرحله رشد رویشی و رشد زایشی تقسیم شده است(فهر و همکاران، ۱۹۷۱). در این سیستم مرحله بندی رشد سویا، مراحل مختلف رشد رویشی با علامت (V) و مراحل مختلف نمو زایشی با علامت (R) مشخص می گردد. مراحل رشدی (V) به دسته های V1 و V2 و... Vn تقسیم بندی شده اند. n نشان دهنده ی تعداد گره ها می باشد و تحت تاثیر ارقام و شرایط محیطی می

باشد. ۸ مرحله نمو زایشی R نیز به صورت عددی نشان داده می شود که عناوین آنها در جدول ۲-۱ آمده است.

جدول۲-۱- مراحل رشد رویشی و زایشی

مراحل رویشی	شماره مرحله	عنوان	شرح
رشد رویشی	VE	جوانه زدن	کوتیلدون ها در سطح خاک ظاهر می شوند.
	VC	کوتیلدون	برگ های قلبی شکل اولیه باز می شوند به طوری که لبه آنها بهم نمی رسد.
	V1	اولین گره	برگ های قلبی شکل اولیه به رشد کامل می رسند.
	V2	دومین گره	برگ های سه برگچه ای در بالای گره قبلی ظاهر می شود.
	V3	سومین گره	سه گره در ساقه اصلی همراه با برگ های سه برگچه ای کاملا رشد یافته وجود دارد.
	-		
	-		
	-		
	VN	گره(n)ام	تعداد گره های موجود در روی ساقه اصلی با برگ های کاملا رشد یافته برابر n است.
رشد زایشی	R1	شروع گلدهی	باز شدن گل در یکی از گره های ساقه اصلی، در بوته های رشد نامحدود گلدهی از پایین شروع شده به طرف بالا ادامه می یابد. در ارقام رشد محدود گلدهی از یکی از گره های بالایی آغاز شده و

			به طرف پایین ادامه می یابد.
	R2	گلدهی کامل	گل ها در روی یکی از دو گره انتهایی ساقه اصلی باز می شوند.
	R3	شروع غلاف بندی	غلاف هایی به طول حدود۴.۵-۵ میلی متر در یکی از۴ گره فوقانی ساقه اصلی تشکیل می شود.
	R4	غلاف کامل	غلاف های به طول ۱۸ میلی متر در یکی از ۴ گره فوقانی ساقه اصلی تشکیل می شود.
	R5	شروع دانه بندی	دانه های به طول حدود ۳ میلی متر در یکی از غلاف های ۴ گره فوقانی ساقه اصلی تشکیل می شود.
	R6	دانه بندی کامل	غلاف دارای دانه سبزی است که حجم غلاف های واقع در ۴ گره فوقانی را پر کرده است.
	R7	شروع رسیدن	یک غلاف عادی در ساقه اصلی با رنگ غلاف های رسیده است.
	R8	رسیدگی کامل	نود درصد غلاف ها به رنگ غلاف های رسیده و آماده اند که این مرحله ۵ تا ۱۰ روز قبل از تاریخ برداشت است

اولین مرحله بعد از سبز شدن مرحله V_E می باشد، مرحله بعدی شامل باز شدن کامل لپه ها و شروع باز شدن دو برگی ساده است که به آن V_C گفته می شود و مراحل بعدی شامل تشکیل برگ های سه برگچه ای می باشد. حالتی را که برگ های ساده اولیه کاملا باز شده اند و سه برگچه ای بعدی تشکیل شده اما کاملا باز نشده است را مرحله V_1 می نامند. بعد از باز شدن کامل سه برگچه ای و تشکیل سه برگچه ای بعدی(برگچه ها کاملا باز نشده باشند) مرحله V_2 نامیده می شود.

مراحل زایشی نیز بر اساس گلدهی، نموغلاف، نمو بذر و رسیدگی به هشت مرحله تقسیم شده اند که در جدول(۲-۱) آمده است. R_8 مرحله آخر نمو و رسیدگی کامل می باشد که زمان برداشت محصول را نشان می دهد.

۲-۴- ۱-رشد رویشی

بذر کشت شده سویا با جذب آب در حدود ۵۰ درصد وزن خود شروع به جوانه زنی می کند. ریشه چه اولین بخشی است که از بذر خارج می گردد که به سمت پایین رشد کرده و در خاک نفوذ می کند. پس از اندکی هیپوکوتیل(بخشی کوچکی از ساقه بین گره و کوتیلدون و ریشه اولیه) شروع به رشد کرده و با فشار لپه ها به سمت بالای خاک حرکت می کند. نفوذ ریشه ها در خاک و هیپوکوتیل در حال رشد باعث خروج لپه ها از خاک و وقوع مرحله V_E یا سبز کردن می شود. مرحله ی V_E عموما بین ۱ تا ۲ هفته پس از کشت رخ می دهد که بستگی به رطوبت و دمای خاک و عمق کاشت دارد. ریشه های جانبی نیز درست قبل از سبز کردن از ریشه اصلی شروع به رشد می کنند(هرمن، ۱۹۹۷).

اندکی پس از مرحله ی V_E هیپوکوتیل برگ نیز خارج می شود و باز شدن لپه ها باعث شروع رشد اپی کوتیل می گردد(برگهای جوان ساقه و نقطه رشد درست در بالای گره کوتیلدون قرار دارند). باز شدن تک برگچه ها نشان دهنده ی آغاز مرحله ی V_C می باشد که به دنبال آن مراحل ظهور گره ها،V_n آغاز می گردد. پس از مرحله V_1 فتوسنتز با برگ های توسعه یافته برای استقلال گیاه کافی است(هرمن، ۱۹۹۷).

۲-۴-۲- نمو زایشی

در سویا مرحله نمو زایشی با ظهور تنها یک گل بر روی ساقه اصلی گیاه آغاز می گردد(R_1) و تارسیدن کامل(R_8) ادامه می یابد. هشت مرحله رشدی R به چهار بخش تقسیم شده و مراحل مختلف نمو زایشی گیاه را نشان می دهد. R_1 وR_2 مراحل گلدهی، R_3وR_4 نمو غلاف، R_5 وR_6 نمو بذر و R_7 و R_8 رسیدگی گیاه را نشان می دهند.

۲-۵- طبقات بذری در سویا

معمولا چهار طبقه بندی در سویا وجود دارد که شامل هسته بذری یا هسته اولیه، سوپر الیت، مادری و گواهی شده می باشند(شاهمرادی، ۱۳۸۲).

الف- هسته بذری یا هسته اولیه: اصلاح بذر اولیه به بذر یا سایر اندام های رویشی گیاه اطلاق می شود که در اختیار اصلاح گر و یا شرکتی که با اصلاح کننده همکاری می نماید می باشد. نگهداری ذخیره بذر اولیه تا زمانی که از رقم مربوط استفاده می شود به عهده اصلاح کننده یا شرکت می باشد. در بعضی مواقع نگهداری و ذخیره بذر اولیه چندان آسان نمی باشد مثل تهیه بذر هیبرید اولیه زیرا در صورت احتیاج مجدد به بذر اولیه بایستی لینه های خاصی که به کار برده می شوند کشت گردیده و بذر هیبرید اولیه تهیه شود. از بذر اولیه بذر پایه برای اولین بار تهیه می شود.

ب- سوپر الیت: بذر پایه ای است که برای اولین بار از کشت بذر اولیه تولید می گردد. معمولا بذر پایه زیر نظر اصلاح کننده یا موسسه مربوط ازدیاد می شود و مزرعه ازدیادی به مساحت ۲ یا ۳ هکتار است. کشت بذر پایه ممکن است چندین بار تکرار شود بدین معنی که از بذر پایه دوباره بذر تولید گردد.

ج- مادری: از کشت بذر پایه برای اولین بار بذر مادری(ثبت شده) تولید می گردد. مزرعه و طرز تولید بذر ثبت شده دارای شرایط خاصی است. بذر ثبت شده ممکن است چندین بار تهیه شود بدین معنی که از بذر ثبت شده دوباره بذر ثبت شده تهیه گردید. بعضی از موسسات تهیه بذر گواهی شده مرحله تهیه بذر ثبت شده را حذف می نمایند.

د- گواهی شده: بذر گواهی شده در حقیقت نتاج بذر پایه و یا بذر ثبت شده است. کشت بذر گواهی شده ممکن است چندین بار مانند بذر پایه یا بذر ثبت تکرار شود. تهیه بذر گواهی شده در سطح وسیعی انجام می گیرد و معمولا به عهده موسسات مربوط و یا به کشاورزان خبره محول می شود. بذر گواهی شده بایستی دارای خصوصیاتی باشد که توسط موسسات گواهی کننده بذر تعیین شده است(مادارائی،۲۰۰۲).

۲-۶- خصوصیات بذر

بذر یک جزء مکمل فرایندهای تعیین کننده عملکرد می باشد. بذر یک نقش دو گانه در گیاهان زراعی بر عهده دارد. به عنوان بذر کاشتی موجب تجدید نسل گیاه زراعی می شود و نیز اندامی از گیاه است که به عنوان عملکرد اقتصادی برداشت می شود. رشد و نمو بذر روی گیاهچه با هدف نهایی کاشت در خاک برای تولید گیاهان جدید و چه با اهداف صنعتی و یا تغذیه انسان و حیوانات باشد یکسان است. اما این دو معنی بذر کاشتی ویا دانه های غیر بذری از دیدگاه مدیریت زراعی یکسان نیستند. نسبت های کیفیتی این دو یکسان نیست و در نتیجه همیشه عملیات مدیریتی تولید بذر های کاشتی با کیفیت بالا با مدیریت تولید دانه های غیر بذری یکسان نیست. بذر کاشتی باید از لحاظ ژنتیکی خالص و توانایی جوانه زنی داشته باشد، در حالی که این موارد برای دانه های غیر بذری اهمیت ندارند(کیگل وگالیلی، ۱۹۹۵).

۲-۷- کیفیت بذر

مفهوم کیفیت بذر به بیان دقیق از ۳ جزء قابل تفکیک می باشد که عبارت از: قابلیت زنده بودن(قوه نامینه) و جوانه زنی بذر و بنیه بذر و گیاهچه ای که از آن بذر حاصل می شود. جهت بررسی کامل سومین جزء مفهوم کیفیت بذر مواد زیر باید مورد ملاحظه قرار گیرند:

الف- توانایی توده بذر برای تولید گیاه چه های عادی

ب- توانایی بالقوه ظهور گیاهچه در مزرعه و یکنواختی گیاهان تولید شده

ج- قابلیت بالقوه ذخیره سازی بذر

برای دستیابی به این اطلاعات، بذر جهت تعیین قابلیت زنده بودن آن مورد آزمون قرار می گیرد. اجرای آزمون جوانه زنی بذر به عنوان یک آزمون اساسی برای بررسی قابلیت زنده بودن بذر در تمامی کشورهای جهان مورد قبول واقع گردیده و معیار و ملاکی برای قابلیت زنده بودن بذر می باشد. البته همیشه مشکلاتی در مورد ارزیابی بنیه بذر وجود می آید. مثلا زمانی که یک توده بذر مربوط به یک رقم و طبقه

بذری و سن یکسان دارای میزان جوانه زنی بالا می باشد، ممکن است بعد از کاشت در مزرعه میزان جوانه زنی و تولید گیاهچه متفاوتی داشته باشد. توده های بذری متفاوتی که میزان جوانه زنی مشابهی دارند وقتی در یک زمان ومکان مشابه کاشته شوند ممکن است میزان سبز شدن آنها در مزرعه متفاوت باشد و یا این که پس از نگهداری در یک محیط یکسان و یا حمل آنها به مکانی مشابه، میزان جوانه زنی آنها متفاوتی از خود بروز دهند(همپتون و هیل، ۱۹۹۰).

سابقه تشخیص و تفاوت های موجود بین میزان جوانه زنی توده های بذر دارای جوانه زنی بالا سابقه ای به اندازه خود کنترل وگواهی بذر دارد. ناب در سال ۱۸۹۶ این موضوع را مورد توجه و بررسی قرار داد و اصطلاح نیروی موثر را(که از لحاظ واژه شناختی به معنی بنیه و قدرت می باشد) برای بیان این پدیده به کار برد. در زبان انگلیسی اسامی مختلفی برای بیان این پدیده استفاده شده(پری، ۱۹۸۱)، ولی در حال حاضر واژه بنیه برای بیان این پدیده به کار برده می شود و از مقبولیت جهانی نیز برخوردار است.

۲-۸- اقتصاد سویا

سطح زیر کشت، عملکرد و مقدار بذر سویا در جهان وچند کشور مهم تولید کننده و ایران در جدول ۲-۲ نشان داده شده است.

جدول۲-۲ مقایسه سطح زیر کشت، تولید،عملکرد و مقدار تولید دانه در چند کشور و جهان (فائو،۲۰۰۶)

کشورها	موارد	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵
	سطح زیر کشت(Ha)	۸۰۰/۰۲۳/۱	۶۰۰/۰۴۶/۱	۵۰۰/۱۷۷/۱	۳۰۰/۱۵۸/۱
	تولید(Mt)	۷۰۰/۳۳۵/۲	۳۰۰/۲۶۸/۲	۰۰۰/۰۴۸/۳	۸۰۰/۹۹۸/۲
	عملکرد(Kg/Ha)	۸۱۸/۲۲	۶۷۳/۲۱	۸۸۵/۲۵	۸۸۹/۲۵
کانادا	دانه(Mr)	۰۰۰/۷۰	۰۰۰/۷۰	۰۰۰/۱۲۰	
چین	سطح زیر کشت(Ha)	۶۷۱/۷۱۹/۸	۱۷۱/۵۰۰/۹	۱۵۰/۸۰۰/۹	۰۰۰/۵۰۰/۹

	تولید(Mt)	۶۳۸/۵۰۷/۱۶	۳۶۸/۵۰۰/۱۶	۳۴۰/۶۰۰/۱۷	۰۰۰/۴۰۰/۱۷
	عملکرد(Kg/Ha)	۹۳۱/۱۸	۳۶۸/۱۷	۹۵۹/۱۷	۳۱۵/۱۸
	دانه(Mr)	۱۰۰/۲۶۰/۱	۱۰۰/۲۶۰/۱	۱۰۰/۲۶۰/۱	
	سطح زیر کشت(Ha)	۹۰۰/۸۶۵/۵	۰۰۰/۴۵۰/۶	۰۰۰/۲۰۰/۷	۰۰۰/۷۴۰/۷
	تولید(Mt)	۱۰۰/۵۵۸/۴	۰۰۰/۸۰۰/۶	۰۰۰/۵۰۰/۵	۰۰۰/۳۰۰/۶
	عملکرد(Kg/Ha)	۷۷۱/۷	۴۵۳/۱۰	۶۳۹/۷	۱۳۹/۸
هند	دانه(Mr)	۰۰۰/۳۸۷	۰۰۰/۳۸۷	۰۰۰/۴۳۲	
	سطح زیر کشت(Ha)	۰۰۰/۳۵	۰۰۰/۱۵	۰۰۰/۱۰	۰۰۰/۱۰
	تولید(Mt)	۰۰۰/۷۵	۰۰۰/۶۵	۰۰۰/۲۵	۰۰۰/۳۰
	عملکرد(Kg/Ha)	۴۲۹/۲۱	۳۳۳/۴۳	۰۰۰/۲۵	۰۰۰/۳۰
ترکیه	دانه(Mr)	۵۰۰/۱	۵۰۰/۱	۷۰۰/۱	۹۰۰/۱
	سطح زیر کشت(Ha)	۰۰۰/۹۰	۰۰۰/۸۳	۰۰۰/۹۰	۰۰۰/۹۰
	تولید(Mt)	۰۰۰/۱۳۵	۰۰۰/۱۱۵	۰۰۰/۱۳۵	۰۰۰/۱۳۵
	عملکرد(Kg/Ha)	۰۰۰/۱۵	۸۸۵/۱۳	۰۰۰/۱۵	۰۰۰/۱۵
ایران	دانه(Mr)	۸۱۸/۵	۶۰۰/۵	۳۰۰/۶	۳۰۰/۶
	سطح زیر کشت(Ha)	۲۷۷/۸۴۲/۷۸	۴۷۷/۶۹۵/۸۳	۰۵۴/۴۳۳/۹۱	
	تولید(Mt)	۲۷۰/۷۲۹/۱۸۰	۷۴۸/۲۳۳/۱۸۹	۱۷۶/۲۶۶/۲۰۴	
	عملکرد(Kg/Ha)	۹۲۳/۲۲	۶۱۰/۲۲	۳۳۸/۲۲	
جهان	دانه(Mr)	۵۰۲/۹۰۵/۵	۷۰۸/۹۰۵/۵	۰۱۴/۲۶۵/۶	

کشورهای اصلی تولید کننده سویا در جهان چهار کشور آمریکا، برزیل، آرژانتین و چین می باشد و این کشورها بیش از ۹۰ درصد از تولید سویای جهانی را بخود اختصاص می دهند.

۲-۹- محصولات و فرآورده ها

۲-۹-۱- مصارف صنعتی

مصارف صنعتی شامل خواص چسبندگی، معرف های تجزیه ای، آنتی بیوتیک، امولسیون آسفالت، مواد آرایشی، مواد تخمیری، فیلم های بسته بندی، چرم و پوست، رنگ نقاشی، پلاستیک و پلی استر و مواد داروئی و مواد قارچ کش و حشره کش ازجمله فرآورده های دارای مصارف صنعتی حاصل از سویا می باشند.

۲-۹-۲- مصارف خوراکی

مصارف خوراکی شامل گوشتی، نانوایی، کیک، کلوچه، بیسکویت، غذای رژیمی، لبنیات، سوسیس، کالباس،سوپ، کرم هوادار، شیرینی سازی و غیره که از مهمترین مصارف خوراکی سویا است.

۲-۱۰- کودهای بیولوژیک

نخستین کود میکروبی با نام تجاری نیتراژین(حاوی باکتری ریزوبیوم) یک قرن پیش (۱۸۹۵) برای فروش عرضه شد و متعاقب آن مراکز متعددی کار تولید گونه های مختلف ریزوبیوم و برخی باکتری های دیگر(ازتوباکترها، فسفوباکتری ها و...) را آغاز کردند ولی این فعالیت ها به دلیل تقارن آنها با شروع تولید کود های شیمیایی، دوامی نیافتند.

ورود این رقیب نیرومند، عرصه بازارهای مصرف، به دلیل جاذبه های گمراه کننده ای چون بهای ارزان، کاربرد سهل وآسان و بویژه درآمدهای کاذب کوتاه مدت(بدون توجه به استهلاک سرمایه اصلی یعنی خاک و مواد آلی آن) چند دهه تا یک رکورد و وقفه را به تولید کودهای بیولوژیک تحمیل نمود. با اوج گیری بهای نفت و مواد سوختی در اوایل دهه ۱۹۷۰ که افزایش بهای کودهای شیمیایی را در پی داشت، مسئله

اقتصادی نبودن مصرف این کودها برای محصولات کشاورزی ارزان قیمت و لزوم استفاده از جایگزین های مناسب تر، مطرح گردید.

این سرآغاز تحولی بود که استحکام پایه های آن را باید مدیون دانشمندانی باشیم که طی این سالها، با طرح مسائل اساسی تری چون لزوم صرفه جویی در مصرف غیر اصولی این کودها بر کیفیت خاک، محصولات زراعی و سایر عوارض زیست محیطی آنها، زمینه های مناسب برای آغاز چنین تحولی را فراهم آورده بودند. سال های مقارن با اوج بهای نفت خام(۷۴-۱۹۷۳) را زمان تجدید حیات تحقیقات در زمینه تولید مجدد کودهای بیولوژیک، شناخته اند(خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

۲-۱۱- موارد استفاده و مراحل تولید کودهای میکروبی

به طور معمول، ارگانیسم های مورد استفاده برای تولید کودهای بیولوژیک، از خاک منشا می گیرند و در اغلب خاک ها حضور فعال 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 می کند. در این قبیل کودهای میکروبی، تراکم جمعیت سلول در حدی است که می توان تا بیش از یک میلیون سلول زنده را برای هر دامنه تلقیح شده با آن، فراهم کند در حالی که به طور طبیعی چنین تعدادی به خصوص در حوزه فعالیت سیستم ریشه ای گیاه، حضور ندارند. عوامل زیر می توانند موجب تشدید کمبود یا دلیل نبود ارگانیسم مورد نظر، در خاک های یک منطقه باشند:

۱- تنش های محیطی بلند مدت خشکی، غرقاب، حرارت زیاد و یخبندان

۲- استفاده زیاد و مکرر از سموم شیمیایی به منظور مبارزه با بیماری ها و آفت های گیاهی

۳- در مورد انواع همزیست با گیاهان، عدم حضور گیاه میزبان مناسب به مدت طولانی و یا وارد کردن گونه یا واریته خاصی از یک گیاه غیر بومی(ملکوتی، م. ۱۳۷۸).

علاوه بر مسائل کمی تفاوت های کیفی نیز به شدت مطرح هستند. استعداد بالقوه افراد یک گونه برای انجام یک فرآیند بیولوژیک خاص و یا برای مقابله با تنش های محیطی بسیار متفاوت است و به طور طبیعی در هر خاک طیف وسیعی از سویه های مختلف یک گونه از ضعیف و کم تاثیر تا مقاوم و کاملا موثر حضور دارند. به همین دلیل، اولین مرحله تولید هر مایه تلقیح، جمع آوری و بررسی سویه های مختلف، به منظور انتخاب انواعی است که بالاترین پتانسیل را از نظر انجام فرآیند مورد نظر و در ضمن بهترین توان تحمل را به شرایط اقلیم و خاک محل مورد استفاده و همین طور بیشترین سازگاری را با گونه و واریته گیاه زیر کشت در آن منطقه داشته باشند(آستارایی و کوچکی، ۱۳۷۵).

۲-۱۲- انواع کودهای بیولوژیک

رایج ترین این کودها، با استفاده از ارگانیسم های مربوط به گروه های زیر تهیه می شوند:

۱- باکتری های تثبیت کننده ازت مولکولی

۲- قارچ های میکوریزی

۳- باکتری های محرک رشد گیاه (PGPR)

۴- میکروارگانیسم های حل کننده فسفات های نامحلول

۵- میکروارگانیسم های تبدیل کننده مواد آلی زائد به کمپوست

۶- کرم های خاکی تولید کننده ورمی کمپوست(ملکوتی و غیبی. ۱۳۸۳).

پدیده دی ازوترفی یا توان تغذیه از دی نیتروژن(N_2) به عنوان تنها منبع ازتی، کار بسیار ارزشمند گروه خاصی از باکتری های خاکسازی (تثبیت کننده ازت) است که همه اکوسیستم های طبیعی دست نخورده، تعادل ازتی خود را مرهون چنین موهبتی هستند.

برآورد رقمی حدود ۱۷۵ میلیون تن ازت در سال برای مقدار کل تثبیت بیولوژیک در سطح جهانی، نشانگر برتری فعالیت دی ازوترون ها در مقایسه، با توان تولیدی کارخانه های کود

شـــیمیایی اســـت(آنون،۱۹۸۳؛ دیکســـون و ولـــر، ۱۹۸۶؛ آی چیزوکـــا، ۱۹۹۲؛ پیـــولس و کـــراس ول، ۱۹۹۲؛ پوستگیت، ۱۹۸۷).

بعضـی از ریزجانـداران موجـود در ریزوسـفر بـا مکـانیزم هـای مختلفـی باعـث تغییـرات فیزیولوژیـک و مورفولوژیک در گیاه گشته و مجموعه این تغییرات بر رشد گیاه، تغذیـه و سـلامت گیـاه اثـر مثبـت مـی گذارند. این دسته از ریزجانداران تحت عنوان کلی باکتری های محرک رشد گیاه PGPR (*Plant Growth promoting Rhizobacteria*) نامیده می شوند. ابتدا در سـال ۱۹۷۸ توسـط *Kloepper* و *schroth* وضـع گردید و امروزه اصطلاح PGPR در معنای وسیعتری به کار رفته و برای برخی دیگر از باکتری هـای فعـال ریزوسفری که تاثیر مشخصی در افزایش رشد گیاه نشان داده اند، مانند آزوسـپریلیوم، ازتوبـاکتر، بـاکتری های پتاسیمی، فسفوباکتری ها و غیره نیـز بکـار مـی رود. ازتوباکترهـا، اسـتوباکتر، کلبسـیلد، باسـیلوس، سودوموناس، انتروباکتر و ریزوبیوم از جنس های معروف و شناخته شده باکتری های محرک رشد گیاه می باشند(خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

۲-۱۳- خسارت ناشی از مصرف کود های شیمیایی

مصرف بی رویه کودهای شیمیایی، گذشته از هزینه گزافی که بر زارع تحمیل می کند، اثرات زیان باری را نیز در پی دارد. از جمله:

۱- مسمومیت ناشی از استفاده زیاد از این عنصر که در اثر جذب بیش از حد آن اتفاق می افتد و باعث بالا رفتن غلظت این عنصر در بافت های گیاهی و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی می گردد(پریمیان، ۱۳۷۷).

۲- کاهش کمیت و کیفیت محصول

۳- تجمع بور و کادمیوم و سایر فلزات سنگین در گیاه

۴- کاهش جذب مس، آهن و سایر ریز مغذی ها توسط ریشه

۵- تخریب ساختمان خاک

۶- آلودگی آبها(پریمیان، ۱۳۷۷).

۲-۱۴- کودهای زیستی

اصطلاح کودهای آلی به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق می شود و کودهای زیستی(بیولوژیک) ماده ای (جامد، نیمه جامد یا مایع) حاوی ریز جانداران با فرآورده های آنها هستند که در ارتباط با تثبیت نیتروژن یا فراهمی فسفر، گوگردو سایر عناصر بویژه ریزمغذیها در خاک فعالیت می کنند ودر صورت مصرف از طریق تلقیح بذر، سطح گیاه یا خاک در ناحیه اطراف ریشه یا درون گیاه تشکیل کولونی داده و با افزایش تامین یا فراهمی عناصر غذایی موجب افزایش رشد و نمو گیاه میزبان می گردد(وسی، ۲۰۰۳). بر این مبنا کودهای زیستی عمدتا شامل باکتری های محیط ریشه، تثبیت کننده زیستی نیتروژن مولکولی، همزیست، آزادزی و همیار، باکتری ها و قارچ های حل کننده فسفات، قارچ ها و باکتری های حل کننده سیلیکات، باکتری ها و قارچ های اکسید کننده گوگرد، قارچ های میکوریزایی، غیره و مواد حاصل از فعالیت آنها می باشند(زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین به طور کلی کود های بیولوژیک به مجموعه مواد نگهدارنده با مقدار زیاد از یک یا چند ریز جاندار مفید خاکزی و یا فرآورده های متابولیک آنها که بیشتر به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب خاک برای رشد و نمو آن و به صورت مایه تلقیح زنده برای مصرف در خاک و همراه با بذر تولید می شوند اطلاق می گردد(شارما، ۲۰۰۳). بر اساس تعریف ارائه شده برای کودهای زیستی و این کودها به واسطه داشتن موجودات زنده، از کودهای آلی که مواد آلی غیر زنده حاصل از جانداران(کودهای آلی) و گیاهان(کود سبز) می باشند متمایز می شوند(بانرجی و همکاران، ۲۰۰۶). مزایای حاصل از کاربرد این کودها در بوم نظام های که پیچیدگی و پایداری جامعه زیستی آنها در اثر کاربرد نابهنجار نهاده های از قبیل کودها و سموم شیمیایی با هدف کنترل آفات و به حد اکثر رساندن

عملکرد و محصول به شدت دستخوش تزلزل گردیده از طریق بهینه سازی و افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کودهای آلی، شیمیایی، کنترل زیستی آفات و بیماری ها می باشند(استورتز و کریستی، ۲۰۰۳).

۲-۱۵- باکتری های افزاینده رشد گیاه

گروهی از باکتری های مفید خاکزی که سبب افزایش رشد گیاه می شوند تحت عنوان باکتری های افزاینده رشد گیاه (PGPR) نامیده می شوند و از جمله مهمترین انواع کودهای زیستی محسوب می شوند(قلاوند و همکاران، ۱۳۸۵). این اصطلاح برای نخستین بار توسط شورت و کلوپر در سال ۱۹۷۸ بکار برده شد. این باکتری ها به طور مستقیم با تحریک رشد گیاه و به طور غیر مستقیم با افزایش فراهمی زیستی عناصر غذایی و کنترل زیستی آفات و بیماری های گیاهی باعث افزایش رشد گیاهان می گردد(گلیک، ۱۹۹۵ و کلوپر، ۱۹۹۳) و در حال حاضر به صورت یکی از مهمترین انواع کودهای بیولوژیک بکار برده می شوند. باکتری های افزاینده رشد گیاه شامل باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، محلول کننده فسفر، پتاسیم، گوگرد و سیلیکات می باشند(زهیر و همکاران، ۲۰۰۴).

برخی از مهمترین این باکتری ها عبارتند از آزسپیریلوم، ازتو باکتر، باکتری های جنس پسودوموناس، بورخلدریا، انتروباکتر، هرباسپیریلوم، کلستریدوم و نیز سایر باکتری های سطح ریشه می باشند(وسی،۲۰۰۳).

۲-۱۶- فعالیت های باکتری های افزاینده رشد گیاه

سازوکارهای متعددی برای توضیح چگونگی تاثیر باکتری های افزاینده رشد بر رشد و نمو گیاهان شناخته شده است. به طور کلی این سازوکارها را می توان به دو گروه مستقیم و غیر مستقیم تقسیم نمود. این باکتری ها با تولید متابولیت هایی نظیر مواد تنظیم کننده رشد یا انواع ویتامین ها و نیز بهبود فراهمی عناصر غذایی به طور مستقیم سبب افزایش رشد و نمو می گردند یا از طریق تولید مواد پادزی،

سیدروفورها و سیانید هیدروژن که فعالیت بیمارگرهای گیاهی یا سایر ریز جانداران خاکزی را کاهش می دهد، به طور غیر مستقیم اثر افزایندگی بر رشد و نمو گیاه دارند(حمیدی، ۱۳۸۵).

۲-۱۶-۱- تثبیت زیستی نیتروژن

نیتروژن عنصر غذایی کلیدی برای تولید گیاهان زراعی محسوب می گردد. خاک های زراعی مقادیر قابل ملاحظه ای از نیتروژن خود را سالانه در اثر آبشویی از دست می دهند که سبب می گردد تا میزان نیتروژن کل در دسترس برای رشد گیاهان زراعی به شدت کاهش یابد(پیپل و هریدج،۱۹۹۰). پدیده دی آزوتروفی یا توان تغذیه از نیتروژن مولکولی (N_2) به عنوان تنها منبع نیتروژن، کار بسیار ارزشمند گروه خاصی از باکتری های خاکزی است که همه اکوسیستم های طبیعی دست نخورده، تعادل نیتروژنی خود را مرهون چنین موهبتی هستند. برآورد رقمی حدود ۱۷۵ میلیون تن نیتروژن در سال برای مقدار کل تثبیت بیولوژیک در سطح جهانی، نشانگر برتری فعالیت دی آزوتروف ها در مقایسه با توان تولیدی کارخانه های شیمیایی است(پیپل وکراسول، ۱۹۹۲ و پوستگات، ۱۹۷۸).

دی آزتروف ها بر اساس وابستگی به گیاهان به منظور تامین کربن و انرژی برای تثبیت به سه گروه آزادزی، همیارو همزیست تفکیک شده اند.

الف- آزادزی: این موجودات کربن و انرژی لازم برای انجام فرآیند تثبیت نیتروژن را مستقلا یعنی بدون همکاری یک گیاه میزبان و بیشتر از روش هتروتروفی و یا فتوتروفی فراهم می کنند که مهمترین باکتری این گروه ازتوباکتر است(ملکوتی،۱۳۸۰).

ب – همیار : این حالت، نوعی همزیستی باکتری های دی آزوتروف با گیاهان است که به صورت تماس فیزیکی و همزیستی با هم و بدون تشکیل اندام ساختمانی خاصی برای محدود کردن مکان همزیستی صورت می گیرد که از جمله باکتری های این گروه می توان به آزسپیریلوم اشاره کرد.

ج- همزیست: مهمترین سیستم های همزیستی دی آزتروف ها با گیاهان که بخش اصلی تثبیت بیولوژیک نیتروژن را بر عهده دارند عبارتند از همزیستی ریزوبیوم ها با لگومینوزها، همزیستی های اکتینوریزی، همزیستی آنابنا-آزولا.

۲-۱۶-۲- حل کردن فسفات

فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاهان محسوب می شود و تامین فسفر مورد نیاز در خاک های دچار کمبود فسفر وابسته به تامین آن از معادنی است که دارای ذخایر محدودی هستند(شارپلی و رکولانین،۱۹۹۷). بسیاری از میکروارگانیسم های خاکزی قادرند که با مکانیسم هایی مانند ترشح اسیدهای آلی بخصوص انواعی مانند: ۲- کتوگلوکونیک، سیتریک، آلزالیک، مالیک، سوکسینک و غیره در حلالیت فسفات های معدنی کم محلول موثر باشند(هالورسون و همکاران،۱۹۹۰ و ناهاس و همکاران،۱۹۹۰). به علاوه بسیاری از آنها با تولید آنزیم های فسفاتاز و آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی فسفر را موجب می شوند(پاول و کلارک، ۱۹۸۹). همچنین مشخص گردید که برخی از سویه های باکتری های ریزوبیوم نیز قادر به حل کردن فسفات های آلی و معدنی می باشند(عبداعلاء. ۱۹۹۴).

۲-۱۶-۳- حل کردن پتاسیم

پتاسیم یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می باشد که نقش بسیار مهمی در اقتصاد آب برای گیاه، فتوسنتز، کمیت و کیفیت محصولات دارد. این عنصر که برای فعالیت بیش از ۶۰ نوع آنزیم ضروری شناخته شده در متابولیسم نیتروژن، کربوهیدرات ها، ساخت پروتئین، نشاسته، چربی و همچنین انتقال مواد غذایی در گیاهان نقش بسیار مهمی ایفا می کند(رانگ چنگ و فینیتنگ، ۱۹۹۵). با استفاده از باکتری های حل کننده سیلیکات کودی تحت عنوان کود بیولوژیک پتاسیمی تهیه شده که پتاسیم موجود در خاک را با سرعت و سهولت بیشتری در اختیار گیاه قرار می دهند. این کود علاوه بر این که به

تغذیه پتاسیمی گیاه کمک می کند در افزایش قابلیت جذب سایر عناصر غذایی نیز موثر است(ملکوتی،۱۳۸۰).

۲-۱۶-۴- حل کردن گوگرد

گوگرد یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاهان بوده و از لحاظ میزان نیاز پس از پتاسیم قرار داشته و یکی از ۱۶ عنصر حیاتی برای تمامی جانداران بوده و از عناصر تشکیل دهنده اسید های آمینه مانند متیونین، سیستین و سیستئین می باشد(بانرجی و همکاران، ۲۰۰۶). اهمیت کاربرد گوگرد به صورت کود در خاک های ایران با توجه به بالا بودن pH خاک و تعدیل آن است(ملکوتی و کشاورز، ۱۳۸۴). کود بیولوژیک گوگردی از طریق اکسیداسیون گوگرد، توسط میکروارگانیسم های خاکزی اکسید کننده گوگرد به تغذیه گیاه از نظر گوگرد جذب بیشتر عناصر غذایی چون فسفر، آهن و روی، اصلاح خاک های شور سدیمی و سدیمی متعاقبا و به افزایش عملکرد گیاه کمک می کند(ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

۲-۱۶-۵- کلات کردن آهن

آهن با وجود فراوانی آن در پوسته زمین که میزان آن به حدود ۵ درصد می رسد و با وجود غنی بودن اغلب خاک ها از آهن به علت فراهمی بیشتر آن در شرایط اسیدی و بی هوازی خاک، در خاک های زراعی به میزان کافی در دسترس گیاه نبوده و معمولا خطر کمبود آن وجود دارد(مارشنر، ۱۹۹۵). در اغلب خاک های کشورمان به علت pH بالا، آهن موجود در خاک به صورت یون آهن سه ظرفیتی Fe^{3+} (فریک) که نامحلول است یافت شده و برای فراهم بودن برای گیاه باید به شکل یون آهن دو ظرفیتی Fe^{2+}(فرو) در آید(ملکوتی و کشاورز، ۱۳۸۴). تحت چنین شرایطی با کاربرد ریز جانداران تولید کننده ترکیبات کلات کننده آهن میکروبی (سیدروفور های میکروبی) می توان فراهم زیستی این عنصر را افزایش داد. سیدروفورهای میکروبی عوامل کلات کننده آهن می باشند که توسط برخی از ریز جانداران

مفید بویژه باکتری های محیط اطراف ریشه تولید شده و می توانند قابلیت دسترسی به آهن در محیط ریشه گیاهان را تنظیم کرده و افزایش دهند(حمیدی، ۱۳۸۵).

۲-۱۶-۶- تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه

مواد تنظیم کننده رشد گیاه ترکیبات زیستی هستند که فرآیند های فیزیولوژیکی گیاه را در غلظت های اندک تحت تاثیر قرار می دهند(ویوانسی و فلورنس، ۲۰۰۰). تولید مواد تنظیم کننده رشد توسط باکتری های افزاینده رشد گیاه یکی از مهمترین سازوکارهای پیشنهاد شده برای توضیح فعالیت و تاثیر این باکتری ها بر رشد و نمو گیاهان می باشد(ارشد و فرانکنبرگر، ۱۹۹۱). ترکیباتی با ساختمان هورمونی، از مهمترین این مواد هستند که از جمله می توان به گروه اکسین ها اشاره کرد(ملکوتی،۱۳۸۰). مطالعات بسیاری افزایش رشد و نمو گیاهان در پاسخ به تلقیح بذر یا ریشه با مایه تلقیحی باکتری های تولید کننده مواد تنظیم کننده رشد گیاه را نشان داده اند و بسیاری از این مطالعات وجود رابطه قوی بین تولید مواد تنظیم کننده رشد در شرایط آزمایشگاهی بوسیله باکتری های افزاینده رشد گیاه و اثر افزایندگی تلقیح با این باکتری ها را در گیاهان مختلف را مشخص ساخته اند(هیرش و همکاران، ۱۹۹۷).

۲-۱۶-۷- کنترل بیولوژیکی بیماری ها و آفات

آفات و بیماری های گیاهی یکی از مهمترین عواملی هستند که بروز آنها سبب کاهش کمی و کیفی محصول و عملکرد می گردد. در سال های اخیر بکار گیری باکتری های افزاینده رشد گیاه که دارای توانایی مهار زیستی انواع مختلف بیماری های گیاهان زراعی می باشند، بصورت یکی از مفید ترین روش های مدیریت آفات و بیماری های گیاهی در راستای مدیریت پایدار بوم نظام های زراعی در آمده است(قلاوند و همکاران، ۱۳۸۵).

این توانایی باکتری های افزاینده رشد گیاه از طریق تولید انواع آنتی بیوتیک، ضد قارچ و سیدروفور اعمال می شود. سیدروفورها مواد آلی پیچیده ای هستند که آهن خاک را به صورت کلات در آورده و آنرا از

دسترس قارچ های بیماری زایی چون پی تیوم و فوزاریوم خارج ساخته و به این ترتیب بیماری های گیاهی را کنترل می کنند.

۲-۱۶-۸- تولید آنزیم *ACC deaminase*:

یکی از سازوکارهایی که اخیرا به وجود آن پی برده شده است اثر آنزیم *ACC deaminase* است. اتیلن یکی از مهمترین هرمون های تنظیم کننده رشد گیاهی است که در مراحل رسیدگی میوه، فتوسنتز، تنفس، تعرق، جنین زایی، ریشه زایی و بسیاری خصوصیات دیگر گیاه نقش دارد. اتیلن علاوه بر اثرات مثبت، دارای اثرات بازدارندگی در رشد گیاهان نیز می باشد. اتیلن از طویل شدن ریشه و ساقه و گلدهی در گیاهان ممانعت به عمل آورده و در واقع فرآیند پیر شدن در گیاه را تسریع می نماید. مقدار اتیلن در شرایط تنشی به میزان قابل توجهی در گیاه افزایش و باعث پیری زودرس گیاه می شود(گریچکو و گلیک، ۲۰۰۱، کلاسن و باگبی، ۲۰۰۰، ما و همکاران، ۲۰۰۲). آنزیم ACC دآمیناز قادر است ACC (۱-آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات) که پیش ماده تولید اتیلن در گیاهان است را به آمونیوم و آلفاکتوبوتیرات تبدیل و از این طریق موجب کاهش اتیلن ناشی از تنش شود. در این فرآیند آمونیوم به عنوان منبع نیتروژن برای باکتری مورد استفاده قرار می گیرد(گلیک،۱۹۹۵). مطالعات نشان داده که استفاده از باکتری های طبیعی یا نوترکیب مولد آنزیم ACCدآمیناز منجر به مقابله با اتیلن تنشی ناشی از شرایط غرقابی، شرایط تنش خشکی، شرایط حاصل از تنش شوری خاک، افزایش مقاومت به عوامل بیماری زا و تحمل بیشتر گیاهان نسبت به فلزات سنگین شده است(خسروی و همکاران، ۱۳۸۸، اخگر، ۱۳۸۷، گلیک، ۱۹۹۵، گریچکو و همکاران، ۲۰۰۰، مایاک و همکاران، ۲۰۰۴، سراواناکومار، ۲۰۰۷، استیرنز و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۱۷- پژوهش های انجام شده در رابطه با اثر PGPR بر رشد گیاهان در دنیا

پژوهش های زیادی در رابطه با اثر مایه تلقیح های حاوی PGPR بر رشد گیاهان انجام شده است که در این بخش به برخی از مهمترین آنها پرداخته و سعی خواهد شد به طیف وسیعی از باکتری ها و اثرات آنها بر انواع گیاهان زراعی و باغی اشاره شود. تحقیقات گسترده در زمینه استفاده از مایه تلقیح های حاوی PGPR در کشاورزی در حدود ۵۰ سال قبل در اتحاد جماهیر شوروی سابق آغاز و طی آن اثر مایه تلقیح ازتو باکتر بر روی محصولات مختلف به شکل آزمون های مزرعه ای انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که فقط ۳۵ درصد مزارع به ازتوباکتر جواب مثبت دادند. ترنر و بکمن(۱۹۸۹) اثر *Bacillus subtilis* بر افزایش سبز شدن بادام زمینی را معنی دار ذکر نمودند. پوتین و باشان(۱۹۹۳) تاثیر تلقیح *Azospirillum brasilense* بر رشد و دوام کاکتوس را قابل توجه ذکر نمودند. روهاشاو-سینگ و همکاران(۱۹۹۳) افزایش وزن خشک ذرت در اثر تلقیح با باکتری ازتوباکتر را گزارش دادند. فالیک و همکاران افزایش وزن ریشه ذرت در اثر تلقیح با *Azospirilum brasilense* را گزارش دادند. عملکرد و جذب ازت گندم پائیزه در اثر تلقیح با باکتری های ریزوسفر از جمله ازتوباکتر کروکوکوم قابل توجه ذکر شده است(رناتودفریتاس،۲۰۰۰). سویه های مختلف *Bacillus* توانستند از طریق تثبیت نیتروژن و انحلال فسفات های نامحلول، رشد جو را افزایش دهند(مصطفی و همکاران، ۲۰۰۵). اثر مثبت *Pseudomonas*، *Agrobacterium* و *Bacillus* در افزایش جوانه زنی و ریشه زایی بذرهای گیاهان مختلف همانند کاج، بادام، گردو، اکالیپتوس، هلو، آناناس و سیب به اثبات رسیده است(دامیانو و مونتیسلی، ۱۹۹۸). رای و گارو(۱۹۹۸) اثر ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم را بر رشد و عملکرد گندم بررسی کردند بطوریکه ازتوباکتر به تنهایی ۸/۲، آزسپریلیوم۹/۱ و مخلوط این دو ۱۳/۹ درصد افزایش عملکرد را نسبت به شاهد بدون تلقیح موجب شد. در آزمایشی جوانه زنی دانه های سیب در اثر تلقیح با گونه *Pseudomonas fluorescence* به میزان ۷۹ درصد افزایش یافت(کیزر و بوت، ۱۹۸۷). تیلاک و همکاران(۱۹۸۲) اثر تلقیح ازتوباکتر وآزسپیریلوم را بر مقدار ماده خشک بخش هوایی ذرت و سورگوم قابل توجه ذکر کرده اند. اثرات مثبت

تلقیح توام ازتوباکتر و رایزوبیوم بر گره بندی سویا، ماش و شبدر معنی دار گزارش شده است(یورنز و همکاران، ۱۹۸۱). اثر تلقیح توام ازتوباکتر و ریزوبیوم بر موفقیت تلقیح و عملکرد باقلا و جذب عناصر معدنی توسط رودلاس(۱۹۹۹) مثبت گزارش شده است. در پژوهشی باکتری های محرک رشد *Bacillus* با تولید هورمون جیبرلین باعث افزایش جوانه زنی و رشد بهتر کاج شدند(پروبانزا و همکاران،۲۰۰۲). اثر ازتوباکتر کرکوکوم در حل کردن فسفات های غیر آلی و افزایش رشد گندم بدین واسطه گزارش شده است(کومار و نیرو-نارولا، ۱۹۹۹). جرک و همکاران(۲۰۰۶) گزارش دادند که در اثر تلقیح گندم بوسیله ازتوباکتر ۱۱-۸ درصد عملکرد آن افزایش یافت. در گزارشی پتانسیل استفاده از ریزوبیوم ها به عنوان باکتری های محرک رشد گیاه در غلات به واسطه تولید مواد محرک رشد از جمله اکسین ها، سیتوکین ها و... قابل توجه ذکر شده است(ماتیرو و داکورا، ۲۰۰۴). در تحقیق دیگری کلینیزاسیون و تحریک رشد گندم و جو بهاره، ذرت و تربچه توسط *Rhizobium leguminosarum bv. Viciae* مثبت و معنی دار ذکر شده است(هولفیچ،۱۹۹۹). افضل و اصغری(۲۰۰۸) نیز اثر ریزوبیوم و باکتری های حل کننده فسفات را بر رشد گندم و جذب فسفر مثبت و معنی دار گزارش نموده اند. پژوهش های در زمینه اثر PGPR دارای مزیت آنزیم *ACC deamianse* در سایر شرایط تنشی نیز موفقیت آمیز بوده است. تحقیقات نشان داده که تلقیح *Pseudomonas putida* حاوی آنزیم *ACC deaminase* در حضور نمک به میزان ۱۵۰ میلی مول بر لیتر به طور معنی داری رشد کلزا را بهبود بخشیده است(چنگ و همکاران، ۲۰۰۷). سراواناکومار و سمیاپان(۲۰۰۷) گزارش دادند که *Pseudomonas fluorescens* دارای آنزیم *ACC deaminase* در شرایط شور اثرات مثبتی بر برخی شاخص های رشد بادام زمینی داشته است. گریچکو و همکاران(۲۰۰۰) در تحقیق دیگری گوجه فرنگی تراریخت با ژن مولد *ACC deaminase* تحمل بیشتری به اثرات سمی کادمیوم، کبالت، نیکل، سرب، مس و روی نشان داد.

دانش بیولوژی خاک در ایران نوپا بوده و فقط در طی سال های اخیر به طور جدی در زمینه استفاده از PGPR درکشاورزی پژوهش هایی انجام شده است که در این بخش به برخی از آنها اشاره می شود. خسروی(۱۳۷۶) اثر باکتری های بومی ازتوباکتر کروکوکوم را بر رشد گندم و افزایش سیستم ریشه ای آن در یک آزمون گلخانه ای معنی دار گزارش دادند. روستا و همکاران(۱۳۷۷) در یک آزمون گلخانه ای اثر سویه های مختلف آزسپیریلوم بر رشد ذرت و گندم را بررسی و گزارش دادند که تلقیح تاثیر معنی داری بر شاخص های رشد گندم نداشته است. بشارتی و صالح راستین(۱۳۷۸) در آزمایشی گلخانه ای گزارش دادند که اثر چند سویه از باکتری های تیوباسیلوس بومی خاک های ایران موجب افزایش جذب فسفر و شاخص های مختلف رشد ذرت شد. ریحانی تبار و همکاران(۱۳۷۹) گزارش دادند که اثر سودوموناس های فلورسنس بومی بر برخی شاخص های رشد گندم بهاره در شرایط گلخانه ای مثبت و معنی دار بوده است. افتخاری و همکاران(۱۳۸۸) در یک آزمون مزرعه ای اثر باکتری های حل کننده فسفات و کود های فسفاته بر چگونگی رشد برنج را بررسی و نتیجه گرفتند که تلقیح اثر معنی داری بر برخی شاخص های رشد برنج داشته است. حمیدی و همکاران(۱۳۸۸) اثر تلقیح باکتری های PGPR بر شاخص های رشد ذرت در مزرعه را معنی دار و قابل توجه ذکر نمودند. خاوازی(۱۳۸۸) اثر تلقیح سویه های انتخابی سودوموناس بر عملکرد گندم در آزمون های مزرعه ای را بررسی و گزارش دادند که تلقیح در برخی مناطق موجب افزایش معنی دار عملکرد دانه گندم شده است. ذبیحی و همکاران(۱۳۸۸) با بررسی تاثیر سویه های مختلف سودوموناس در شرایط شور بر رشد گندم در شرایط گلخانه ای گزارش دادند که سودوموناس پوتیدا شاخص های عملکرد دانه و وزن هزار دانه را به طور معنی داری افزایش داد. اخگر(۱۳۸۷) ضمن جداسازی و شناسایی باکتری های *Pseudomonas* بومی گزارش داد که تلقیح کلزا با سویه های دارای توان تولید *ACC deaminase* موجب کاهش اثرات تنشی حاصل از شرایط شور در این گیاه در شرایط گلخانه ای شده است. خسروی و همکاران(۱۳۸۸) اثر سویه های ریزوبیوم دارای آنزیم

ACC deaminase بر رشد و جذب عناصر غذایی گندم در شرایط تنش شوری ۷ و۱۰ دسی زیمنس بر متر در شرایط گلخانه ای را قابل توجه گزارش دادند.

۲-۱۸- کود زیستی فسفاته بارور۲

کود زیستی فسفاته بارور-۲ یک فناوری کاملاً ایرانی و نتیجه ۸ سال تلاش ۲۵ نفر از پژوهشگران کشور در جهاد دانشگاهی واحد تهران است. پس از طی مراحل متعدد، ۲۲ سویه باکتری حل کننده فسفات از خاک‌های بومی ایران جداسازی شد و از این تعداد، در نهایت دو سویه برتر برای استفاده در فرمولاسیون کود زیستی فسفاته بارور-۲ انتخاب گردید، یک سویه از این باکتری‌ها (باکتریP5)، با تولید اسیدهای آلی باعث رها سازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌شود. سویه دیگر (باکتریP13)، با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز، باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات آلی آن می‌شود پس از انتخاب این دو باکتری، از طریق روش‌های بیوشیمیایی و باکتریولوژی افتراقی، اقدام به شناسایی جنس و گونه آن‌ها و مراجعه به منابع شد، زیرا دانستن این مطالب کمک زیادی به پژوهش‌های بعدی و همچنین کسب اطلاعات در مورد خواص مفید یا بیماری‌زایی احتمالی باکتری‌ها می‌نمود. همزمان با این اقدامات، آزمون‌های لازم برای سنجش کمی و کیفی میزان تحمل باکتری‌ها به شوری، دمای بالا، pHهای مختلف، میزان رشد و توانایی انحلال فسفات آن‌ها در شرایط مختلف انجام شد. این باکتری‌ها قادرند دامنه pH بین ۵ تا ۱۱ و درجه حرارت تا ۳۵ درجه و شوری تا ۳/۵٪ (۵۴ دسی زیمنس بر متر مکعب) را به خوبی تحمل نمایند. همچنین، اثرات متقابل باکتری‌ها بر رشد و توانایی‌های یکدیگر و تاثیرپذیری آن‌ها در رقابت با باکتری‌های موجود در خاک، مورد مطالعه قرار گرفت. به همین ترتیب، آزمایش‌های گلخانه‌ای با استفاده از باکتری‌های نشاندار شده، مشخص کرد که هر دو باکتری غیر همزیست یا همزیست اختیاری (همیار) باکتری ها گیاه هستند، گرچه هر دو باکتری وابستگی به ریشه گیاه و ترشحات آن دارند. فعالیت‌های بعدی پژوهشگران متوجه طراحی فرمولی برای حامل نگهدارنده باکتری به مدت طولانی بوده است. در

کنار این تحقیقات، روش‌های مصرف نیز تدوین شد که در ۵ سال متوالی (از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۳) در ۱۷ آزمایش مزرعه، موثر بودن آن‌ها به طور عملی به اثبات رسید. آزمایش‌های مشاهده‌ای به صورت دستی و مکانیزه در بیش از ۳۳۰۰ نقطه کشور نیز به انجام رسیده و به طور مستمر ادامه دارد. هم اکنون محصول دربسته‌های ۱۰۰ گرمی پودر جامد مرطوب، استریل و قابل نگهداری در دمای اتاق به مدت حداقل شش ماه، عرضه می‌شود. هر بسته برای مصرف در یک هکتار زمین زراعی یا صد اصله در خت به همراه حداکثر ۵۰٪ کود شیمیایی فسفاته توصیه شده برای هر مزرعه به کار می‌رود.

باکتری‌های حل کننده فسفات موجود در کود زیستی فسفاته بارور-۲ در داخل خاک در اطراف ریشهٔ گیاه مستقر شده و از ترشحات قسمت ریزوسفر ریشهٔ گیاه تغذیه می‌کنند و در قبال آن، مقدار فسفاتی که گیاه به طور طبیعی به آن نیاز دارد را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. در صورتی که فسفات شیمیایی در کنار ریشهٔ گیاه کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه باشد، این باکتری‌ها ترکیبات نامحلول فسفاته را تجزیه کرده و بدین ترتیب فسفر و حتی برخی عناصر دیگر مانند آهن، روی و کلسیم که به همراه فسفر در این ترکیبات وجود دارد را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. در صورتی که عنصر فسفر در کنار ریشهٔ گیاه به مقدار زیادی موجود باشد، این باکتری‌ها با تشخیص هوشمندانهٔ خود عمل تجزیهٔ ترکیبات فسفاته را متوقف می‌کنند تا گیاه دچار مسمومیت فسفر نشود. بدین ترتیب این دو موجود زنده (گیاه و باکتری) زندگی همیاری خود را ادامه می‌دهند.

نام علمی ریزسازواره های حل کنندهٔفسفات موجود در کود زیستی فسفاته بارور-۲:

سودوموناس پوتیدا (سویهٔP13)

Pseudomonas putida, Strain P13

باسیلوس لنتوس(سویهٔP5)

Bacillus lentus, Strain P5

۲-۱۹- مزایای استفاده ازکود زیستی فسفاته بارور-۲:

۲-۱۹-۱- سازگاری با اقلیم کشور ایران:

جداسازی سویه‌های باکتری از خاک‌های ایران وآزمایش‌های متعدد انجام شده بر روی آن‌ها نشان می‌دهد که بارور–۲ با شرایط محیطی بومی مزارع کشور سازگار است.

۲ـ ۱۹-۲- کاهش مصرف کود شیمیایی فسفاته:

مصرف بارور–۲، استفاده از کود شیمیایی فسفاته را به نصف مقدار توصیه شده یا کمتر کاهش می‌دهد.

۲-۱۹-۳- افزایش عملکرد:

آزمایش‌های آماری صورت گرفته در سال‌های مختلف بر روی محصولات زراعی و باغی، افزایش عملکرد تا ۵۴ درصد و همچنین افزایش کیفیت محصولات را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده از ۲۰۰۰ مزرعه نمونه محصولات مختلف نشان می دهد استفاده از این کود زیستی نسبت به کود شیمیایی فسفاته به تنهایی، باعث افزایش محصول با میانگین ۱۵/۶ درصد می‌شود.

۲-۱۹-۴- حمل و نقل ارزان:

تولید کود زیستی بارورـ۲ در بسته‌های ۱۰۰ گرمی که برای یک هکتار زمین زراعی و یا ۱۰۰ درخت در باغات استفاده می‌شود باعث شده است تا هزینه های حمل و نقل و انبارداری بسیار پایین تر باشد.

۲-۱۹-۵- کاهش بیماری‌ها:

در منابع متعددی اثر باکتری P13 در کاهش بیماری‌های باکتریایی و قارچی خاک‌زی ذکر شده است. در عمل، مشاهدات تیم پژوهشی و همچنین کشاورزان، حاکی از کاهش قابل توجه این بیماری‌ها در اثر استفاده از کود زیستی فسفاته بارورـ۲ بوده است.

۲-۱۹-۶- سازگاری با سایر کودها و سموم:

آزمایش‌ها نشان می‌دهد تاثیر متقابلی بین این کود و سایر کودها و سموم موجود در بازار فعلی وجود ندارد. به هر حال، برای اجتناب از آثار سوء ناشی از فشار اسمزی بر باکتری‌های موجود در این کود، توصیه می‌شود هنگام مصرف تا حد امکان از مخلوط کردن آن بویژه با سموم، پرهیز شود.

۲-۱۹-۷- توانایی حل کنندگی فسفات بالا:

در فرمولاسیون این کود سویه‌هایی از باکتری‌های ترشح‌کننده اسید و باکتری‌های ترشح‌کننده آنزیم‌های فسفاتاز وجود دارد. روش‌های غربالگری برای جداسازی اولیه و آزمایش‌های مقایسه‌ای متعدد نشان می‌دهد، سویه‌های باکتری به کاررفته بیشترین قدرت حل‌کنندگی فسفات از ترکیبات معدنی و آلی آن را دارند.

۲-۱۹-۸- کلنی شدن با ریزوسفر گیاه:

آزمایش‌ها نشان می‌دهند باکتری‌های موجود در کود زیستی فسفاته بارور-۲، همیار ریشه گیاهان بوده و در زمین‌های زراعی به خوبی با سایر باکتری‌ها بویژه باکتری‌های مضر رقابت می‌کند. مشاهدات نشان می‌دهد کلنی شدن این باکتری ها با ریزوسفر گیاه موجب کاهش بیماری‌های میکروبی محصولات زراعی نیز می‌گردد.

۲-۱۹-۹- حفظ خصوصیات ژنتیکی:

روش به کارگرفته شده برای تولید این کودها، پایداری ژنتیکی باکتری‌های مفید موجود در آن را تضمین می‌کند.

۲-۱۹-۱۰- پایداری در هنگام انبارداری:

برای سهولت توزیع و دسترسی مصرف کننده، فرمولاسیون کود ریستی فسفاته بارور-۲ به نحوی است که حداقل شش ماه پایداری آن تضمین می‌گردد. فرمولاسیون‌های جدیدتر در حال تحقیق می‌باشند.

۲-۱۹-۱۱- روش مصرف آسان:

از نظر ماهیت، کودهای زیستی متفاوت از کودهای شیمیایی بوده و نیازمند به تدوین روش مصرف خاص هستند. بدین دلیل کود زیستی بارور-۲ به صورت پودر مرطوب در شرایط استریل بسته‌بندی شده است.. اساس تدوین روش‌های مصرف، رساندن باکتری‌های موجود در این کود زیستی به ریشه گیاه می‌باشد. به کار بردن صحیح این روش‌ها و کاهش مصرف کود شیمیایی فسفاته به میزان حداقل ۵۰ درصد مؤکداً توصیه می‌شود. تحقیقات بر روی روش‌های دیگر ادامه دارد که نتایج آن به تدریج اعلام می شود.

۲-۲۰- پژوهش های انجام شده در رابطه با اثر کود زیستی بارور۲ بر رشد گیاهان

استفاده از کود زیستی بارور-۲ عرضه شده به کشاورزان در قالب طرح ملی گندم به عنوان یک پژوهش در سطح پایلوت کشوری انجام شد. بر اساس ۶۳۳ گزارش جمع آوری شده، میانگین برداشت محصول در مزارع گندم کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفاته ۴۲۱۶ کیلوگرم بر هکتار بوده است. در حالی که با مصرف کود زیستی بارور-۲ برداشت محصول به ۴۶۰۴ کیلوگرم بر هکتار رسیده است. در کل، میانگین افزایش محصول برابر۴۲۰ کیلوگرم بر هکتار و ۱۱/۳ درصد بوده است. شایان ذکر است بالاترین برداشت محصول گزارش شده با استفاده از این کود ۱۱۷۰۰ کیلوگرم بر هکتار در استان خراسان است که ۷۴۸۴ کیلوگرم بالاتر از میانگین محصول در صورت استفاده از کود شیمیایی فسفاته است. بیشترین اثربخشی کود زیستی فسفاته در آذربایجان (میانگین ۲۱/۸ درصد)، استان خراسان (میانگین ۱۸/۱ درصد) و سپس در استان گلستان (میانگین ۱۳/۹ درصد) بوده است. در این ارتباط، بایستی اثرات اقلیمی و روش‌های زراعی کشاورزان هر استان را در نظر گرفت. افزایش محصول گیاه گندم با استفاده از کود زیستی بارور-۲ در کل کشور به طور متوسط. ۴۲۰ کیلوگرم بر هکتار بود. علاوه بر افزایش محصول، مواردی چون افزایش پنجه زنی، رشد رویشی، مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی، سرمازدگی و ورس نیز در مزارعی که این کود را مورد استفاده قرارداده‌اند، به چشم می‌خورد که از دیگر مزایای مصرف این کود به شمار می‌رود. مشکلات بسیاری در این مسیر وجود داشته است که می‌توان از آنها به عدم

شناخت کافی کشاورزان از این کود و نحوه مصرف آن و تاخیر در توزیع کود بین کشاورزان اشاره نمود (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴).

سه آزمایش آماری در مورد اثر کود زیستی فسفاته بارور-۲ بر عملکرد ذرت دانه‌ای انجام شده است که آزمایش اول در سال ۱۳۸۱ در دانشکده کشاورزی کرج انجام و دو آزمایش بعدی به ترتیب در شهرستان آستارا واقع در استان گیلان و در منطقه دشت ناز واقع در استان مازندران انجام شد. این کود در سال‌های متوالی و در محصولات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است. گزارش‌های مشاهده‌ای مزارع ذرت دانه‌ای جمع‌آوری شده از ۹۶ مزرعه از ۱۴ استان کشور حاکی از این است که ۲/۰۸ درصد از مزارع عملکرد منفی، ۳/۱ درصد فاقد افزایش عملکرد، ۱۹/۸ درصد تا ۵ درصد افزایش عملکرد، ۱۷/۷ درصد بین ۵ تا ۱۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۵/۶ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش عملکرد، ۸/۳ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۳/۵ بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش عملکرد و ۱۹/۷ درصد افزایش عملکرد بالای ۳۰ درصد داشته‌اند. به این ترتیب، میانگین برداشت محصول در مزارع ذرت دانه‌ای کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفاته ۷۰۳۵ کیلوگرم بر هکتار بوده است. در حالی که با مصرف کود زیستی بارور-۲ برداشت محصول به ۸۱۱۲ کیلوگرم بر هکتار رسیده است. به این ترتیب، میانگین افزایش محصول در اثر مصرف کود زیستی باورر-۲ برابر ۱۰۷۷ کیلوگرم بر هکتار یا ۱۸ درصد بوده است. شایان ذکر است بالاترین برداشت محصول گزارش شده با استفاده از این کود ۱۵۷۵۵ کیلوگرم بر هکتار در استان لرستان است که ۸۷۲۰ کیلوگرم بالاتر از میانگین کشوری در صورت استفاده از کود شیمیایی فسفاته است. بیشترین اثر بخشی کود زیستی فسفاته از نظر عملکردها به ترتیب در استان آذربایجان شرقی (میانگین ۳۷ درصد)، در یزد (میانگین ۲۶ درصد) و سپس استان ایلام (میانگین ۲۵ درصد) بوده است. در این ارتباط، بایستی اثرات اقلیمی و روش‌های زراعی کشاورزان هر استان را در نظر گرفت. گزارش‌های مشاهده ای مزارع ذرت علوفه ای جمع‌آوری شده از ۷۶ مزرعه از ۱۳ استان کشور حاکی از این است که ۲/۶ درصد

فاقد افزایش عملکرد، ۲۸/۹ درصد افزایش عملکرد تا ۵ درصد، ۲۶/۳ درصد بین ۵ تا ۱۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۱/۸ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش عملکرد، ۷/۲ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۱/۸ بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش عملکرد و ۹/۲ درصد بالای ۳۰ درصد افزایش عملکرد می‌باشند. میانگین برداشت محصول در مزارع ذرت علوفه‌ای در ۱۳ استان کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفاته ۵۲/۰۹ تن بر هکتار بوده است. در حالی که با مصرف کود زیستی بارور-۲ برداشت محصول به ۵۸/۳ تن بر هکتار رسیده است. در کل، میانگین افزایش محصول با استفاده از کود زیستی بارور-۲ برابر ۶/۲ تن بر هکتار یا ۱۴ درصد بوده است. شایان ذکر است بالاترین برداشت محصول گزارش شده با استفاده از این کود ۱۰۵ تن بر هکتار در استان یزد بوده که ۵۲/۹ تن بالاتر از میانگین است. بیشترین میزان اثربخشی کود زیستی فسفاته از نظر افزایش عملکرد در استان فارس (۶۵/۳ درصد) و سپس در استان ایلام (میانگین ۴۰ درصد) و در استان خراسان جنوبی (میانگین ۲۵ درصد) بوده است (موسوی‌جنگلی و همکاران، ۱۳۸۴).

برای ارزیابی کارآیی این کود زیستی بر روی گیاه سیب‌زمینی ۸ آزمایش آماری مزرعه‌ای در دو سری، طی سال‌های زراعی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ در ۴ منطقه اراک، کرج، همدان و تبریز انجام پذیرفت. در آزمایش‌های سال اول مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفات آمونیم به عنوان عامل اصلی و انواع ترکیبات باکتریایی هم به صورت منفرد و هم به صورت گروهی تحت عنوان کودهای فسفر باکتریایی به عنوان عامل فرعی در طرح آزمایشی کرت خرد شده در سه تکرار انتخاب شدند. آزمایش‌های سال اول نشان داد که تیمارهایی کود فسفر باکتریایی روی عملکرد روی عملکرد سیب زمینی در سطح آماری ۱٪ معنی دار بوده و بیشترین عملکرد با استفاده از کودهای فسفر باکتریایی P5 و بعد از آن) P5+P13 بارور-۲) بوده است. در این آزمایش اختلاف معنی‌داری بین مقادیر مختلف کود فسفات آمونیوم در سطح آماری ۵٪ دیده نشد. بررسی اثرات ترکیبی کود باکتریایی و کود شیمیایی نیز نشان داد که کاربرد ۲۵۰ کیلو گرم کود شیمیایی فسفات

آمونیوم در هکتار به همراه باکتری‌های P5+P13 (بارور-۲) بالاترین عملکرد به مقدار ۲۰/۲ تن در هکتار را داشت. تجزیه واریانس عملکرد در آزمایش های سال دوم بین مقادیر کودهای شیمیایی فسفات آمونیم و انواع کودهای فسفر باکتریایی و نیز اثرات متقابل بین آن‌ها نشان می‌دهد بین مقادیر کود شیمیایی فسفات آمونیوم و انواع کود فسفر باکتریایی و نیز اثرات متقابل آن ها در سطح آماری ۱٪ اختلاف معنی دار وجود دارد. بالاترین میزان عملکرد سیب زمینی در هر دو منطقه با استفاده از فرمول باکتریاییB3(بارور-۲) و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفات آمونیوم در اراک و ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفات آمونیوم درکرج (۵۰ درصد میزان توصیه شده) به دست آمده است. این نتایج در سری دوم آزمایش‌های آماری که در اراک، همدان و تبریز انجام شد مورد تأیید قرار گرفت. این گزارش همچنین اثرات مشاهده شده حاصل از مصرف کود مزبور توسط کشاورزان در اقلیم‌های مختلف را نیز تحت نظر قرار داده است. گزارش های جمع آوری شده از ۷۷ مزرعه واجد قسمت های شاهد و تیمار از ۱۱ استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، فارس، کردستان، کرمانشاه، مازندران، مرکزی و همدان، حاکی از این است که مصرف کود زیستی بارور-۲ باعث شده است که ۶/۵ درصد فاقد افزایش عملکرد، ۱۴/۳ درصد تا ۵ درصد افزایش عملکرد، ۲۶ درصد بین ۵ تا۱۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۳ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش عملکرد، ۲۴/۶ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۴/۳ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش عملکرد و ۱/۲ درصد افزایش عملکرد بالای ۳۰ درصد داشته باشند. به طور کلی، میانگین برداشت محصول در مزارع سیب زمینی کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفاته ۲۹/۵ تن بر هکتار بوده است. در حالی که با مصرف کود زیستی بارور-۲ برداشت محصول به ۳۳/۱ تن بر هکتار رسیده است. به این ترتیب، میانگین افزایش محصول در اثر مصرف کود زیستی بارور-۲ برابر ۳۵۷۹ کیلوگرم بر هکتار یا ۱۳ درصد بوده است. در مجموع بررسی تاثیر کود زیستی بارور-۲ بر عملکرد سیب زمینی در اقلیم های مختلف نشان داد. مصرف این کود در مزارع نسبت به

مصرف کود شیمیایی فسفاته به تنهایی موجب افـزایش عملکـرد بـا میـانگین ۳۵۷۹ کیلـوگرم بـر هکتـار (۱۳درصد) می‌شود (زیست فناور سبز، ۱۳۸۴).

انجام ۹ آزمایش آماری در نقاط مختلف ایران به منظور اثبات اثربخشی این کود بر گیاه چغندرقند به عنوان یک محصول استراتژیک از سال ۱۳۸۰ آغاز شد. فرمول کود زیستی بارور-۲ از بین ترکیب‌های مختلف باکتریایی بارور-۲، به عنوان اثربخش‌ترین انتخاب گردید. به صورتی که افزایش عملکرد در تیمار کود زیستی بارور-۲ نسبت به تیمار شاهد در این گروه آزمایش‌ها تا ۲۸ درصد بود. نتایج آزمایش های آماری بعدی در استان‌های اصفهان و خراسان که در سال های ۸۳، ۸۴ و ۸۵ انجام شد، نتایج آزمایش های قبلی را مورد تایید قرار داد، به طوری که افزایش عملکرد ریشه و عملکرد قند خالص در این آزمایش های تا ۳۲ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد. گزارش های جمع‌آوری شده از ۴۲ مزرعه ۹ استان اردبیل، اصفهان، آذربایجان‌غربی، چهارمحال و بختیاری، خراسان‌جنوبی، خراسان رضوی، کرمانشاه، مرکزی و همدان حاکی از این است که ۲/۳ درصد از مزارع کاهش عملکرد، ۴/۷ درصد فاقد افزایش عملکرد، ۱۴/۲ درصد تا ۵ درصد افزایش عملکرد،۱۶/۱ درصد بین ۵ تا ۱۰ درصد افزایش عملکرد، ۲۶/۱ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش عملکرد، ۱۴/۲ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش عملکرد، ۷/۱ بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش عملکرد و ۱۴/۲ درصد افزایش عملکرد بالای ۳۰ درصد داشته اند. در نتایجی که از گزارش های کشاورزان استفاده کننده از این کود در زراعت چغندرقند به دست آمد، بیشترین افزایش عملکرد این محصول در استان خراسان جنوبی (با میانگین ۳۴/۹ درصد) گزارش گردید. در مجموع بررسی تاثیر کود زیستی بارور-۲ بر عملکرد چغندرقند در اقلیم های مختلف نشان داد مصرف این کود در مزارع نسبت به مصرف کود شیمیایی فسفاته موجب افزایش عملکرد با میانگین ۶۰۸۴ کیلوگرم بر هکتار (۱۸/۵ درصد) می‌شود (رادکیش‌ساکی و همکاران، ۱۳۸۵).

استفاده از کود زیستی بارور-۲ عرضه شده به کشاورزان به عنوان یک پژوهش در سطح پایلوت کشوری بر روی گیاه برنج اجرا گردید. گزارش‌های جمع‌آوری شده از ۹۴ شالیزار در ۷ استان کشور حاکی از این است که ۳۱/۹۱ درصد از مزارع تحت تیمار افزایش عملکرد تا ۵ درصد، ۲۴/۴۶ درصد از مزارع تحت تیمار بین ۵ تا ۱۰ درصد افزایش عملکرد، ۲۴/۴۶ درصد از مزارع تحت تیمار بین ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش عملکرد، ۶/۳۸ درصد از مزارع تحت تیمار بین ۱۵ تا ۲۰ درصد و ۶/۳۸ درصد از مزارع تحت تیمار بین ۲۰ تا ۳۰ درصد و ۶/۳۸ درصد بالای ۳۰ درصد افزایش عملکرد می باشند. میانگین برداشت محصول در شالیزارهای کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفاته ۵۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار بوده، در حالی که با مصرف کود زیستی بارور-۲ برداشت محصول به ۵۷۴۳ کیلوگرم بر هکتار رسیده است. در کل، میانگین افزایش محصول برابر ۵۴۳ کیلوگرم بر هکتار یا ۱۱/۲ درصد بوده است. بالاترین برداشت محصول با استفاده از این کود ۱۱۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار در استان آذربایجان شرقی است که ۵۸۰۰ کیلوگرم بالاتر از میانگین عملکرد در صورت استفاده از کود شیمیایی فسفاته (بدون مصرف بارور۲) است. بیشترین اثربخشی کود زیستی فسفاته در استان های ایلام و مازندران در سال ۱۳۸۵ (بیش از ۵۷ درصد) بوده است (زیست فناور سبز، ۱۳۸۴).

استفاده از کود زیستی بارور۲ عرضه شده به عنوان یک پژوهش در سطح پایلوت کشوری در خصوص تولید پنبه اجرا شد تا ضمن بررسی اثرات اقلیمی، ارزیابی میدانی اثربخشی این کود نیز بررسی شود. از طریق گزارش‌های جمع‌آوری شده از ۱۳۱ مزرعه از ۱۰ استان، حاکی از این است که ۰/۷ درصد از مزارع کاهش عملکرد، ۳/۸ درصد مزارع فاقد افزایش عملکرد، ۱۹ درصد تا ۵ درصد افزایش عملکرد، ۴۵/۸ درصد بین ۵ تا ۱۰ درصد افزایش عملکرد، ۱۶/۸ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش عملکرد، ۹/۱ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش عملکرد، ۳ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش عملکرد و ۱/۵ درصد بالای ۳۰ درصد افزایش عملکرد داشته‌اند. به طور کلی، میانگین برداشت محصول در مزارع پنبه کشور با

استفاده از کود شیمیایی فسفاته ۲۶۷۸ کیلوگرم بر هکتار بوده، در حالی که با مصرف کود زیستی بارور-۲ برداشت محصول به ۲۹۱۹ کیلوگرم بر هکتار رسیده است. به این ترتیب، میانگین افزایش محصول در اثر مصرف کود زیستی باورر۲ برابر ۲۴۲ کیلوگرم بر هکتار (۹/۸ درصد) بوده است. بالاترین برداشت محصول با استفاده از این کود زیستی ۷۶۹۶ کیلوگرم در هکتار در استان اصفهان است که ۵۰۱۸ کیلوگرم بالاتر از میانگین کشوری بدون استفاده از کود زیستی بارور۲ است. بیشترین اثربخشی کود زیستی فسفاته از نظر عملکردها به ترتیب در استان مازندران (میانگین ۱۸/۹ درصد) و سپس در استان تهران (۱۷/۵) و قم (۱۳/۶ درصد) بوده است. در این ارتباط، بایستی اثرات اقلیمی و روش‌های زراعی کشاورزان هر استان را در نظر گرفت. افزایش محصول پنبه با استفاده از کود زیستی بارور۲ در کل کشور به طور متوسط ۲۴۲ کیلوگرم بر هکتار می باشد(زیست فناور سبز، ۱۳۸۴).

۲-۲۱- باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم

امروزه در برنامه ریزی برای سیستم های کشاورزی پایدار، استفاده از همزیستی ریزوبیوم- لگومینوز ضرورتی اساسی تلقی می شود. برنامه های دقیق تناوب زراعی با منظور کردن لگومینوزهای مناسب در گردش زراعی، پس از سال ها دوباره جایگزین سیستم های تک کشتی متکی به مصرف کود شیمیایی می شوند.

برای گیاهانی مانند سویا که می توانند به اتکاء همزیستی با باکتری های تثبیت کننده نیتروزن مولکولی، بدون نیاز به مصرف کودهای شیمیایی بالاترین بازده محصول را داشته باشند، استفاده از این توان ذاتی به لحاظ جنبه های مفید اقتصادی و زیست محیطی آن، ضرورتی اجتناب ناپذیر به شمار می رود. نیتروژن مهمترین عنصری است که گیاه از خاک جذب می نماید و تثبیت بیولوژیک نیتروژن بهترین راهی است که به کمک آن، خاک به طور طبیعی از این عنصر غذایی غنی می گردد. انجام این فرآیند علاوه بر این که سالانه حدود ۱۷۰ میلیون تن انرژی اتمسفری را به بیوسفر وارد می نماید، هیچ یک از مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را به همراه ندارد(اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹).

باکتری های تثبیت کننده نیتروژن در ریشه گیاهان تیره بقولات از ارزش قابل ملاحظه ای در افزایش دانه و بعضی از فاکتورهای کمی و کیفی برخوردار هستند. با توجه به اینکه استقرار رابطه همزیستی بین نیامداران و سویه های موثر باکتری ریزوبیوم و تشکیل موفقیت آمیز گره و تثبیت زیستی نیتروژن وابسته به وجود تعداد کافی از باکتری های سازگار در محیط اطراف ریشه گیاه میزبان در خاک می باشد، در نواحی که نیامداران قبلا در آنجا کشت نشده اند یا در خاک های نواحی که به طور طبیعی این باکتری ها در آنجا یافت نمی شوند یا سویه های سازگار و مناسب آن ها وجود ندارد، تلقیح بذر قبل از کاشت روشی مناسب برای انتقال مقادیر مناسبی از باکتری ها در زمان و محلی مناسب برای تامین هدف تثبیت موفقیت آمیز نیتروژن می باشد(سودرلاند و روزوال، ۱۹۸۲). سویا که جزء تیره بقولات است از این قاعده

مستثنی نیست(تکر وهمکاران، ۱۹۹۹). سینگ در سال ۱۹۹۴ در آزمایشی افزایش عملکرد دانه سویا در تلقیح با باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم را گزارش کرد.

نتایج آزمایش های چابوت و همکاران (۱۹۹۳) حاکی از ان است که برادی رایزوبیوم علاوه بر تثبیت نیتروژن می تواند به عنوان باکتری محرک رشد گیاه نیز تلقی شود و قادر به انحلال فسفات آلی و معدنی باشد. راثی پور و علی زاده (۱۳۸۶) در تحقیقی اثرات متقابل باکتریهای حل کننده فسفات و برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم بر شاخص های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که برادی رایزوبیوم بر درصد فسفر، پتاسیم، نیتروژن بخش هوایی گیاه، تعداد، وزن تر و وزن خشک گره های ریشه و وزن دانه در بوته تاثیر معنی دار و مثبت داشت.

مطالعات باسواس و همکاران (۲۰۰۰)، افزایش طول گیاهچه و ساقه اولیه برنج در اثر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم را از طریق ترشح هورمون های گیاهی تحریک کننده رشد توسط این باکتری ها دانستند. همچنین یزدی صمدی و زالی (۱۹۷۵)، لومباردو (۱۹۹۱)، ژانگ (۲۰۰۲) نیز افزایش ارتفاع گیاه سویا را در تلقیح با باکتری برادی رایزوبیوم گزارش کردند. همچنین اردکانی (۱۳۷۴) و فرحبخش و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند تعداد گره در سویا تا حدودی متناسب با ارتفاع است و با افزایش گره، ارتفاع نیز افزایش یافت. ژانگ (۲۰۰۲) طی آزمایشی به این نتیجه رسید که تلقیح بذرهای سویا با برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم تعداد گره را افزایش داد.

باکتری های همزیست با گیاهان تیره لگومینوز از جنس ریزوبیوم هستند که به خانواده ریزوبیاسه تعلق دارند. این باکتریها، گرم منفی، هوازی و فاقد اسپور هستند که می توانند به لگوم ها وارد شده و بر روی ریشه و گاهی بر روی ساقه آنها تشکیل گره بدهند(مک کاردل و همکاران، ۱۹۹۳). باکتری های کند رشد تشکیل دهنده گره که ارتباط ویژه ای با سویا دارند، به جنس برادی رایزوبیوم نسبت داده می شوند. امروزه این جنس فقط یک گونه شناخته شده به نام برادی رایزوبیوم دارد(هولیس و همکاران، ۱۹۸۱).

متوسط زمان لازم برای تولید مثل این باکتری های کند رشد ۶ تا ۸ ساعت است. قطر کلنی این باکتری ها پس از ۷ تا ۱۰ روز کشت در حدود یک میلی متر است. مقدار مواد صمغی تولید شده به وسیله این نوع کمتر از انواع زود رشد می باشد و نوع این مواد غلیظتر و چسبنده تر به نظر می رسد ودر محیط کشت آن ها اسیدیته معمولا به سمت قلیایی میل می کند(وینسنت، ۱۹۷۴).

توانایی احیایی نیتروژن مولکولی اتمسفر به پروکاریوت ها محدود می شود. لگوم ها و تعداد کمی از سایر گونه های گیاهی هم توانایی تثبیت نیتروژن مولکولی اتمسفر را از راه روابط همزیستی دارند. در سویا تثبیت نیتروژن مولکولی در گره های روی ریشه های گیاه و به وسیله برادی رایزوبیوم انجام می گیرد. سویا با ایجاد همزیستی با باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم می تواند تا نزدیک ۲۰۰ کیلو گرم نیتروژن را در هکتار در سال تثبیت کند(اسمیت و هام، ۱۹۸۷). توانایی تثبیت نیتروژن در سویا بستگی به عوامل اکولوژیک مانند دما، عناصرغذایی کم مصرف و پر مصرف و رژیم آبیاری دارد. سویا به عنوان یک لگوم نیمه گرمسیری برای فعالیت همزیستی بهینه به دماهای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد نیاز دارد. زمانی که دمای خاک به کمتر از ۲۵ درجه سانتی گراد کاهش یابد ولی بالاتر از ۱۷ درجه سانتی گراد باقی بماند، زمان بین تلقیح و شروع تثبیت به ازای هر یک درجه سانتی گراد کاهش دما، دو تا سه روز به تاخیر می افتد و اگر دمای خاک بین ۱۵تا ۱۷ درجه سانتیگراد باشد، اثر بازدارندگی قوی تری دارد، به گونه ای که به ازای هر یک درجه سانتیگراد کاهش دما، شروع تثبیت نیتروژن نزدیک به یک هفته به تاخیر می افتد(ژانگ و همکاران، ۱۹۹۵ و ژانگ و اسمیت، ۱۹۹۶). به تازگی برخی بررسی ها نشان داده است که پیش تلقیح گیاه با باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم، تلقیح مضاعف با برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم با سایر موجودات خاک مثل قارچ های میکوریزایی وزیکولار آرباسکولار (ژانگ و همکاران، ۱۹۹۵) و افزودن ریزوباکتری های محرک رشد (ژانگ و همکاران، ۱۹۹۶ و ژانگ و همکاران، ۱۹۹۷) می توانند گره زایی، تثبیت نیتروژن و عملکرد دانه و پروتئین را بهبود بخشند.

۲-۲۲- پرایمینگ

یکی از مشکلاتی که کشاورزان در کشورهای در حال توسعه با آن روبرو هستند، ناهمگنی خاک و عدم شرایط مناسب خاک است که سبب بروز مسائلی مانند کاهش درصد جوانه زنی و عدم سبز شدن یکنواخت محصول، رشد نابرابر گیاهان جوانه زده و رقابت نابرابر آن ها با یکدیگر در استفاده از منابعی مانند نور و مواد غذایی و آب می شود و این امر سبب تفاوت در زیست توده گیاهان و نهایتا عملکرد گیاهان یک گونه می شود.

دانه ها در خلال جوانه زنی در پاسخ به تنوع شرایط محیطی عملکرد ثابت ندارند. این مزیتی در میان گونه های وحشی است و ممکن است ناشی از تفاوت های ژنتیک، رسیدگی دانه، اندازه دانه، شدت خفتگی و غیره باشد. اما این فقدان عملکرد مناسب در کشاورزی که نیاز به جوانه زنی سریع همه دانه ها با حداکثر استقرار است، نامطلوب می نماید. امروزه بخشی از محققان فعال در حوزه بذر مشغول تحقیقاتی روی تیمارهای پیش از کاشت بذر هستند. تحقیقات متعدد اثبات کرده اند که اعمال این تیمارها به وسیله زارعین قبل از کاشت بذر به خصوص در شرایط نامساعد محیطی و بستر غیر بهینه بذر، می تواند جوانه زنی و رشد و نمو را در ابتدای دوره زیستی بهبود ببخشد و باعث استقرار هرچه بهتر شود. این امر سبب استفاده مطلوب تر گیاه از نهاده های موجود و در نهایت افزایش کمی و کیفی محصول می شود. به این تیمارها، پرایمینگ بذر می گویند.

به طور کلی، پرایمینگ بذر جذب آب به منظور راه اندازی وقایع ابتدایی و آغازین جوانه زنی است، ولی نه آنقدر کافی که بیرون زدن ریشه چه را امکان پذیر کند . به بیان دیگر پرایمینگ به تعدادی از روش های مختلف بهبود دهنده بذور اطلاق می شود که در تمامی آنها آبدهی کنترل شده بذر اعمال می شود(فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبدهی جرئی آنها می باشد به طوری که بذور مرحله اول(جذب فیزیکی آب) و دوم(شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه زنی را پشت سر

گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه چه) باز می ماند(برادفورد، ۱۹۹۵). پرایمینگ به روش های مختلفی و با اهداف خاصی انجام می شود که از میان آن ها مواردی مثل هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ، ماتریک پرایمینگ، هالوپرایمینگ، ترموپرایمینگ، بیوپرایمینگ، درام پرایمینگ و پرایمینگ با هرمون های رشد گیاهی را می توان نام برد. در حال حاضر از چهار تکنیک هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ، ماتریک پرایمینگ و پیش جوانه زنی، به طور تجاری برای پرایمینگ بذر استفاده می شود که از رایج ترین آنها هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ می باشند.

در روش هیدروپرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می شوند، که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب هستند کنترل می شود(جودی و شریف زاده، ۲۰۰۶: اشرف و فولاد، ۲۰۰۵: فاروق و همکاران، ۲۰۰۶).

اسموپرایمینگ نوع خاصی از آماده سازی پیش از کاشت بذور می باشد که از طریق خوابانیدن بذور در محلول های با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی نظیر پلی اتیلن گلایکول(PEG)، مانیتول، کودهای شیمیایی(نظیر اوره) و... صورت می گیرد(اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

در رابطه با اثر تیمارهای آماده سازی، بسرا و همکاران(۲۰۰۶) گزارش دادند که به کارگیری تیمار اسموپرایمینگ(PEG-۸۰۰۰ وپتانسیل اسمزی۱/۲۵- مگاپاسکال) برای بذور برنج به مدت ۴۸ ساعت موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، ظهور یکنواخت و بهبود وضعیت رشد گیاهچه گردید.

اسموپرایمینگ بذور ذرت با استفاده از پلی اتیلن گلایکول و نیترات پتاسیم باعث تسریع جوانه زنی در دمای پایین(۱۰درجه سانتیگراد) گردید(بسرا و همکاران، ۱۹۸۹). در آزمایش دیگری خواباندن بذور ذرت در کلرید پتاسیم ۲/۵ درصد به مدت ۱۶ ساعت باعث کاهش طول کلئوپتیل وریشه چه گردید، در حالی که تیمار بذور با محلول جیبرلیک اسید(GA_3) به مدت ۳۰ دقیقه موجب بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهچه گردید، حال آنکه تاثیری بر عملکرد دانه نداشت(سوبدی و ما، ۲۰۰۵). هیدروپرایمینگ بذور

ژنوتیپ های مختلف ذرت به مدت ۲۴ ساعت توانست ظهور گیاهچه از سطح خاک را تسریع کرده و باعث افزایش عملکرد گردید(ناگار و همکاران، ۱۹۹۸).

تیمار قبل از کاشت بذور سورگوم و ارزن در محلول کود اوره(۷/۵ گرم در لیتر) باعث تسریع جوانه زنی و رشد گیاهچه گردید(المودارسی وجوتزی، ۱۹۹۹).

۲-۲۳- نحوه عملکرد پرایمینگ

اساس موفقیت پرایمینگ بذر، جذب آب است که در سه فاز جوانه زنی دانه رخ می دهند. فازI آبگیری است و در نتیجه جذب سریع آب آغازین ناشی از پتانسیل آب پایین دانه است. در طی این فاز DNA و میتوکندری بازسازی و پروتئین ها با استفاده از mRNAهای موجود سنتز می شوند.

فازII فقط با یک افزایش تدریجی در میزان آب دانه نمایان می شود، اما فعالیت های مربوط به جوانه زنی در آغاز راه هستند که شامل سنتز میتوکنتری و پروتئبن های متکی به ترجمه از روی mRNAهای جدید است. فاز های I و II فرآیندهای جوانه زنی را آشکار می کنند و اساس پرایمینگ موفق هستند که دانه به میزانی از رطوبت می رسد که فقط خروج اندک ریشه چه را همراه داشته باشد.

تکمیل جوانه زنی و شروع رشد نشاء گیاهک با ادامه رشد ریشه چه بیان می شود که در طی فازIII رخ می دهد و بوسیله افزایش سریع دیگری از جذب آب مشخص می شود. این کار تورژسانس لازم برای بزرگ شدن سلول های ریشه چه را ایجاد می کند.

در سطح پروتئینی تحقیقات نشان داده است که در دانه های ذرت شیرین با اسموپرایمینگ و ماتریک پرایمینگ فعالیت α وβ آمیلاز، پروتئین های آلدولاز و ایزوسیترات لیاز افزایش می یابد، مقدار گلوکز۶فسفات دهیدروژناز بیش تر می شود و فعالیت الکل دهیدروژناز کاهش می یابد. بنابراین پرایمینگ اجازه عمل به بسیاری از وقایع طبیعی جوانه زنی را می دهد. از سوی دیگر تحقیقات نشان داده اند که اسموپرایمینگ مقدار RNA را در دانه های تره فرنگی و گوجه فرنگی افزایش می دهد و بیش ترین این

مقدار ناشی از سنتز RNA ریبوزومی است در حالی که به نظر می رسد RNA پیک ثابت باقی می ماند. بنابراین، این تحقیقات نقش پرایمینگ را در سنتز پروتئین هایی که جوانه زنی بعدی دانه را امکان پذیر می کنند، نشان می دهد.

در پایان باید اشاره کنیم که پرایمینگ بذر با تاثیر بر مراحل جوانه زنی، دستیابی به درصد و سرعت جوانه زنی بالاتر، به خصوص ایجاد جوانه زنی همگن و یکنواخت در مزارع را سبب می شود که استقرار سریع تر گیاهچه خود می تواند مقاومت بیشتر گیاهچه را در برابر تنش های محیطی، نظیر خشکی و شوری ایجاد کرده و موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان شود.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در منطقه بسطام به اجرا در آمد.

۳-۲- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف النهار گرویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹ متر است.

۳-۳- نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۲ کرت بود که با احتساب ۴ تکرار تعداد کرت ها ۴۸ عدد بود.

۳-۴- مشخصات مواد آزمایشی

رقم سویای مورد استفاده در این آزمایش رقم ویلیامز بود که از کشت و صنعت مغان واقع در استان اردبیل تهیه گردید. کود زیستی بارور۲ حاوی دو نوع باکتری باسیلوس لنتوس و سودوموناس پوتیدا بود.

۳-۵- عملیات اجرایی

۳-۵-۱- تیمارهای مورد آزمایش و نقشه کشت

عوامل مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از:

کود زیستی بارور۲ در دو سطح: a_1 وa_2 به ترتیب مصرف و عدم مصرف

باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم در دوسطح:b_1 تلقیح و b_2 عدم تلقیح

پرایمینگ درسه سطح: c_1 هیدروپرایمینگ، c_2 اسمو پرایمینگ و c_3 عدم پرایمینگ(شاهد).

هر کرت آزمایشی از ۴ ردیف ۶ متری به فواصل ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر تشکیل گردید و فاصله بذور روی ردیف ها ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد.

شکل ۳-۱- نقشه کشت

A1 B2 C2	A2 B2 C1	A2 B1 C1	A1 B2 C1	A1 B1 C2	A1 B1 C1	A1 B1 C3	A2 B2 C3	A2 B1 C2	A1 B2 C3	A2 B2 C2	A2 B1 C3

A2 B1 C2	A2 B2 C3	A2 B1 C3	A1 B1 C2	A1 B2 C3	A2 B2 C1	A2 B2 C2	A1 B2 c2	A1 B2 C1	A1 B1 C1	A2 B1 C1	A1 B1 C3

A2 B2 C2	A1 B2 C3	A1 B1 C3	A2 B2 C3	A2 B1 C1	A1 B2 C1	A2 B1 C3	A2 B1 C2	A1 B2 C2	A2 B2 C1	A1 B1 C1	A1 B1 C2
A1 B1 C3	A2 b1 C3	A1 B2 C2	A1 B1 C1	A2 B2 C2	A2 B1 C2	A1 B1 C2	A1 B2 C1	A1 B2 C3	A2 B1 C1	A2 B2 C3	A2 B2 C1

۳-۵-۲- عملیات آماده سازی زمین و کاشت بذور

به منظور آماده سازی زمین یک شخم عمیق در پائیز 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 پشته هایی به فواصل ۵۰ سانتی متر ایجاد گردید. سپس اندازه کرت ها در آن مشخص شد و پس از آن جوی های آبیاری تعبیه گردیدند. به منظور عدم اختلاط آب آبیاری تیمارها با یکدیگر بین هر دو تیمار یک خط نکاشت در نظر گرفته شد و محل تیمارهای مورد نظر به صورت تصادفی مشخص شد. همچنین 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. مصرف کود زیستی بارور۲ به صورت بذرمال متناسب با تیمارهای مورد نظر یک ساعت قبل از کاشت در سایه استفاده شد. همچنین عمل تلقیح بذرها با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم نیز متناسب با تیمارهای مورد نظر یک ساعت قبل از کاشت در

سایه انجام گرفت. برای انجام هیدروپرایمینگ، بذرها را به مدت ۱۸ ساعت در داخل ۱/۵ لیترآب مقطر قرار دادیم. همچنین جهت انجام اسموپرایمینگ ۳۰۰ گرم پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ را در داخل ۱/۵ لیتر آب مقطرکاملا حل نموده و بذرهای سویا را به این محلول اضافه نمودیم. نگهداری بذرها در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه به مدت ۱۸ ساعت انجام شد و پس از این مدت بذر ها را کشت نمودیم. کاشت در تاریخ مناسب برای منطقه، در اوایل خرداد ماه انجام شد.

۳-۵-۳- عملیات داشت

الف- آبیاری: نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور انجام شد به صورتی که پشته ها کاملا خیس شدند. آبیاری های بعدی هم در طول فصل رشد هر هفت روز یک بار انجام گردید.

ب- واکاری: بعد از جوانه زنی و ظهور گیاه، در نقاطی که سبز شدن بذور با مشکل مواجه شده بود اقدام به واکاری شد.

ج- تنک: با توجه به اهمیت تراکم بوته، تنک کردن در مرحله ۶-۴ برگی گیاهچه ها و با حفظ یک بوته سالم و قوی و حذف دیگر بوته ها اجرا شد.

د- مبارزه با علف های هرز: جهت دفع علف های هرز روی خطوط کاشت و بین ردیف ها هر دو هفته یکبار و در ۴ مرحله وجین به وسیله کارگر انجام گرفت.

۳-۵-۴- نمونه برداری و اندازه گیری ها

با توجه به زمان کاشت، اولین نمونه برداری بوته ها در تاریخ ۹۰/۵/۳ صورت پذیرفت و نمونه گیری های بعدی هر ۱۴ روز یکبار انجام شد. در زمان نمونه برداری از ابتدا و انتهایی هر کرت ۵۰ سانتیمتر و دو ردیف کناری کرت ها به عنوان حاشیه حذف گردید و در هر مرحله نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، ۳ بوته به صورت تصادفی از دو ردیف وسط برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه بوته ها به اجزای آن تفکیک و با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. وزن خشک بوته ها و اندام های آن

پس از خشک شدن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد تا مرحله رسیدن به وزن ثابت، توزین و ثبت شد. جهت تعیین میزان سطح برگ از کاغذ میلیمتری استفاده شد.

۳-۵-۵ برداشت نهایی

بوته ها در انتهای دوره رشد پس از رسیدگی فیزیولوژیکی و با برداشت ۱۰ بوته از هر کرت جهت اندازه گیری عملکرد نهایی و اجزای عملکرد برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آخرین نمونه برداری برخی صفات مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک نیز اندازه گیری شد. همچنین درصد پروتئین و درصد روغن دانه ها نیز اندازه گیری شد که برای اندازه گیری آنها به ترتیب از روش کجدال و روش سوکسوله استفاده شد.

۳-۵-۶- بر آورد شاخص های فیزیولوژیکی رشد

شاخص سطح برگ از نسبت کل سطح برگ به سطح زمین پوشش داده شده بدست می آید. به همین منظور با تعیین سطح برگ بوته ها در هر مرحله و با توجه به مساحت نمونه برداری، میزان LAI محاسبه گردید. واژه شاخص سطح برگ توسط واتسون در سال ۱۹۷۴ ارائه گردید و طبق تعریف عبارت است از نسبت سطح برگ گیاه به سطح زمینی که روی آن سایه می اندازد. از آنجایی که تشعشع خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می شود لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگ ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می باشد. به عبارت ساده تر، LAI نشان می دهد که در یک متر مربع چند متر مربع برگ وجود دارد. میزان سطح برگ تعیین کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است و افزایش شاخص سطح برگ به دلیل ارتباط تنگاتنگ و مثبتی که با جذب تشعشع دارد، عملکرد ماده خشک را افزایش می دهد و این همبستگی تا رسیدن به شاخص سطح برگ بحرانی ادامه دارد. ناموکو و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که افزایش سطح برگ تعیین کننده سرعت رشد

گیاه و قابلیت رقابت گیاهان در ابتدای فصل رشد می باشد. در واقع افزایش سطح برگ یک عامل مهم سازگاری به منظور استقرار سریع تر قسمت های فتوسنتزی گیاه است که باعث رشد سریع تر و رقابت بهتر با گیاهان همجوار گیاه اصلی می شود. اندازه گیری شاخص سطح برگ در طول دوره رشد گیاه در پنج مرحله صورت گرفت.

سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح می باشد و از رابطه $CGR=(w_2-w_1)/ G_A(t_2-t_1)$ حاصل می شود که در آن w_1 و w_2 وزن خشک گیاه در زمان های t_1 وt_2 و G_A مساحت زمین است (آسکوا،۲۰۰۲). برای محاسبه این شاخص رشد هر ۱۴ روز یکبار نمونه برداری انجام گرفت. بدین صورت که ۳ بوته سویا که نمایانگر کل کرت بود با حذف حاشیه ها از خطوط میانی واحد های آزمایشی برداشت شدند و بوته های مذکور در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک آنها اندازه گیری شد و سپس با استفاده از رابطه فوق سرعت رشد گیاه برای آنها محاسبه شد.

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی معین است که در هر بار نمونه برداری طبق معادله زیر محاسبه گردید.

$RGR= (\ln w_2-\ln w_1)/(T_2-T_1)$

سرعت جذب خالص عبارت است از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین. در واقع این صفت معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگ ها در یک جامعه گیاهی می باشد که از تقسیم سرعت رشد محصول بر شاخص سطح برگ در هر بار نمونه برداری محاسبه گردید.

$NAR =CGR/LAI$

وزن خشک کل بیانگر کل بیوماس گیاه به صورت خشک می باشد و به عنوان کمیتی که مشخص کننده رشد گیاه است بکار می رود.

مجموع وزن خشک اجزاء بوته= TDW

۳-۵-۷- تجزیه آماری داده ها

در این تحقیق تجزیه واریانس اعداد خام با استفاده از نرم افزارهای MSTAT C و SAS انجام شد و سپس مقایسه میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

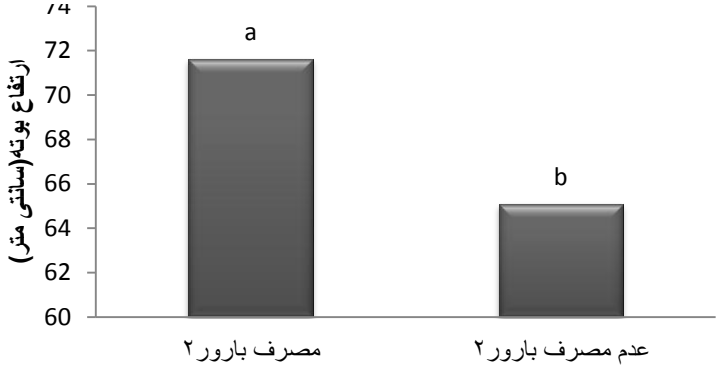
فصل چهارم

نتایج وبحث

۴-۱ نتایج حاصل از تجزیه واریانس

۴-۱-۱- ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس(جدول۴-۵) نشان داد که کاربرد بارور۲ و عدم استفاده از آن در صفت ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد اثرمعنی دار داشت، به طوری که بیشترین میانگین ارتفاع بوته در تیمار مصرف بارور۲ به میزان ۷۲/۶۲۵ سانتی متر مشاهده شد(شکل۴-۱). وو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک باعث افزایش ارتفاع بوته ذرت شد. آنها دلیل این امر را افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود فتوسنتز و ساخت مواد در اثر افزایش سطح برگ عنوان کردند. در آزمایشهایی که توسط هال و همکاران (۱۹۹۶) در مورد کلزا و گلیک (۱۹۹۵) در مورد گوجه فرنگی و کاهو انجام شد، طویل شدن ساقه و ریشه در اثر تلقیح با باکتری‌های پسودوموناس پوتیدا و پسودوموناس فلورسنس گزارش شد.

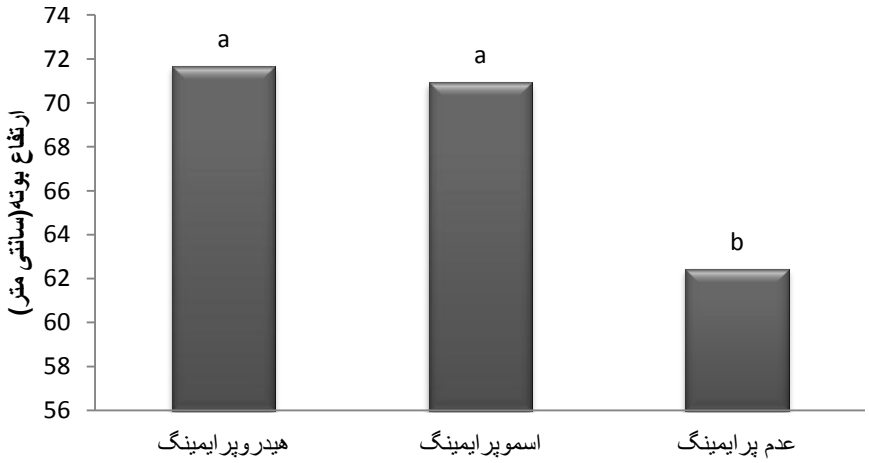


شکل ۴-۱تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت ارتفاع بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین کاربرد باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و عدم استفاده از آن در صفت ارتفاع بوته اختلاف معنی داری وجود نداشت.

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف پرایمینگ از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف پرایمینگ(شکل ۴-۲) نشان داد که با استفاده از تکنیک پرایمینگ ارتفاع بوته نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین ارتفاع بوته

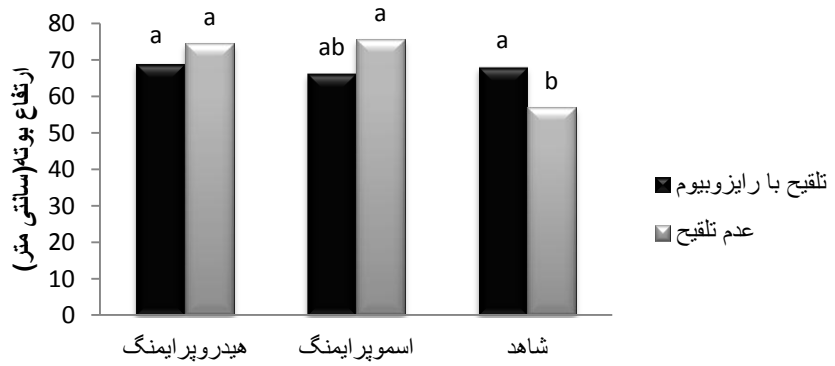
مربوط به سطح هیدروپرایمینگ به میزان ۷۱/۶۸۸ سانتی متر بود. ال-داماتی و همکاران ۱۹۶۴ اظهار داشتند که خیساندن بذر گندم با محلول ۰/۵ تا ۱ درصدی کلرمکوات کلرید به طور معنی داری سبب افزایش ارتفاع بوته گردید.



شکل ۴-۲تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت ارتفاع بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم و همچنین اثر متقابل بارور۲ و پرایمینگ بر صفت ارتفاع بوته معنی دار نمی باشد.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین این تیمار نشان داد که تیمار عدم تلقیح بذر با رایزوبیوم و اسموپرایمینگ با ۷۵/۶۳ سانتیمتر بهترین تیمار بود(شکل۴-۳).



شکل ۴-۳ اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمینگ بر صفت ارتفاع بوته

همچنین در جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل سه گانه بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. جدول مقایسه میانگین نشان داد که تیمار مصرف بارور۲ و تلقیح با رایزوبیوم و عدم پرایمینگ با ارتفاع ۸۲/۷۵ سانتیمتر برترین تیمار بود(جدول۴-۱).

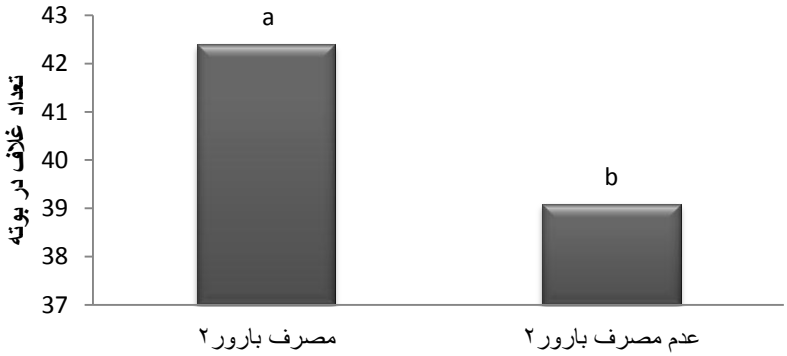
جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبییوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر ارتفاع بوته

عدم مصرف بارور۲						مصرف بارور۲					
عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم			عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم		
عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ
۵۷/۵۰	۸۱/۲۵	۷۴	۵۳/۲۶	۶۶/۷۵	۶۷/۵۰	۵۶/۲۵	۷۰	۷۵	۸۲/۷۵	۶۵/۷۵	۷۰/۲۵
de	ab	abc	e	bcde	bcde	de	abcd	abc	a	cde	abcd

۴-۱- ۲- تعداد غلاف در بوته

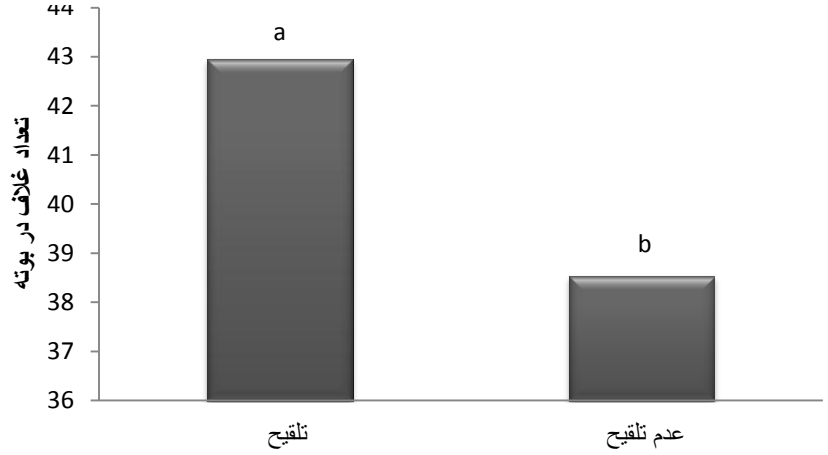
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین کاربرد کود زیستی بارور۲ و عدم استفاده از آن در صفت تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف بارور۲(شکل ۴-۴) نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ تعداد غلاف در بوته نیز افزایش یافت به طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به مصرف بارور۲ به میزان ۴۲/۴۰ غلاف می باشد. زاهیر و همکاران (۲۰۰۴)، گزارش کردند که استفاده از کودهای زیستی در زراعت باعث افزایش اجزای عملکرد دانه می گردد. از آنجایی که فسفر بیشترین تاثیر را بر گلدهی گیاه

سویا دارد و رابطه بین تعداد غلاف های تولید کننده بذر با تعداد گل هایی که به غلاف تبدیل می شود ثابت شده است، بنابراین در تیمارهای که در آنها از باکتری های آزاد کننده فسفر استفاده شد، بیشترین تعداد غلاف در گیاه تشکیل شد(ویل کاس،۱۹۷۴).



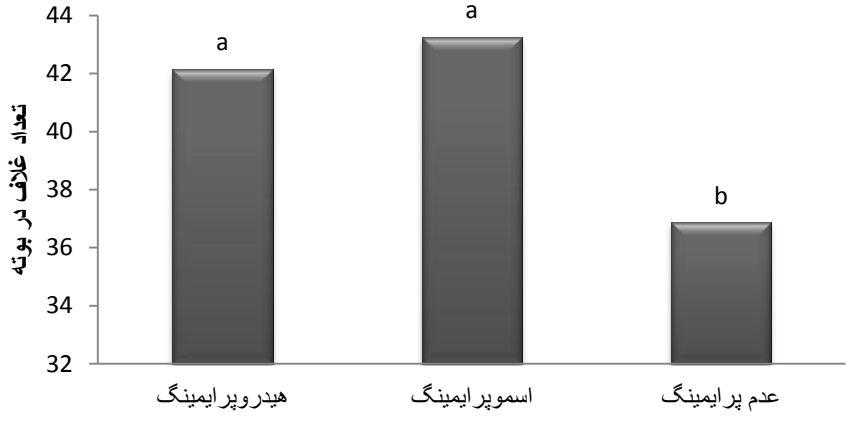
شکل۴-۴ تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲بر صفت تعداد غلاف در بوته

همچنین نتایج تجزیه واریانس(جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته (شکل ۴-۵) نشان می دهد که تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم به طور معنی داری تعدادغلاف در بوته را افزایش می دهد. بررسی های اوکرک و همکاران (۲۰۰۰) مشخص ساخت که تلقیح بذر سویا با باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم قبل از کاشت سبب افزایش تعداد غلاف و وزن خشک بوته و عملکرد دانه گردید. ژانگ(۲۰۰۲) به این نتیجه رسید که باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم باعث افزایش معنی دار تعداد غلاف در سویا می شود.



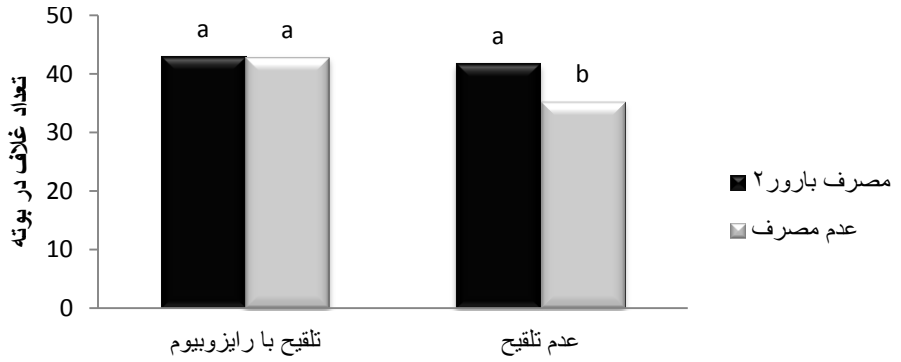
شکل۴-۵ تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت تعداد غلاف در بوته

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته (شکل۴-۶) نشان می دهد که تیمار پرایمینگ تعداد غلاف در بوته را افزایش می دهد، به طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به اسموپرایمینگ به میزان ۴۳/۲۴ غلاف بود. ال-دامتی و همکاران(۱۹۶۴) اظهار داشتند که خیساندن بذر گندم با محلول ۰/۵ تا ۱ درصدی کلرمکوات کلرید به طور معنی داری سبب افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد بذر در شرایط دیم شد.



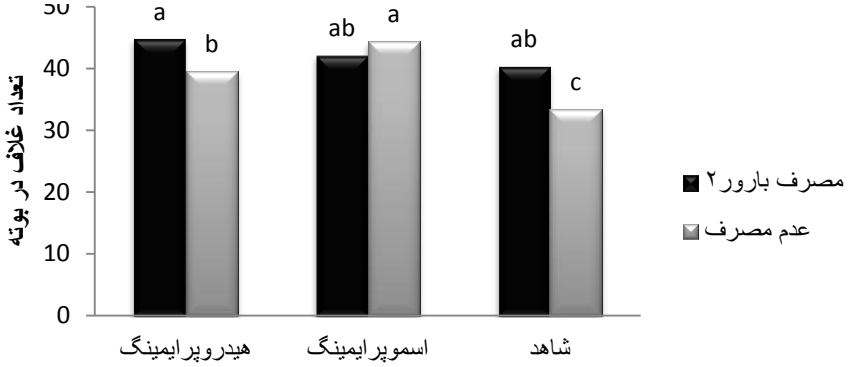
شکل۴-۶ تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت تعداد غلاف در بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم در سطح ۵ درصد معنی دار بود و مطابق شکل (۴-۷) تیمار مصرف کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم با تولید۴۳/۰۲ غلاف در بوته بهترین تیمار است. تحقیقات انجام یافته در مورد اثرات متقابل بین باکتری سودوموناس و باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بیانگر رابطه سینرژیستی بین آن هاست. باکتری های جنس سودوموناس به دلیل تولید فاکتورهای رشد همانند ویتامین ها قادرند به طور غیر مستقیم بر رشد برادی رایزوبیوم موثر باشند(هالت و همکاران،۱۹۹۴).



شکل ۴-۷ اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم بر صفت تعداد غلاف در بوته

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۵) نشان داد که اثر متقابل بارور۲ و پرایمینگ برصفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته (شکل۴-۸) نشان داد که تیمار اثر متقابل بارور۲ و پرایمینگ بر صفت تعداد غلاف در بوته با تولید ۴۴/۷۸ غلاف در بوته بهترین تیمار می باشد.



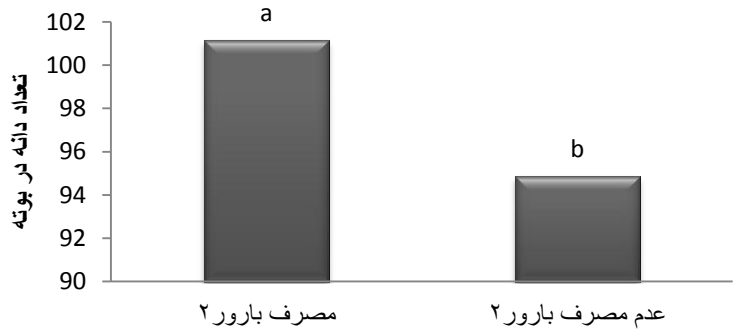
شکل۴-۸ اثر متقابل بارور۲ و پرایمینگ بر صفت تعداد غلاف در بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثرات متقابل کاربرد باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ اثر معنی داری بر روی صفت تعداد غلاف در بوته نداشت.

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۵) اثر متقابل بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت تعداد غلاف در بوته معنی دار نشد.

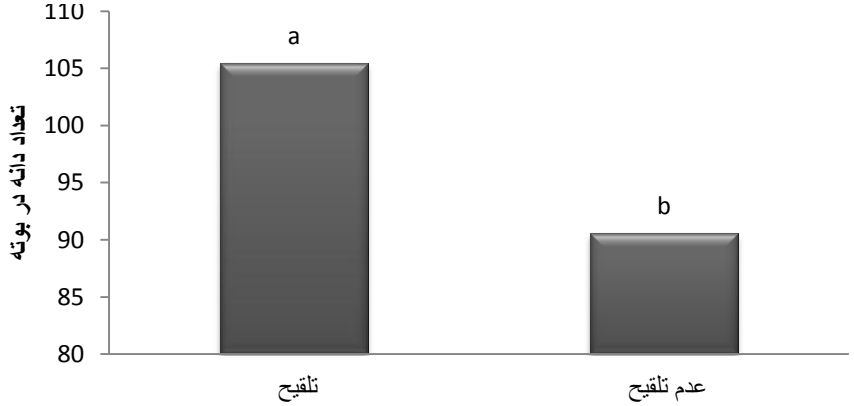
۴-۱-۳- تعداد دانه در بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین کاربرد بارور۲ و عدم استفاده از آن در صفت تعداد دانه در بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در سطوح مختلف بارور۲(شکل ۴-۹) نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ تعداد دانه در بوته افزایش یافت به طوری که بالاترین تعداد دانه در بوته مربوط به کاربرد بارور۲ به میزان ۱۰۱/۱۵۴ دانه در بوته بود. دفریتاس و همکاران (۱۹۹۷) در مورد کلزا، چکمکچی و همکاران (۱۹۹۹) در مورد چغندر قند، دفریتاس (۲۰۰۰) در مورد گندم و شاهین و همکاران (۲۰۰۴) در مورد جو و چغندر قند آزمایش‌هایی را انجام داده و همگی به این نتیجه رسیدند که تلقیح محصولات توسط این کودهای زیستی موجب افزایش معنی دار عملکرد و اجزاء عملکرد و جذب عناصر غذایی مخصوصاً فسفر شده است. حسین زاده (۱۳۸۴) نیز در بررسی اثر کود زیستی بارور ۲ بر روی ذرت دانه ای نشان داد که کود بارور۲ موجب افزایش تعداد دانه در بلال می گردد.



شکل۴-۹ تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ برصفت تعداد دانه در بوته

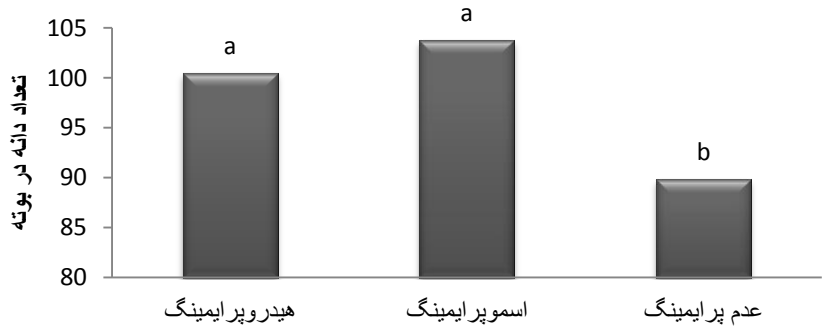
همچنین نتایج تجزیه واریانس(جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته (شکل ۴-۱۰) نشان داد که تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم به طور معنی داری تعداد دانه در بوته را افزایش داد به طوری که تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم با تولید ۱۰۵/۴۴۶ دانه در بوته بهترین تیمار بود. کاظمی و همکاران(۱۳۸۴) در بررسی تاثیر تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا، گزارش کردند که تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم سبب افزایش معنی دار تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و نهایتا عملکرد نهایی سویا گردید.



شکل ۴-۱۰ تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت تعداد دانه در بوته

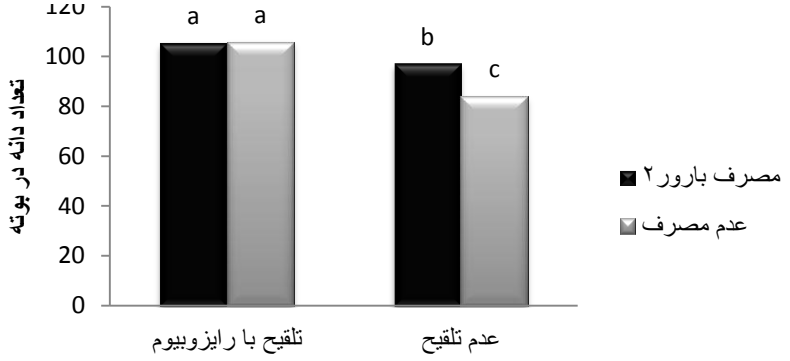
همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر پرایمینگ بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته (شکل۴-۱۱) نشان داد که تیمار

پرایمینگ تعداد دانه در بوته را افزایش می دهد به طوری که بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به اسموپرایمینگ با تولید ۱۰۳/۷۳۸ دانه در بوته بود. پول و چودری(۱۹۹۱) اظهار داشتند که خیساندن بذر گندم با محلول ۰/۵ تا ۱ درصدی کلرید پتاسیم به طور معنی داری سبب افزایش ارتفاع، اجزاء عملکرد و عملکرد بذر در شرایط دیم می شود. گزارش های متعددی مبنی بر تاثیر مثبت پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد در گیاهان مختلف وجود دارد(حسین و همکاران،۲۰۰۶)، (فاروق و همکاران،۲۰۰۶)، (کالون و همکاران،۱۹۹۲) (قاسمی گلزنی و همکاران،۲۰۰۸).



شکل ۴-۱۱ تاثیر پرایمینگ بذربر صفت تعداد دانه در بوته

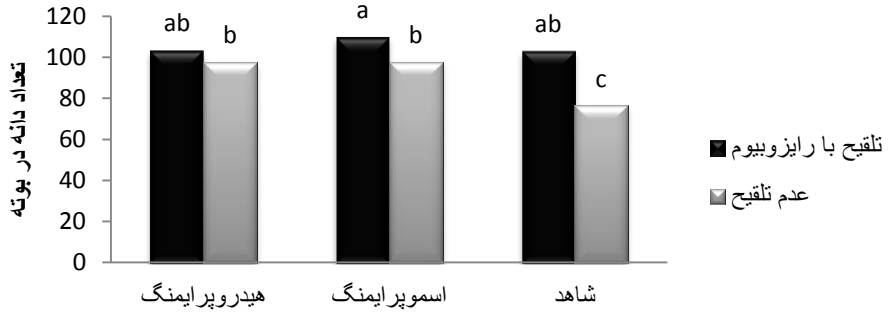
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت تعداد دانه در بوته سطح ۵ درصد معنی دار می باشد. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته نشان داد که تیمار مصرف کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم با تولید۱۰۵/۷دانه در بوته بهترین تیمار بود(شکل۴-۱۲). تحقیقات انجام یافته در مورد اثرات متقابل بین باکتری های حل کنندگان فسفات و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بیانگر رابطه سینرژیستی بین آنهاست(روساس و همکاران، ۲۰۰۲)



شکل ۴-۱۲ اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم بر صفت تعداد دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۵) نشان می دهد که اثر متقابل بارور۲ و پرایمینگ برصفت تعداد دانه در بوته معنی دار نبود.

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ در سطح ۱ درصد معنی دار شد و مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته(شکل۴-۱۳) نشان داد که تیمار تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم و اسموپرایمینگ با تولید۱۰۹/۸ دانه در بوته برترین تیمار بود.



شکل ۴-۱۳ اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمنگ بر صفت تعداد دانه دربوته

تجزیه واریانس اثر متقابل بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ (جدول ۴-۵) بر صفت تعداد دانه در بوته درسطح ۱ درصد معنی دار بود و مقایسه میانگین سطوح تیمارها بصورت زیر می باشد(جدول ۴-۲).

جدول ۴-۲ مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر تعداد دانه در بوته

عدم مصرف بارور۲						مصرف بارور۲					
عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم			عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم		
عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ
۶۰/۲۳ e	۹۵/۰۸ cd	۹۶/۷۵ bcd	۱۰۵/۷ abc	۱۱۳/۳ a	۹۸/۱۵ bcd	۹۲/۶۰ d	۱۰۰/۳ abcd	۹۸/۴۳ bcd	۱۰۰/۸ abcd	۱۰۶/۴ abc	۱۰۸/۵ ab

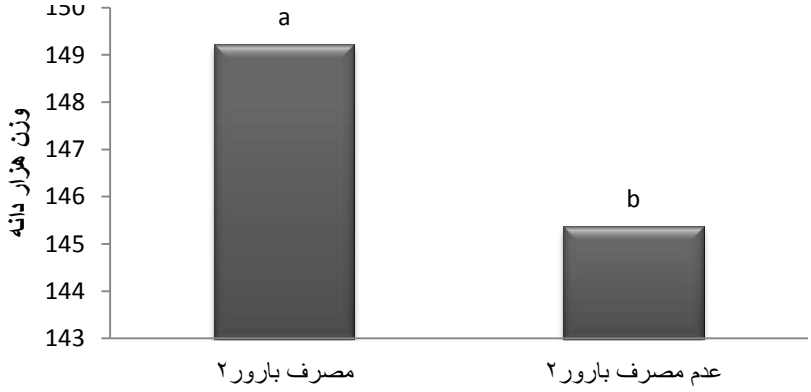
۴-۱-۴- تعداد دانه درغلاف

صفت تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر هیچ یک از عوامل مورد بررسی معنی دارنشد(جدول۴-۵). رئیسی(۱۳۸۰) گزارش داد که تغیرات کم تعداد دانه در غلاف در گیاه سویا به دلیل توارث پذیری بالای آن است. نتایج تحقیقات لوپزبلید و همکاران(۲۰۰۵) در گیاه باقلا نشان داد که تعداد دانه در غلاف به وسیله ژنوتیپ تعیین می شود و کمتر شرایط محیطی بر روی آن تاثیر گذار است.

۴-۱-۵- وزن هزار دانه

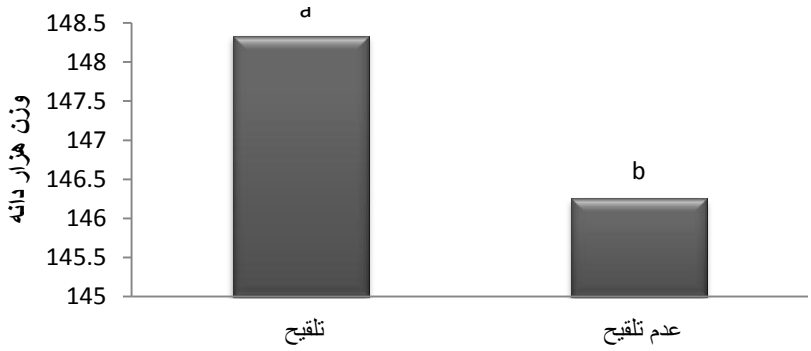
مطابق جدول تجزیه واریانس(جدول۴-۵) بین کاربرد بارور۲ و عدم استفاده از آن در صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه وزن هزار دانه در سطوح مختلف بارور۲(شکل ۴-۱۴) نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ وزن هزار دانه نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان وزن هزار دانه مربوط به سطح مصرف بارور۲ به میزان ۱۴۹/۲۱۷گرم بود. استفاده از باکتری های افزاینده رشد در ذرت به دلیل تولید فیتوهورمون های افزاینده رشد گیاه و افزایش مقاومت در برابر پاتوژن ها سبب افزایش اجزاء عملکرد نظیر تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و تعداد ردیف در

بلال شد. تیلاک و همکاران(۲۰۰۵) گزارش کردند که مصرف کود های زیستی علاوه بر افزایش راندمان محصول و اجزای عملکرد باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیز می گردد. چنین نتایجی توسط شاوکات و همکاران(۲۰۰۶) نیز گزارش شده است.



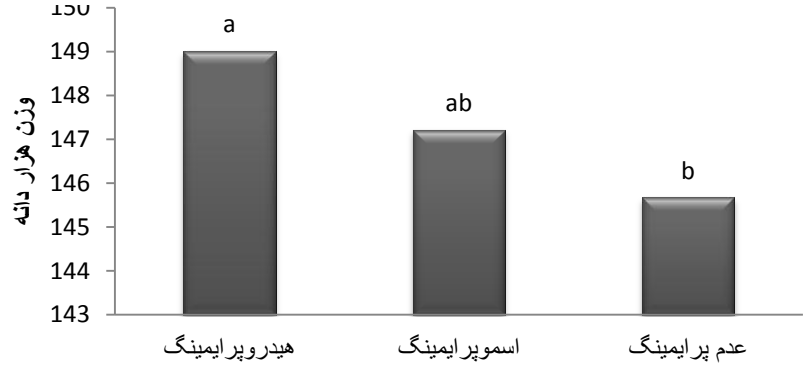
شکل۴-۱۴ تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر وزن هزار دانه

همچنین نتایج تجزیه واریانس(جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین وزن هزار دانه (شکل ۴-۱۵) نشان داد که تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم به طور معنی داری وزن هزار دانه را افزایش می دهد به طوری که تیمار تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم با تولید۱۴۸/۳۳۳گرم دانه در بوته بهترین تیماربود. ویرسما و اورف (۱۹۹۲) در طی تحقیقی به این نتیجه رسیدند که بر اثر تلقیح سویا با گونه‌های مختلف برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم ، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش یافت. یزدی صمدی و زالی (۱۹۷۵) به این نتیجه رسیدند که تلقیح برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم با سویا باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه شد.



شکل ۴-۱۵ تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت وزن هزار دانه

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر پرایمینگ بر صفت وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد. مقایسه میانگین وزن هزار دانه (شکل۴-۱۶) نشان داد که تیمار پرایمینگ وزن هزار دانه را افزایش می دهد به طوری که تیمار هیدروپرایمینگ با تولید ۱۴۹/۰۰۶ گرم بالاترین وزن هزار دانه را داشت. باستیا و همکاران (۱۹۹۹) توانستند با به کارگیری تیمار هیدروپرایمینگ بذور گلرنگ به همراه تغییر تاریخ کاشت تعداد بوته در مترمربع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد را بهبود دهند.

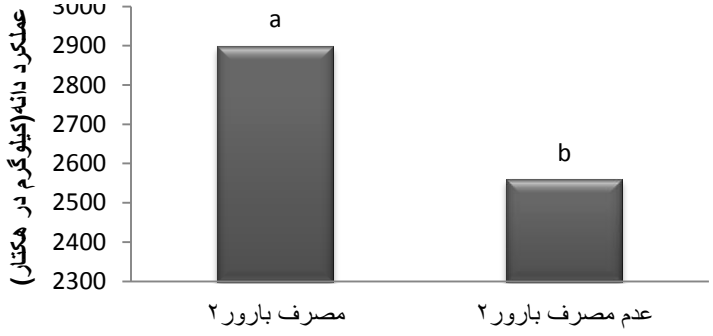


شکل ۴-۱۶ تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت وزن هزار دانه

صفت وزن هزار دانه تحت تاثیر هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه بارور۲و رایزوبیوم ژاپونیکوم، بارور۲ و پرایمینگ، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ و اثرمتقابل سه گانه کود زیستی بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ معنی دارنشد(جدول۴-۵).

۴-۱-۶- عملکرد

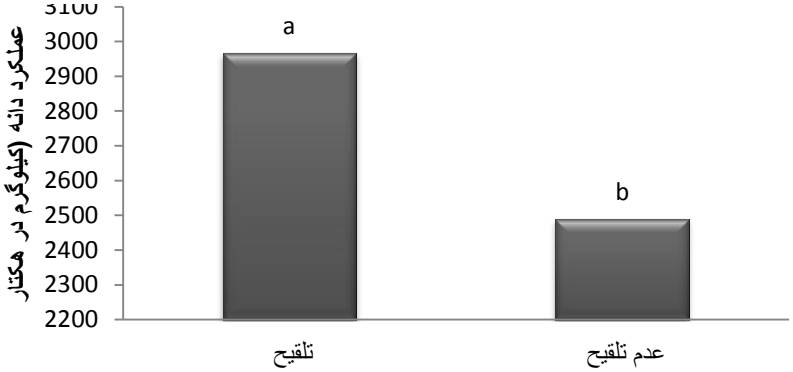
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف بارور۲ از نظر عملکرد اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه عملکرد در سطوح مختلف بارور۲(شکل ۴-۱۷) نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ عملکرد نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان عملکرد مربوط به سطح مصرف بارور۲ به میزان ۲۸۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار بود. باکتری های حل کننده فسفات با افزایش جذب فسفر توسط گیاه، رشد و عملکرد گیاه را افزایش می دهد(ملبوبی،۱۳۷۷). نتایج حاصل از مصرف کودهای بیولوژیکی فسفاته در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در مورد ذرت، سویا و گندم مؤید اثرات رضایت بخش این کود می باشد بطوریکه مشخص گردید کود میکروبی فسفاته نه تنها بازده جذب کود را بالا می برد بلکه باعث افزایش قابل ملاحظه عملکرد نیز می گردد (صالح راستین، ۱۳۷۷). با مصرف کود میکروبی فسفاته به جای کودهای شیمیایی فسفاته در سطح ۷ استان گندم خیز کشور، مشخص شد که این کود به راحتی قابلیت رقابت با کودهای شیمیایی فسفاته را دارد و بطور متوسط موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۵۷۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل می شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۷).



شکل ۴-۱۷ تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت عملکرد دانه

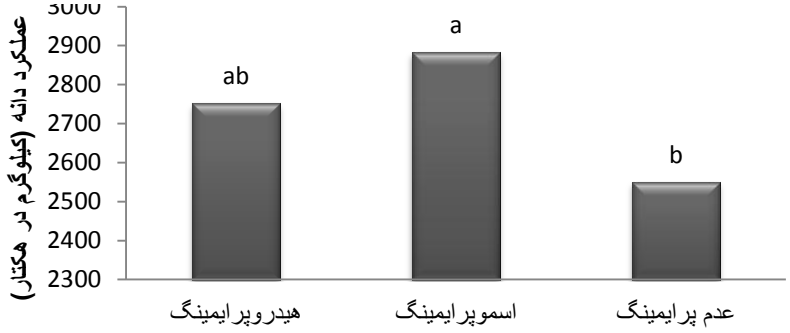
همچنین نتایج تجزیه واریانس(جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین در سطوح مختلف رایزوبیوم ژاپونیکوم(شکل

۴-۱۸) نشان داد که تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم به طور معنی داری عملکرد را افزایش می دهد به طوری که تیمار تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم با تولید ۲۹۶۷/۲ کیلوگرم در هکتار بهترین تیمار بود. دانسو و همکاران(۱۹۸۷) گزارش کردند که واریته های سویا با عملکرد بالاتر، نیتروژن بیشتری از طریق همزیستی تثبیت می نمایند. پوردوایی و یوسفی(۱۳۷۱) در سویا نشان دادند که مصرف باکتری در اندازه و درشتی دانه اثر مثبت داشته و در حقیقت آن را می توان یکی از فاکتورهایی دانست که در افزایش عملکرد دانه موثر می باشد. هانگریا و بوهور(۲۰۰۰) گزارش کرده اند که تلقیح سویا با سویه های مختلف برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم موجب افزایش عملکرد دانه می شود.



شکل ۴-۱۸ تاثیر تلقیح بذر رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت عملکرد دانه

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۵) نشان داد که تاثیر پرایمینگ بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین عملکرد (شکل۴-۱۹) نشان داد که تیمار پرایمینگ عملکرد دانه را افزایش می دهد به طوری که تیماراسموپرایمینگ با تولید۲۸۸۲/۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت. افزایش عملکرد در اثر پرایمینگ بذر در ذرت، برنج و نخود در غرب هند(هریس و همکاران،۱۹۹۹)، نخود در بنگلادش(موسی و همکاران، ۲۰۰۱) و گندم در هند، نپال و پاکستان(هریس وهمکاران، ۲۰۰۱) نیز گزارش شده است. کیبیت و هارکر(۱۹۹۱) گزارش کرده اند که پرایمینگ بذر می تواند سبز شدن گیاهچه ها را تسریع کرده و باعث یکنواختی سبز شدن گیاهچه ها و بهبود عملکرد دانه شود.

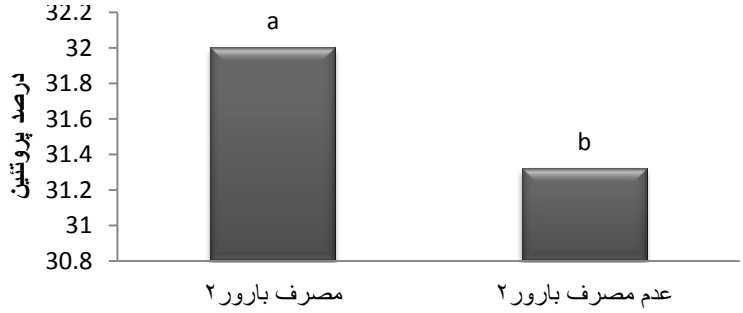


شکل ۴-۱۹ تاثیر پرایمینگ برعملکرد دانه

صفت عملکرد دانه تحت تاثیر هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم، بارور۲ و پرایمینگ، رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ و اثرمتقابل سه گانه کود زیستی بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ معنی دارنشد(جدول۴-۵).

۴-۱-۷- درصد پروتئین

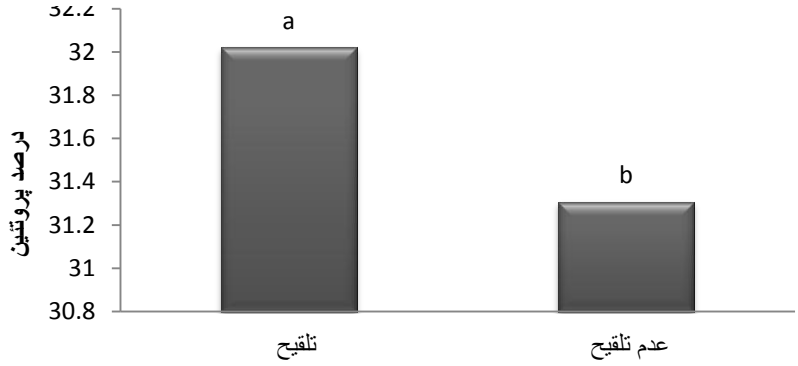
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف بارور۲ از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف بارور۲(شکل۴-۲۰) نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ درصد پروتئین نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان درصد پروتئین مربوط به سطح مصرف بارور۲ به میزان ۳۲ درصد بود.



شکل۴-۲۰ تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت درصد پروتئین

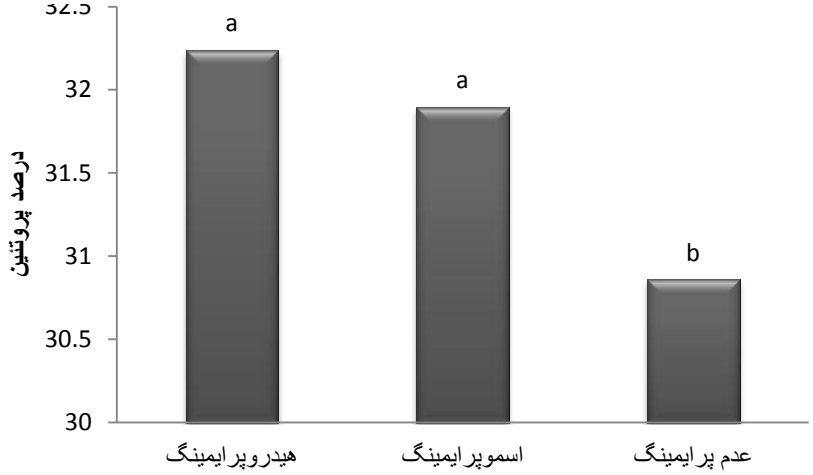
همچنین در جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف باکتری رایزوبیوم از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف

باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم(شکل ۴-۲۱) نشان داد که با مصرف باکتری درصد پروتئین نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان درصد پروتئین مربوط به سطح مصرف باکتری رایزوبیوم به میزان ۳۲/۰۱۹ درصد بود. شواهد حاکی از آن است که تثبیت بالاتر ازت و انتقالات ازت بیشتر به دانه باعث افزایش درصد پروتئین در تیمارهای می شود که در آنها تثبیت بیولوژیکی پروتئین بالاتر است و از طرف دیگر این تاثیر در خاک هایی که دارای باکتری رایزوبیوم می باشد، بیشتر می باشد(آبل و اردمن،۱۹۶۴ و لفل و همکاران،۱۹۹۲). در پژوهشی گزارش گردید که گیاه سویا در شرایط تلقیح با باکتری، ۱۰ درصد پروتئین بیشتری نسبت به شرایط عدم تلقیح دارد و کاربرد کود نیتروژنی می تواند مقدار پروتئین دانه را تقریبا به سطحی معادل گیاهان تلقیح شده برساند(کریشنان و همکاران،۲۰۰۰).



شکل ۴-۲۱ تاثیر رایزوبیوم ژاپونیکوم بر درصد پروتئین

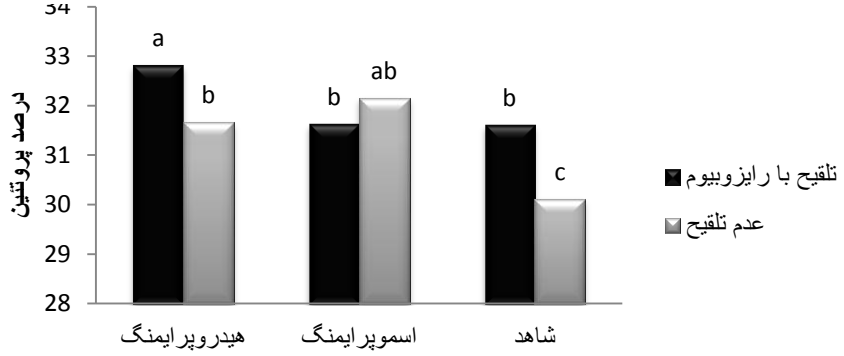
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح پرایمینگ از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف پرایمینگ(شکل ۴-۲۲) نشان داد که با استفاده از تکنیک پرایمینگ درصد پروتئین نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان درصد پروتئین مربوط به سطح هیدروپرایمینگ به میزان ۳۲/۲۳۶درصد بود. براکل هاسرت و همکاران در سال ۱۹۸۳ گزارش کردند که پرایمینگ سبب افزایش غلظت ATP در بذر پیاز، کرفس و هویج می شود که علت آن را مربوط به افزایش ساخت پروتئین در بذر پیشنهاد کرده اند.



شکل ۴-۲۲ تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت درصد پروتئین

صفت درصد پروتئین تحت تاثیر هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم، بارور۲ و پرایمینگ معنی دارنشد(جدول۴-۵).

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین در سطح ۰/۰۵ معنی دار بود. مقایسه میانگین درصد پروتئین(شکل۴-۲۳) نشان داد که تیمار تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم و هیدروپرایمینگ با ۳۲/۸۱ درصد پروتئین برترین تیمار بود.



شکل ۴-۲۳ اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمنگ بر صفت درصد پروتئین

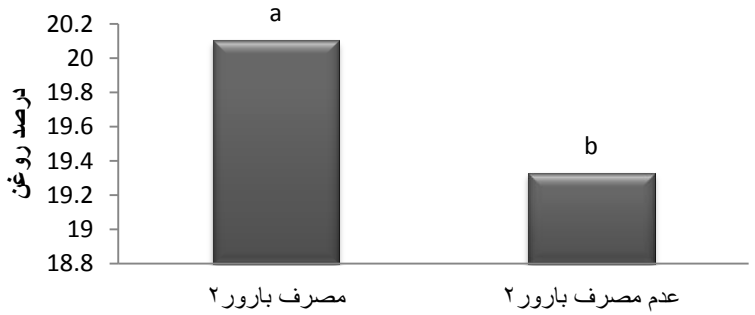
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۵) اثر متقابل بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین در سطح ۵ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین درصد پروتئین(جدول۴-۳) نشان داد که اثر متقابل سه جانبه مصرف کود زیستی بارور۲ و تلقیح رایزوبیوم ژاپونیکوم و اسمو پرایمینگ با ۳۳/۱۴ درصد پروتئین برترین تیمار بود.

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبییوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر درصد پروتئین

عدم مصرف بارور۲						مصرف بارور۲					
عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم			عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم		
عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ
۲۸/۲۱ c	۳۲/۰۳ ab	۳۱/۷۹ ab	۳۱/۷۵ ab	۳۱/۶۷ ab	۳۲/۴۹ ab	۳۲ ab	۳۲/۲۸ ab	۳۱/۵۴ ab	۳۱/۴۸ b	۳۱/۶۰ ab	۳۳/۱۴ a

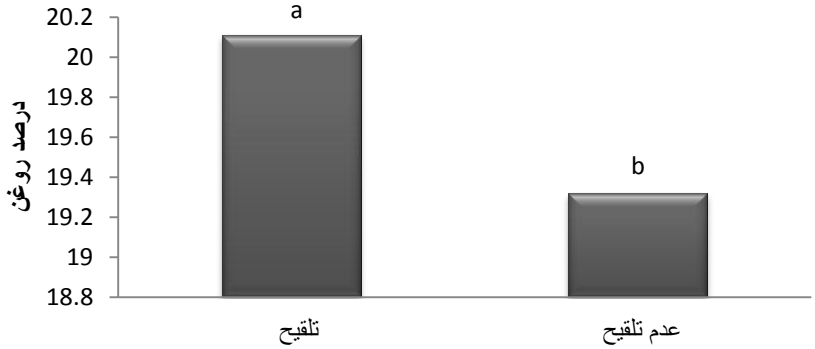
۴-۱-۸- درصد روغن

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف بارور۲ از نظر درصد روغن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف بارور۲(شکل ۴-۲۴) نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ درصد روغن نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان درصد روغن مربوط به سطح مصرف بارور۲ به میزان ۲۰/۱۰۴درصد می باشد. بررسی شارما و نامدئو (۱۹۹۹) افزایش درصد روغن دانه سویا در اثر تلقیح بذر سویا با باکتری سودوموناس سراتا را مشخص نمود. شهاتا و خواز(۲۰۰۳) افزایش معنی دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد کود زیستی گزارش کردند.



شکل ۴-۲۴ تاثیر کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت درصد روغن

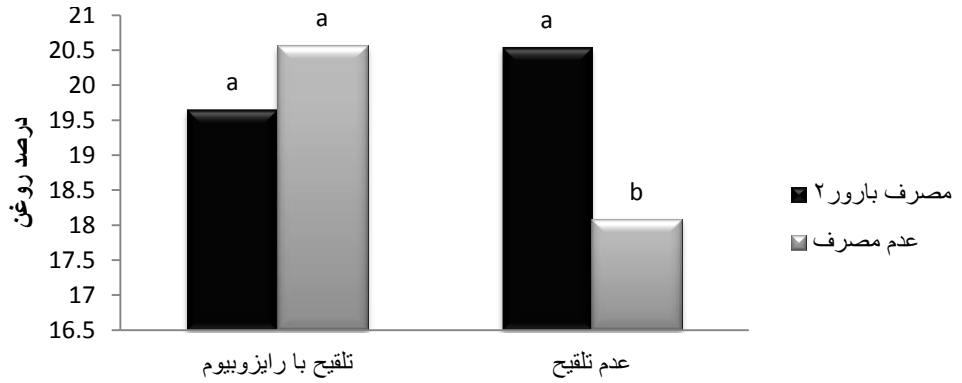
همچنین در جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم از نظر درصد روغن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم(شکل ۴-۲۵) نشان داد که با مصرف باکتری درصد روغن نیز افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان درصد روغن مربوط به سطح مصرف باکتری به میزان ۲۰/۱۱۲ درصد بود. یزدی صمدی و زالی (۱۹۷۵) در آزمایشی که اثر رایزوبیوم ژاپونیکوم در سویا را بررسی نمودند مشاهده کردند که کاربرد ریزوبیوم باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه و مقدار روغن گردید. در آزمایشی که توسط دانشیان(۱۳۷۴) نیز بر روی تاثیر سویه های مختلف باکتری و ارقام در خصوص میزان روغن دانه انجام شد درصد روغن افزایش یافت.



شکل ۴-۲۵ تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت درصد روغن

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف پرایمینگ از نظر درصد روغن اختلاف معنی داری وجود نداشت.

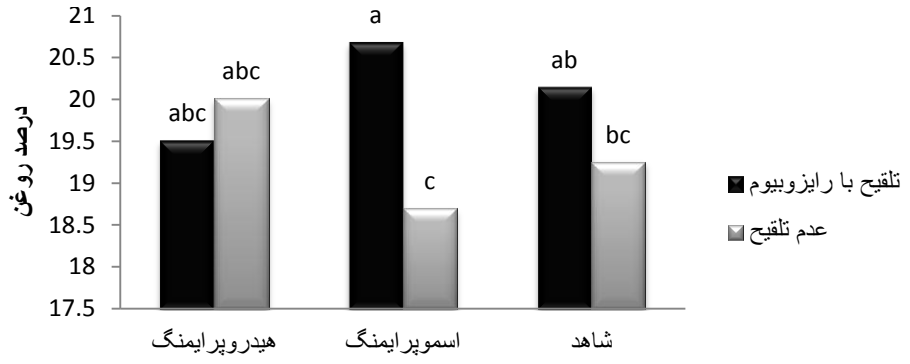
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت درصد روغن در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین درصد روغن در اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم نشان داد که تیمار عدم مصرف بارور۲ و تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم با تولید ۲۰/۵۷ درصد بالاترین میزان روغن را داشت(شکل۴-۲۶).



شکل ۴-۲۶ اثر متقابل بارور۲ و رایزوبیوم بر صفت درصد روغن

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ بر صفت درصد روغن معنی دار نبود.

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت درصد روغن در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری رایزوبیوم و پرایمینگ(شکل ۴-۲۷) نشان داد که تیمار رایزوبیوم و اسموپرایمینگ با ۲۳/۶۸ درصد بهترین تیمار بود.



شکل ۴-۲۷ اثر متقابل رایزوبیوم و پرایمینگ بر صفت درصد روغن

همچنین مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) اثر متقابل سه جانبه بارور۲ و رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ برای صفت درصد روغن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. مقایسه میانگین این تیمار(جدول۴-۴) نشان داد که تیمار عدم مصرف بارور۲ و تلقیح بذر با رایزوبیوم و عدم پرایمینگ با تولید ۲۱/۶۰ درصد بالاترین میزان روغن را داشت و تیمار عدم مصرف بارور۲ و عدم تلقیح بذر با رایزوبیوم و عدم پرایمینگ با تولید ۱۷/۱۸ درصد روغن ضعیفترین تیمار بود.

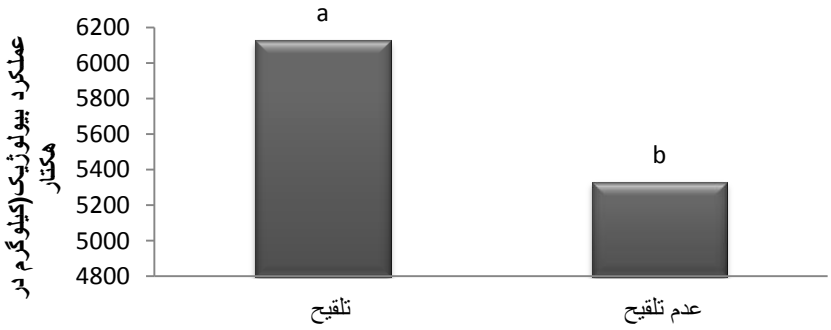
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح بارور۲، رایزوبییوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر درصد روغن

عدم مصرف بارور۲						مصرف بارور۲					
عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم			عدم تلقیح			تلقیح با رایزوبیوم		
عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ	عدم پرایمینگ	اسموپرایمینگ	هیدروپرایمینگ
۱۷/۱۸	۱۹/۹۸	۱۹/۱۳	۲۱/۶۰	۲۰/۳۵	۱۹/۷۵	۲۱/۳۳	۱۹/۴۳	۲۰/۹۰	۱۸/۷۰	۲۱	۱۹/۲۸
e	de	bcd	a	abc	abcd	a	bcd	ab	cde	ab	bcd

۴-۱-۹- عملکرد بیولوژیک

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف کود زیستی بارور۲ از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری وجود نداشت.

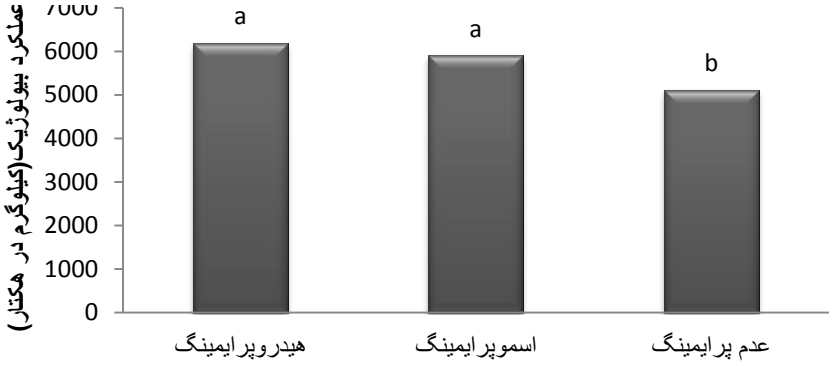
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۵) بین سطوح مختلف باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف باکتری رایزوبیوم(شکل ۴-۲۸) نشان داد که با استفاده از این باکتری میزان عملکرد بیولوژیک افزایش یافت به طوری که بالاترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم به میزان ۶۱۲۶/۹ کیلوگرم در هکتار بود. تلقیح عصاره سلولی آزوسپیریلوم همراه با برادی ریزوبیوم، گره‌بندی، میزان تثبیت ازت، وزن خشک اندام هوایی و ازت کل گیاه سویا را افزایش داده است (ساریج و همکاران، ۱۹۸۶) . زاید و همکاران(۲۰۰۳) گزارش کردند که افزایش در وزن کل گیاه بوسیله ریزوباکترها به واسطه افزایش در جذب عناصر غذایی و در نتیجه رشد بهتر گیاه می باشد.



شکل۴-۲۸ تاثیر تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم بر عملکرد بیولوژیک

همچنین در جدول تجزیه واریانس(جدول۴-۵) بین سطوح مختلف پرایمینگ از نظرعملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین در سطوح مختلف پرایمینگ(شکل۴-۲۹) نشان داد که عملکرد بیولوژیک افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به سطح هیدروپرایمینگ به میزان ۶۱۸۰/۸ کیلوگرم در هکتار بود. آن دسته از عملیات

زراعی که رشد اولیه را حمایت و تقویت می کنند احتمالا منجر به تولید بیشتر زیست توده در غلات می شوند(پلتونن-ساینیو،۱۹۹۷). طبق نظر ربتزکه و همکاران(۲۰۰۴) و ریچاردز و لوکاس(۲۰۰۲) سبز شدن زودتر گیاهچه ها در مزرعه با تسریع در بسته شدن کانوپی گیاهی از عوامل اساسی در بهبود عملکرد است. پلتونن-ساینیو و همکاران(۲۰۰۶) نیز افزایش رشد اولیه و تجمع ماده خشک را تا ۲۲ درصد در اثر پرایمینگ بذرهای یولاف گزارش کردند. اسکات و ویلکاکسون(۱۹۷۸)، بورستال و هریس(۱۹۸۳)، قاسمی گلعذانی و همکاران(۲۰۰۸) گزارش کردند که پرایمینگ سبب جوانه زنی سریعتر، فتوسنتز بیشتر و استقرار بهتر گیاهان شده که در نتیجه تولید و تجمع ماده خشک در واحد سطح بیشتر می شود.



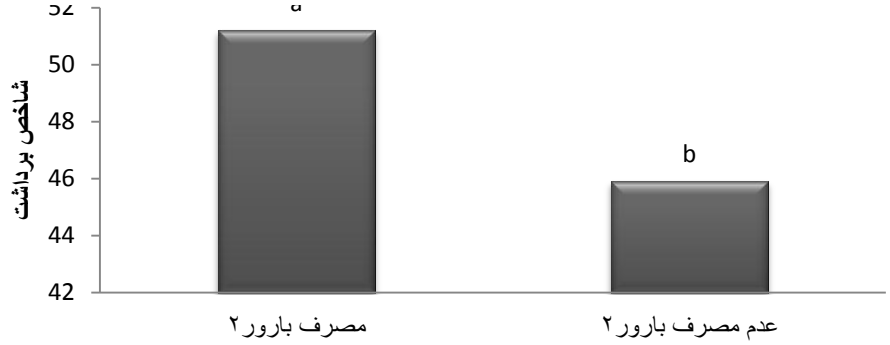
شکل۴-۲۹ تاثیر پرایمینگ بذر بر صفت عملکرد بیولوژیک

با توجه به جدول تجزیه واریانس(جدول ۴-۵) مشاهده شد که سایر ترکیبات تیماری تاثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک نداشتند.

۴-۱-۱۰- شاخص برداشت

نتایج جدول تجزیه واریانس(جدول۴-۵) نشان داد که تیمار مصرف کود زیستی بارور۲ بر شاخص برداشت تاثیر معنی داری در سطح ۵ درصد داشت. به طوری که بیشترین شاخص برداشت در تیمار مصرف بارور۲ به میزان ۵۱/۲۰۱ درصد حاصل شد(شکل۴-۳۰).

با توجه به جدول تجزیه واریانس(جدول۴-۵) سایر ترکیبات تیماری تاثیر معنی داری بر شاخص برداشت نداشتند.



شکل ۴-۳۰ تاثیر کود زیستی بارور۲ بر شاخص برداشت

۴-۲- بررسی روند آنالیزهای رشد

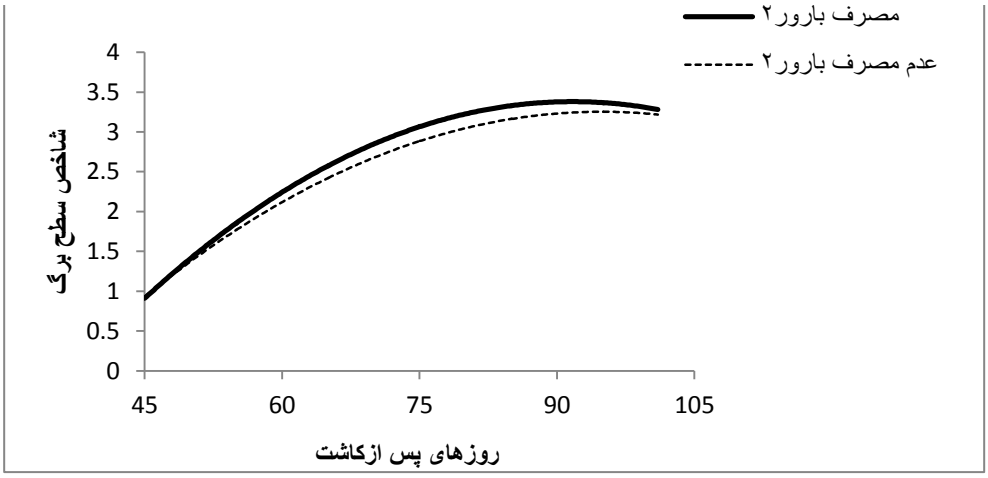
به منظور بررسی تاثیر عوامل آزمایش بر پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه سویا و تجزیه و تحلیل رشد آن، برخی از شاخص های فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۴-۲-۱- شاخص سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ از نسبت کل سطح برگ به سطح زمین پوشش داده توسط گیاه بدست می آید(سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). از آنجا که افزایش وزن خشک محصول بستگی زیادی به توسعه سطح برگ آن دارد، لذا سطح برگ یکی از پارامترهای اصلی در اندازه گیری رشد گیاه است(علیزاده و کوچکی، ۱۳۶۸). معمولا LAI مساوی با ۵-۳ جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات کاشته شده لازم است(سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). تئورر(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 برگ های پیرتر کاهش می یابد. با توجه به شکل های(۴-۳۱، ۴-۳۲ و ۴-۳۳) مشاهده می شود که تغییرات شاخص سطح برگ در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است به طوری که با رشد گیاه افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود با از بین رفتن برگ های پیرتر کاهش می یابد.

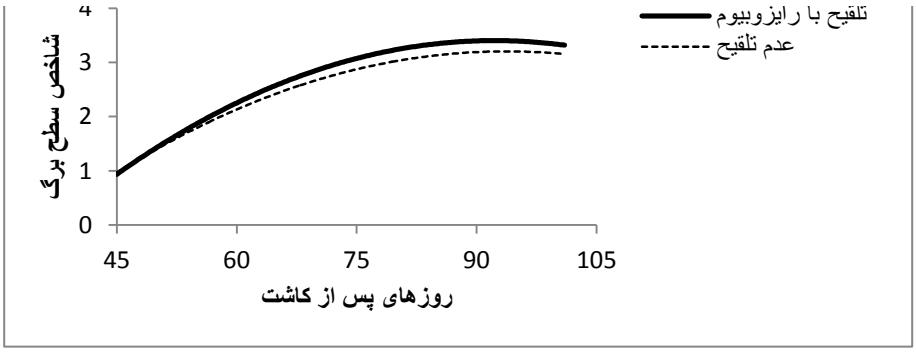
در این پژوهش تاثیر مصرف و عدم مصرف کود زیستی بارور۲ بر شاخص سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که در شکل(۴-۳۱) مشاهده می شود با مصرف کود زیستی بارور۲، شاخص سطح برگ

نیز افزایش یافت. نتایج این بررسی نشان داد که در ۹۰ روز پس از کاشت بوته های سویا به حداکثر میزان LAI در طول دوره رشد رسیدند. در این زمان بیشترین شاخص سطح برگ از مصرف بارور۲ و کمترین میزان آن از تیمار شاهد بدست آمد.



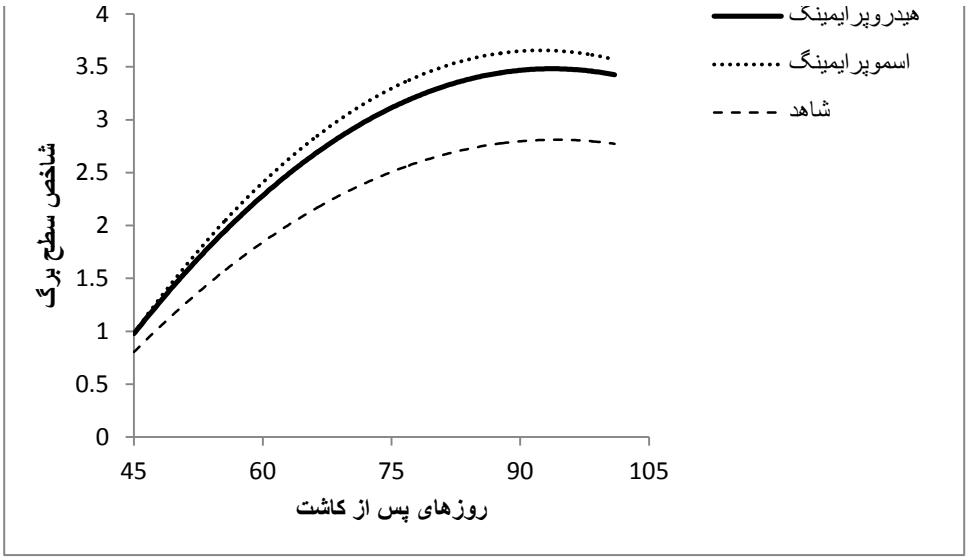
شکل۴-۳۱- روند تغیرات شاخص سطح برگ در شرایط مصرف بارور۲

تاثیر تلقیح بذر با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر شاخص سطح برگ نشان داد که گیاهان تلقیح شده با این باکتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند(شکل۴-۳۲). فواید رشد گیاه به همراه PGPR شامل افزایش میزان جوانه زنی، افزایش سطح برگ، محتوای کلروفیلII، محتوای نیتروژن، محتوای پروتئین و تاخیر در پیری برگ می باشد(دبلیر و همکاران،۲۰۰۳; کاکمکسی،۲۰۰۵).



شکل۴-۳۲- روند تغیرات شاخص سطح برگ در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم

تاثیر پرایمینگ بذر بر شاخص سطح برگ نشان داد که گیاهان پرایم شده نسبت به گیاهان پرایم نشده از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند(شکل ۴-۳۳). بسرا و همکاران(۲۰۰۶) گزارش دادند که به کارگیری تیمار اسموپرایمینگ(PEG-۸۰۰۰ و پتانسیل اسمزی۱/۲۵- مگاپاسکال) برای بذور برنج به مدت ۴۸ ساعت موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، ظهور یکنواخت و بهبود وضعیت رشد گیاهچه گردید.



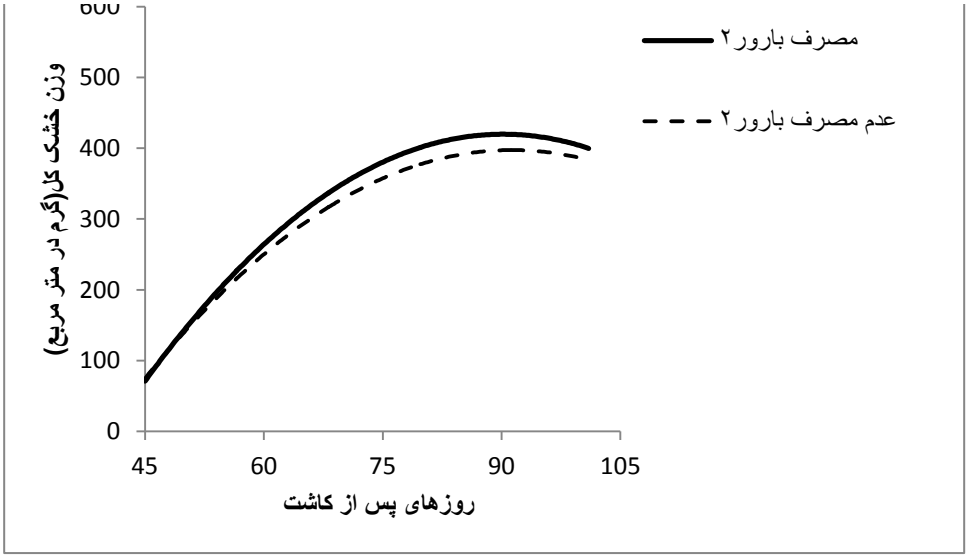
شکل۴-۳۳- روند تغیرات شاخص سطح برگ در شرایط پرایمینگ بذور

۴-۲-۲- تجمع ماده خشک (TDM)

معمولا تجمع ماده خشک گیاه به عنوان کمیتی که مشخص کننده رشد گیاه است به کار می رود. وزن خشک کل در طول فصل رشد به صورت تجمعی افزایش می یابد و یکی از فاکتورهای مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص های رشد گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. منحنی روند تجمع ماده خشک به صورت سیگموئیدی است، بدین صورت که تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کوچک بودن گیاه، کم بودن سطح برگ به عنوان سطوح دریافت کننده تشعشع خورشیدی و ظرفیت

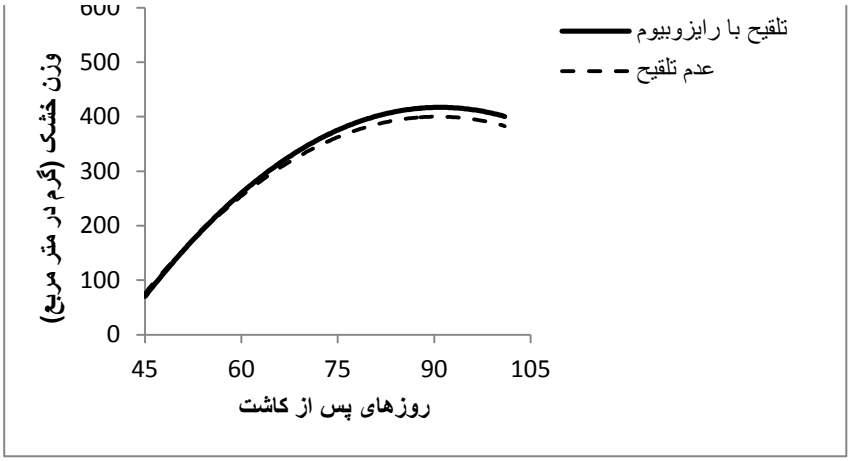
فتوسنتزی کمتر، دارای شیب آهسته ای است اما با گسترش سطح برگ، سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می یابد و به حداکثر مقدار خود می رسد.

همان گونه که در شکل(۴-۳۴) مشاهده می شود تولید ماده خشک در طی فصل رشد در تیمار مصرف کود زیستی بارور۲ افزایش یافت. نتایج نشان داد که در تیمار مصرف بارور۲ حداکثر تجمع ماده خشک در گیاه در ۹۰روز پس از کاشت مشاهده شد. با گذشت زمان برگ های بیشتری در معرض نور خورشید قرار می گیرد و میزان تجمع ماده خشک روند افزایشی نشان می دهد(قوش، ۲۰۰۴).



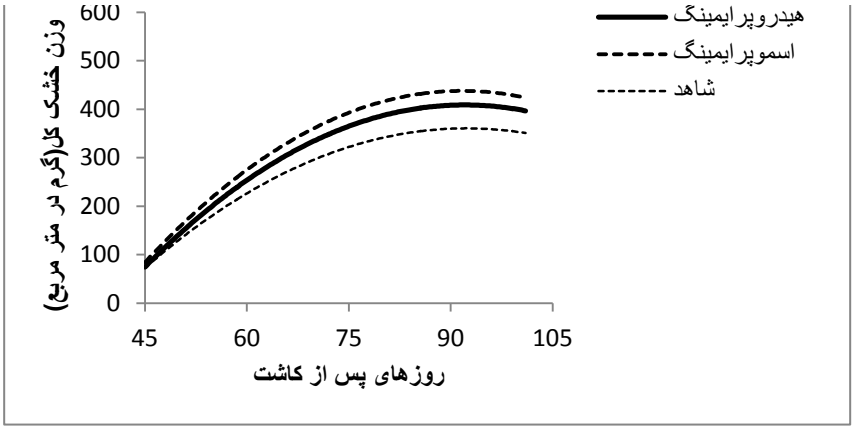
شکل۴-۳۴- روند تغیرات وزن خشک کل در شرایط مصرف بارور۲

نتایج این تحقیق نشان داد که گیاهان تلقیح شده با باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم از تجمع ماده خشک بیشتری برخوردار بودند(شکل ۴-۳۵). میزان تجمع ماده خشک در طی فصل رشد در بوته های سویا تلقیح یافته بیشتر از شاهد بود و این برتری تا انتهای دوره رشد حفظ شد. در این منحنی مقدار TDM در طی فصل رشد روند افزایشی را نشان داد و در ۹۰ روز پس از کاشت به بالاترین میزان خود رسید. تحقیقات نشان داده است که باکتری های محرک رشد قادر به بهبود شرایط رطوبتی و غذایی برای گیاه هستند و بنابراین می توانند از این طریق مقدار TDM بوته های ذرت را در مقایسه با بوته های تلقیح نیافته افزایش دهند(ساریج و همکاران،۱۹۹۰; راجر و لادها، ۱۹۹۲).



شکل۴-۳۵- روند تغیرات وزن خشک کل در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم

نتایج این تحقیق نشان داد که گیاهان پرایم شده از تجمع ماده خشک بیشتری برخوردار بودند(شکل ۴-۳۶). میزان تجمع ماده خشک در طی فصل رشد در بوته های سویا پرایم شده بیشتر از شاهد بود و این برتری تا انتهای دوره رشد نیز حفظ شد. در این منحنی مقدار TDM در طی فصل رشد روند افزایشی را نشان داد و در ۹۰ روز پس از کاشت به بالاترین میزان خود رسید. پلتونن- ساینیو و همکاران(۲۰۰۶) نیز افزایش رشد اولیه و تجمع ماده خشک را تا ۲۲ درصد در اثر پرایمینگ بذرهای یولاف با فسفر گزارش کردند.



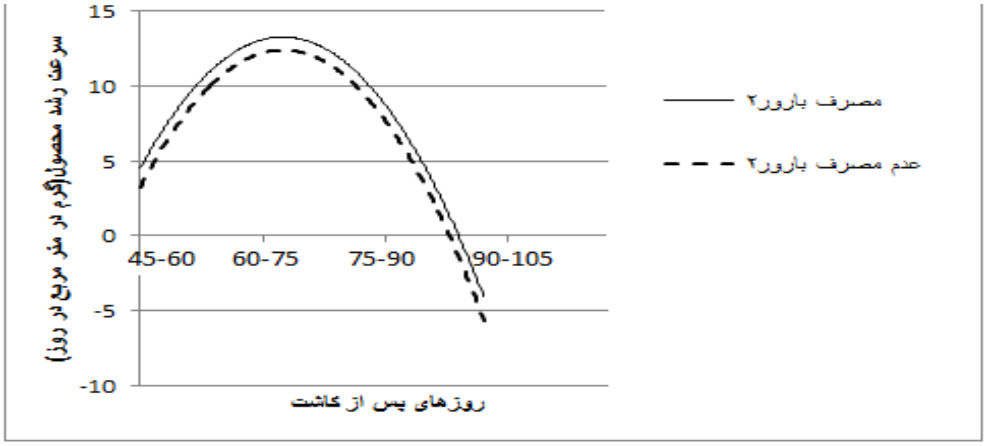
شکل۴-۳۶- روند تغیرات وزن خشک کل در شرایط پرایمینگ بذور

۴-۲-۳- سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح زمین می باشد. به عبارت دیگر سرعت رشد محصول، افزایش وزن خشک یک اجتماع گیاهی در واحد سطح زمین و در واحد زمان می باشد(سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۸). در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم نور خورشید که توسط گیاهان جذب می شود، سرعت رشد محصول کم می باشد. با نمو گیاهان افزایش سریعی در CGR پدید می آید، زیرا سطح برگ توسعه یافته و نور کمتری از لابلای شاخ و برگ به سطح خاک نفوذ می کند(کوچکی و همکاران،۱۳۶۷). با توجه به شکل های(۴-۳۷، ۴-۳۸ و ۴-۳۹) مشاهده می شود 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 می دهد. 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 می باشد به طوری که با گذشت زمان، سرعت تجمع ماده خشک پس از رسیدن به حد نهایی خود در اثر سایه اندازی اندام های فوقانی روی برگ ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه و پیر شدن و اتلاف برگ ها کاهش یافته و CGR رو به تنزل می گذارد(کوچکی و همکاران،۱۳۶۷). کافی و همکاران(۱۳۸۴) گزارش کردند که در اغلب گیاهان زراعی سرعت رشد محصول با شروع دوره زایشی به حداکثر مقدار خود می رسد و با رسیدگی گیاه، به دلیل توقف رشد و بویژه پیری برگ ها کاهش می یابد. هر قدر حداکثر سرعت رشد محصول از نظر فنولوژیکی در مرحله دیرتری حاصل شود، از نظر تطبیق بهتر آن با نیازهای مقصد و استفاده مستقیم از تولیدات فتوسنتزی جاری، برای رشد دانه ها مناسب تر خواهد بود. به عنوان مثال لباسچی و همکاران(۱۳۷۳) در مورد ارقام جو نشان دادند که هر اندازه از زمان سنبله رفتن تا وقوع حداکثر سرعت رشد فاصله بیشتری وجود داشته باشد، عملکرد بیشتری نیز حاصل می شود. با گذشت زمان و پیر شدن

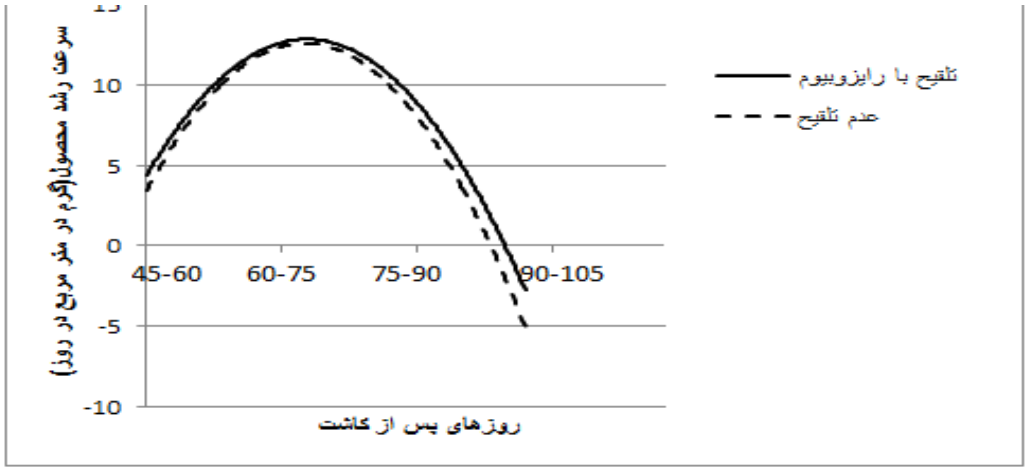
برگ ها، سرعت رشد گیاه زراعی رو به تنزل می باشد که علت منفی شدن سرعت رشد گیاه زراعی در اواخر فصل، کاهش ماده خشک در اثر ریزش برگ ها بود(کریمی،۱۹۹۳).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با مصرف کود زیستی بارور۲ سرعت رشد محصول نیز افزایش می یابد که این امر می تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیشتر نور توسط کانوپی باشد. همان گونه که در شکل(۴-۳۷) مشاهده می شود، تیمار مصرف بارور۲ بیشترین سرعت رشد گیاه را به خود اختصاص داده است.



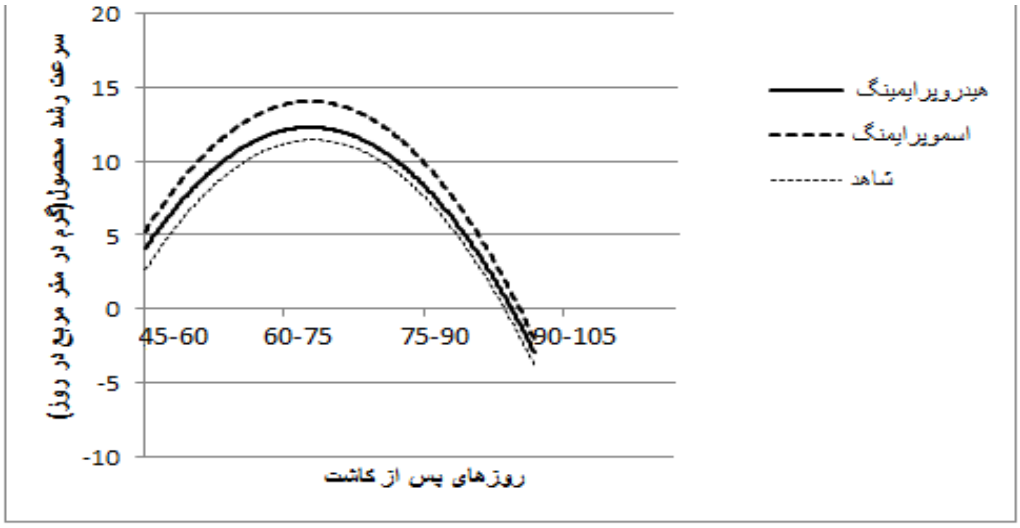
شکل۴-۳۷- روند تغیرات سرعت رشد محصول در شرایط مصرف بارور۲

نتایج آزمایش نشان داد که گیاهان تلقیح شده با رایزوبیوم ژاپونیکوم نسبت به گیاهان تلقیح نشده از سرعت رشد بیشتری برخوردار بودند(شکل۴-۳۸) که این افزایش میزان سرعت رشد در گیاهان تلقیح شده را می توان 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 بخش های مختلف گیاه نسبت داد.



شکل۴-۳۸- روند تغیرات سرعت رشدمحصول در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم

نتایج این تحقیق نشان داد که گیاهان پرایم شده از سرعت رشد بیشتری برخوردار بودند(شکل ۴-۳۷). میزان سرعت رشد در طی فصل رشد در بوته های سویا پرایم شده بیشتر از شاهد بود و این برتری در تیمار اسموپرایمینگ بیشتر بود(شکل۴-۳۹).

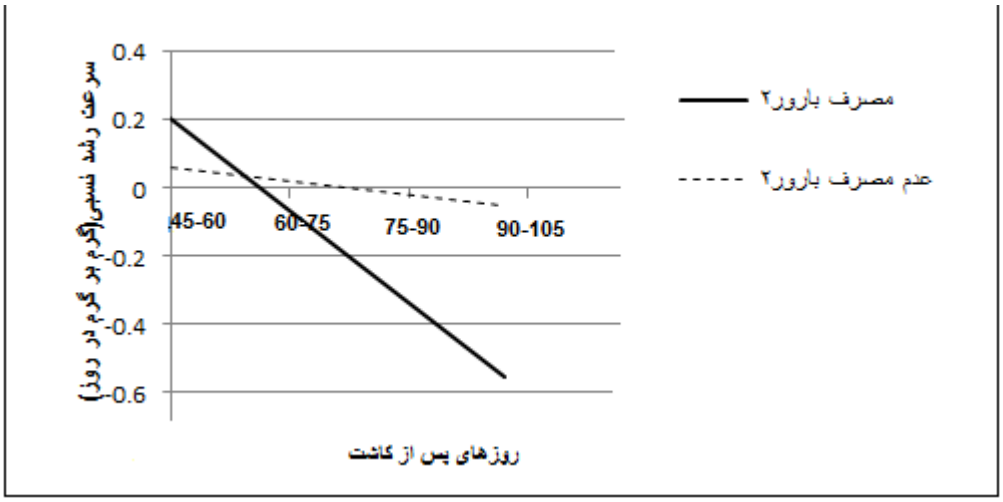


شکل۴-۳۹- روند تغیرات سرعت رشد محصول در شرایط پرایمینگ بذور

۴-۲-۴- سرعت رشد نسبی(RGR)

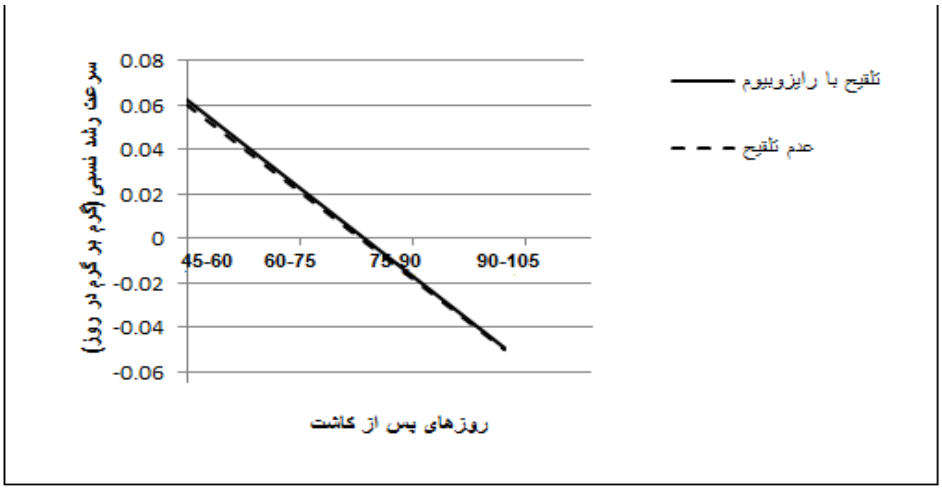
سرعت رشد نسبی بیانگر وزن خشک اضافه شده به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است و معمولا بر حسب گرم بر گرم در روز بیان می شود(سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۸). تغییرات سرعت رشد نسبی بر مبنای روزهای پس از کاشت در تیمارهای مختلف نشان می دهد که در تمام تیمارها، RGR با افزایش سن گیاه کاهش یافته است(شکل های ۴-۴۰، ۴-۴۱ و ۴-۴۲). کاهش سرعت رشد نسبی گیاه در طی فصل رشد، می تواند به پیری برگ های پایینی، در سایه قرار گرفتن آنها و همچنین افزایش بافت های ساختمانی(که در فتوسنتز نقشی ندارند) نسبت به بافت های متابولیکی فعال نسبت داده شود(سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۸). به عبارت دیگر با توجه به اینکه میزان RGR تابع سطح کل فتوسنتز کننده گیاه است به همین دلیل با افزایش سن گیاه و افزایش مقدار تنفس، در اواخر فصل رشد کاهش می یابد. سارکر(۲۰۰۳) نشان داد که سرعت رشد نسبی با گذشت زمان کاهش می یابد که چنین روندی به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و به طور کلی افزایش تعداد برگ هایی است که منجر به سایه اندازی بر روی برگ های قبلی می شوند. افزایش سن برگ های پایین تر گیاه نیز موجب کاهش فتوسنتز می گردد. این مسئله توسط محققین دیگر نیز در مورد گندم گزارش شد(دیوید سون و کامپبل،۱۹۸۴؛ کریمی و سیدیکیو،۱۹۹۱). این محققین گزارش کردند که میزان سرعت رشد نسبی که یکی از شاخص های مهم در توجیه عملکرد است در گندم در اوایل فصل رشد بالا بوده و با گذشت زمان کاهش می یابد، به طوری که در مرحله خمیری مقدار آن منفی می شود. با مسن تر شدن گیاهان رقابت بین آنها برای آب، مواد غذایی و نور افزایش یافته و به این ترتیب RGR کاهش می یابد(کوچکی و همکاران،۱۳۶۷).

با توجه به شکل ۴-۴۰ مشاهده می شود که با مصرف کود زیستی بارور۲ سرعت رشد نسبی افزایش نشان داده است. علت این امر را می توان به شاخص سطح برگ بیشتر در تیمار مصرف بارور۲ نسبت داد.



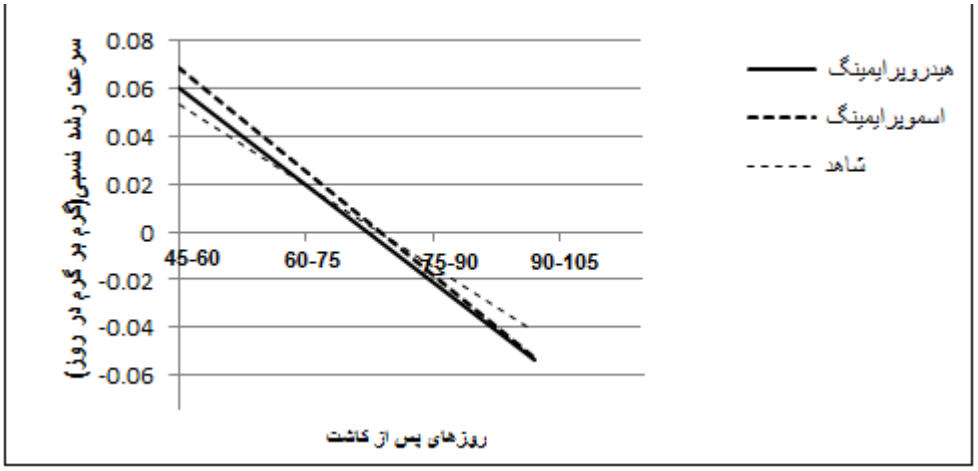
شکل۴-۴۰- روند تغیرات سرعت رشد نسبی در شرایط مصرف بارور۲

سرعت رشد نسبی در پاسخ به تلقیح بذر با رایزوبیوم ژاپونیکوم روند مشابهی داشت(شکل۴-۴۱) به طوری که مقدار سرعت رشد نسبی در اوایل دوره رشد بیشترین مقدار بوده و در اواخر دوره رشد کاهش یافت. تاثیر تلقیح بذر بر سرعت رشد نسبی نشان داد که گیاهان تلقیح شده با باکتری رایزوبیوم نسبت به گیاهان تلقیح نشده در اوایل دوره رشد از سرعت رشد نسبی بالاتری برخوردار بودند ولی در مراحل انتهایی رشد دارای سرعت رشد نسبی نسبتا برابر بودند.



شکل۴-۴۱- روند تغیرات سرعت رشد نسبی در شرایط تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم

با توجه به شکل ۴-۴۲ مشاهده می شود که با پرایم نمودن بذرها سرعت رشد نسبی افزایش نشان داد ولی در طی مراحل رشد ونمو در کلیه تیمارها سرعت رشد نسبی کاهش نشان می دهد. در کلیه تیمارها با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی کاهش یافت. کوچکی و نصیری(۱۹۹۲) علت این امر را افزایش سن برگ های پایین تر همراه با در سایه قرار گرفتن آنها و همچنین افزایش بافت های ساختمانی که در تولید و فتوسنتز نقش دارند، مرتبط می دانند.



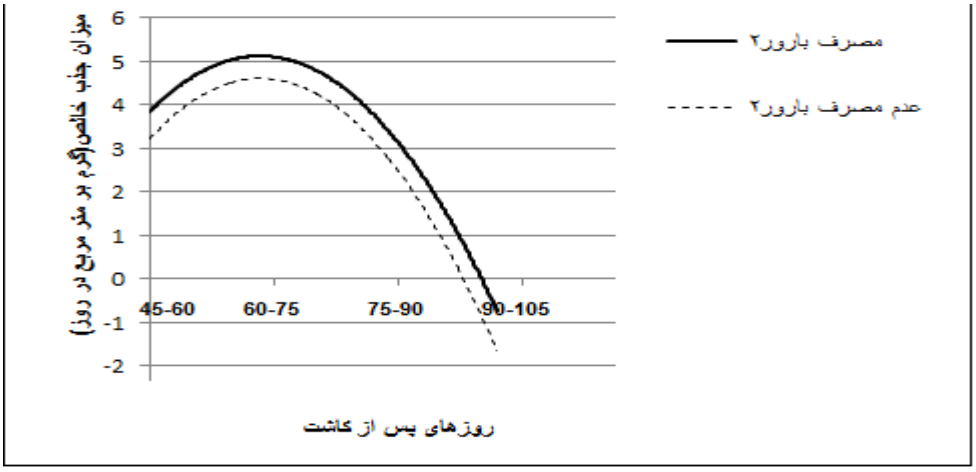
شکل۴-۴۲- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در شرایط پرایمنگ بذور

۴-۲-۵- سرعت جذب خالص(NAR)

سرعت جذب خالص عبارت است از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین. در حقیقت میزان جذب خالص بیانگر مقدار مواد ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان می باشد و معمولا برحسب گرم بر متر مربع در روز بیان می شود. NAR تخمینی از میانگین کارایی فتوسنتزی برگها در یک گیاه یا در یک جامعه گیاهی است(سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۸) و هر عاملی که باعث کاهش فتوسنتز شود میزان NAR را کاهش می دهد. NAR در ابتدای رشد که برگ جوان است و رقابت و سایه اندازی وجود ندارد و نور کامل به برگ می رسد، مقدارش بالا ولی با گذشت زمان به دلیل سایه اندازی و همچنین ساختمانی شدن بعضی از اندام های فتوسنتز کننده میزان فتوسنتز صورت گرفته در واحد سطح

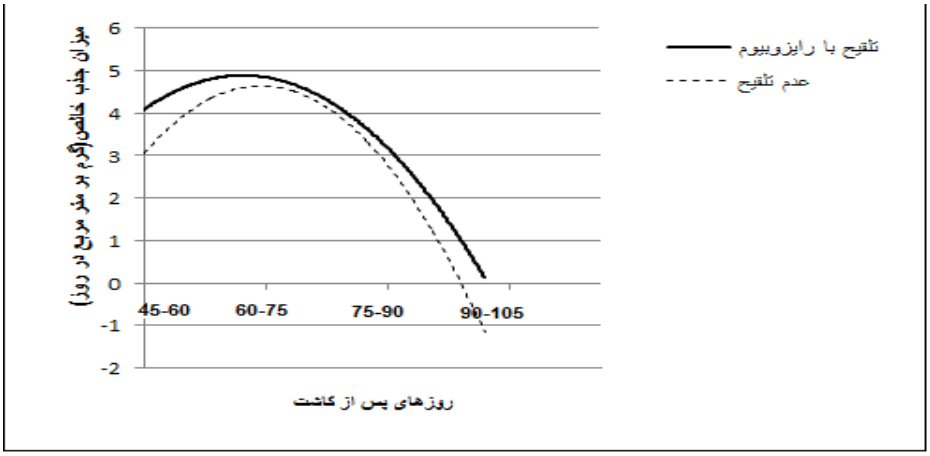
برگ کاهش یافته و در نتیجه مقدار آن کاهش می یابد. تغییرات میزان جذب خالص بر حسب روزهای پس از کاشت در سطوح مختلف کود زیستی بارور۲ و در شرایط تلقیح وعدم تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم و همچنین سطوح مختلف پرایمینگ در شکل های(۴-۴۳، ۴-۴۴ و ۴-۴۵) نشان داده شده است. در این پژوهش سرعت جذب خالص در اوایل فصل رشد بیشترین مقدار را دارد اما با افزایش شاخص سطح برگ کاهش می یابد.

شکل(۴-۴۳) تاثیر سطوح مختلف کود زیستی بارور۲ را بر تغییرات سرعت جذب خالص در طی فصل رشد نشان می دهد. با توجه به منحنی مشاهده می شود که با مصرف بارور۲ میزان جذب خالص در طی مراحل رشد گیاه افزایش یافته است.



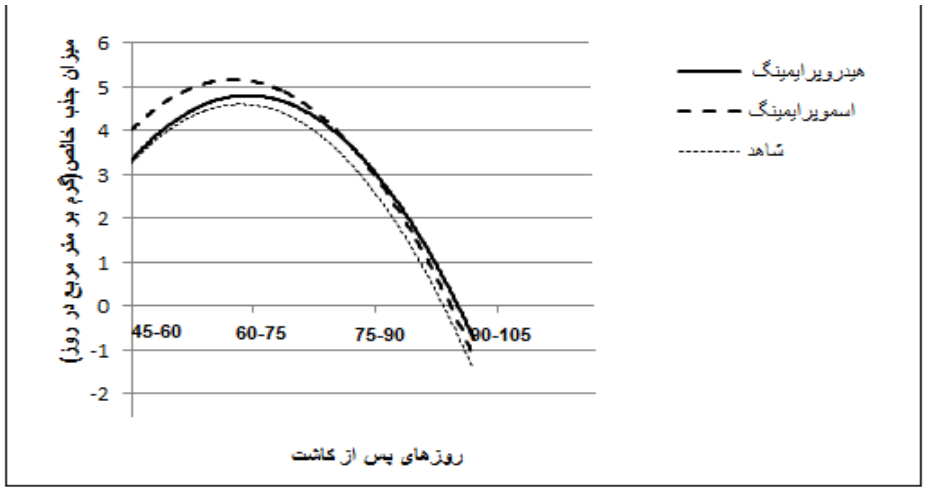
شکل۴-۴۳- روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط مصرف بارور۲

تاثیر تلقیح بذر بر سرعت جذب خالص نشان داد که گیاهان تلقیح شده با رایزوبیوم ژاپونیکوم نسبت به گیاهان تلقیح نشده در اوایل دوره رشد از سرعت جذب خالص بالاتری برخوردار بودند ولی در مراحل انتهایی رشد دارای NAR نسبتا برابر بودند(شکل۴-۴۴). همانطور که مشاهده می شود، NAR با گذشت زمان روند نزولی داشته است. کاهش جذب خالص با گذشت زمان به افزایش سایه اندازی برگ ها به علت افزایش سطح برگ نسبت داده می شود(باتری و بازل،۱۹۷۴). هانت(۱۹۷۸) ملاحظه کرد هنگامی که برگ های جدید گیاه اضافه می شوند وزن خشک بدست آمده به ازای هر واحد سطح برگ کاهش می یابد.



شکل۴-۴۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط تلقیح با رایزوبیوم

سرعت جذب خالص در پاسخ به پرایمینگ بذر روند مشابهی داشت(شکل۴-۴۵) به طوری که مقدار سرعت جذب خالص در اوایل دوره رشد بیشترین مقدار بوده و در اواخر دوره رشد کاهش یافت. تاثیر پرایمینگ بذر بر سرعت جذب خالص نشان داد که گیاهان پرایم شده در اوایل دوره رشد از سرعت رشد نسبی بالاتری برخوردار بودند ولی در مراحل انتهایی رشد دارای NAR نسبتا برابر بودند.



شکل۴-۴۵- روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط پرایمینگ بذور

۴-۳- جمع بندی نتایج

در یک جمع بندی کلی می توان گفت که کاربرد کودهای زیستی از نوع باکتری های افزاینده رشد گیاه و استفاده از تکنیک پرایمینگ، با تاثیر بر جنبه های مختلف رشد ونمو می توانند از طریق اثر هم افزایی برای عوامل تقویت کننده رشد و نمو و اثرآنتاگونیستی برای عوامل کاهنده رشد ونمو موجب افزایش سرعت و میزان رشد و نمو و در نتیجه افزایش عملکرد محصول گردند.

به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از این است که کاربرد کود زیستی بارور۲ ، باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ به تنهایی و یا استفاده توام از آنها در بهبود ویژیگی های رشدی و عملکرد گیاه سویا تاثیر مثبتی داشت. با توجه به ضرورت تولید این گیاهان در نظام های زراعی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام های کم نهاده، به نظر می رسد استفاده از کودهای زیستی و باکتری های محرک رشد و تکنیک پرایمینگ می توانند در برخی موارد به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را در نظام های کشاورزی تضمین کنند.

۴-۴- توصیه ها و پیشنهادات

قبل از اقدام برای تولید انبوه و کاربرد این مواد در مقیاس وسیع، انجام آزمایشات بیشتر در مناطق مختلف ضروری می باشد. در این راستا پیشنهادات زیر برای مطالعات بیشتر سایر پژوهشگران در تحقیقات بعدی توصیه می گردد:

۱- مطالعات گسترده تر در مورد اثر تلقیح با کتری های محرک رشد بر روی دیگر گیاهان زراعی

۲- بررسی تاثیر کود های زیستی با انواع دیگر پرایمینگ

۳- بررسی اثرات متقابل این باکتری ها با انواع دیگر ریز موجودات خاکزی برای شناسایی مناسب ترین ترکیب

۴- مطالعه و بررسی تاثیر انواع نهاده های کشاورزی بر نحوه فعالیت باکتری های محرک رشد در خاک

۵- انجام آزمایشات مزرعه ای در مناطق جغرافیایی مختلف برای تعیین سویه های سازگار با شرایط محیطی هر منطقه

۶- تحقیق بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی باکتری های مورد آزمایش و تعیین ارتباط آنها با ویژگی های رشدی گیاه میزبان

۷- سیاست های حمایتی دولت از تولید کودهای زیستی کشور، با اختصاص بخشی از یارانه کودهای شیمیایی به این نهاده ها، افزایش یابد.

۸- از کشاورزانی که از کودهای زیستی در تولید محصولات خود استفاده می کنند به طور مادی و معنوی حمایت گردد.

۹- انگیزه کشاورزان در استفاده از کودهای زیستی و استفاده از تکنیک های پرایمینگ با ارائه آموزش های تئوری و عملی لازم افزایش یابد.

۱۰- با انجام تیمارهای پرایمینگ می توان عملکرد گیاهانی را که به عنوان کشت دوم در نظر گرفته می شوند را از طریق افزایش بنیه بذر، سرعت سبز شدن واستقرار بهتر گیاه افزایش داد و سبب افزایش درآمد کشاورزان شد.

۱۱- با استفاده از تکنیک پرایمینگ می توان کارایی استفاده از زمین و منابعی که حدود چند ماه از سال بلا استفاده است، را بالا برد.

جدول ۴-۵- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد بررسی در سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد پروتین	درصد روغن	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار (R)	۳	۶۷۹۸۸/۸۹۹ ns	۱/۸۷۵ ns	۱/۱۴۰ ns	۸۱۹۴۰۸/۵۳۶ ns	۵۱/۹۰۶ ns
بارور۲(A)	۱	۱۳۷۹۲۲۱/۵۰۵ **	۵/۶۰۳ *	۷/۲۰۷ *	۱۴۳۶۲/۴۶۰ ns	۳۳۶/۴۴۸ *
رایزوبیوم (B)	۱	۲۷۴۳۷۶۸/۱۵ **	۶/۰۷۷ *	۷/۵۲۰ *	۷۶۲۲۷۴۷/۱۰۲ *	۷۰/۵۵۳ ns
پرایمینگ (C)	۲	۴۴۶۴۳۱/۲۴ *	۸/۲۲۷ **	۰/۰۲۵ ns	۴۹۴۴۶۶۰/۷۳۳ *	۱۶۶/۶۳۲ ns
بارور۲ × رایزوبیوم (AB)	۱	۱۱۸۷۸/۶۶۷ ns	۴/۰۳۶ ns	۳۴/۰۰۳ **	۱۸۶۸۷۰۷/۲۲۵ ns	۵۵/۴۲۲ ns
بارور۲ × پرایمینگ (AC)	۲	۳۹۷۷۲۹/۶۰۰ ns	۳/۴۶۵ ns	۰/۲۲۷ ns	۷۲۴۴۱۷/۲۲۸ ns	۹۳/۰۴۰ ns
رایزوبیوم × پرایمینگ (BC)	۲	۱۷۲۱۳۱/۴۴۳ ns	۴/۶۹۵ *	۶/۱۶۰ *	۶۰۴۱۴۸/۳۸۹ ns	۳۱/۳۸۶ ns
رایزوبیوم × بارور۲ × پرایمینگ (ABC)	۲	۳۹۱۰۲۷/۷۱۹ ns	۶/۶۸۵ *	۱۰/۷۰۰ **	۵۸۹۸۴۶/۶۰۳ ns	۴۳/۱۵۳ ns
اشتباه آزمایشی (E)	۳۳	۱۳۰۳۷۷/۵۶	۱/۲۶۹	۱/۷۰۷	۱۰۶۴۱۶۹	۷۹/۱۳۵
Cv		۱۳/۲۳۵	۳/۵۵۸	۶/۶۲۷	۱۸/۰۰۸	۱۸/۳۹

** معنی دار در سطح احتمال۰/۰۱ * معنی دار در سطح احتمال۰/۰۵ ns عدم معنی داری

جدول ۴-۵- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد بررسی در سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه
تکرار (R)	۳	۳۱۰/۰۷۶ ns	۳۱/۹۳۴ ns	۱۶/۵۷۳ ns	۰/۰۴۶ ns	۸/۰۱۹ ns
بارور۲(A)	۱	۵۱۳/۵۲۰ *	۱۳۱/۳۷۳ *	۴۷۶/۹۱۰ *	۰/۰۰۱ ns	۱۷۷/۵۲۳ **
رایزوبیوم (B)	۱	۲۰/۰۲۰ ns	۲۳۴/۰۳۹ **	۲۶۵۹/۶۵۱ **	۰/۲۱۷ ns	۵۱/۸۹۶ *
پرایمینگ (C)	۲	۴۲۲/۳۳۳ *	۱۸۶/۴۵۵ **	۸۴۵/۷۷۱ **	۰/۰۳۲ ns	۴۴/۷۸۵ **
بارور۲ × رایزوبیوم (AB)	۱	۸۸/۰۲۰ ns	۱۲۱/۶۳۵ *	۵۵۱/۴۸۵ *	۰/۰۰۵ ns	۳/۰۵۵ ns
بارور۲ × پرایمینگ (AC)	۲	۲۹۸/۰۸۳ ns	۹۶/۳۱۳ *	۲۱۴/۱۹۱ ns	۰/۰۴۳ ns	۱۳/۳۱۳ ns
رایزوبیوم × پرایمینگ (BC)	۲	۴۷۶/۱۶۶ *	۵۶/۷۵۳ ns	۴۶۸/۶۳۱ **	۰/۰۰۱ ns	۱۴/۲۱۷ ns
رایزوبیوم × بارور۲ × پرایمینگ (ABC)	۲	۴۰۹/۰۸۳ *	۳۰/۶۹۰ ns	۵۲۶/۵۷۷ **	۰/۰۳۸ ns	۱۴/۰۷۸ ns
اشتباه آزمایشی (E)	۳۳	۱۱۲/۳۳۳	۱۹/۸۳۷	۸۲/۱۴۴	۰/۰۷	۷/۷۰۳
Cv		۱۵/۵۰۵	۱۰/۹۳	۹/۲۴۸	۱۱/۰۴۵	۱/۸۸۴

** معنی دار در سطح احتمال۰/۰۱ * معنی دار در سطح احتمال۰/۰۵ ns عدم معنی داری

فهرست منابع

ابدالی، ع. ۱۳۷۷. کشت مخلوط، جلوه ای از کشاورزی پایدار. مجله زیتون. شماره۱۳۸ و ۱۳۷، وزارت کشاورزی.

اخگر، ع. ۱۳۸۷. جداسازی، شناسایی و بررسی باکتری های ریزوسفری دارای توان تولید آنزیم ACCدآمیناز در کاهش اثرات تنش شوری بر رشد کلزا. رساله دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۱۵۸ صفحه.

اردکانی، م. ر. ۱۳۷٤. بررسی تاثیرات سموم علفکش و قارچ کش بر تثبیت بیولوژیک ازت و عملکرد دانه سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

آستارایی، ع.، ع. کوچکی. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد کشاورزی مشهد.

اسدی رحمانی، ه.، ن. صالح راستین و ا.سجادی. ۱۳۷۹. بررسی امکان پیش بینی ضرورت تلقیح سویا بر اساس تعیین تعداد باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و شاخص فراهمی ازت در خاک. مجله خاک و آب. جلد۱۲. شماره۷. صفحه۲۱-۳۲.

افتخاری، س.ق.، ع. فلاح نصرت آباد، غ. ع. اکبری، ع. محدثی، ا. الله دادی. ۱۳۸۸. اثر باکتری های حل کننده فسفات و کودهای فسفاته بر چگونگی رشد گیاه برنج. مجله پژوهش های خاک(علوم خاک وآب)، جلد۲۳، شماره۲، ص:۲۳۹-۲۲۹.

آلیاری، ه. ف. شکاری.، و ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه های روغنی(زراعت و فیزیولوژی). انتشارات عمیدی، تبریز.

امیدی، ح.، سروش زاده، ع.، صالحی، ا. وف.، دین قزلی. ۱۳۸٤. بررسی پیش تیمار اسموپرایمینگ بر جوانه زنی بذر کلزا. مجله علوم و فنون کشاورزی، جلد ۱۹، شماره۲، ص:۱۲۵-۱۳٦.

بشارتی، ح.، ن. صالح راستین. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۳، شماره۱. ص:۳۹-۲۳.

بی نام. ۱۳۸۵. آمارنامه کشاورزی جلد اول محصولات زراعی و باغی(۸٤-۱۳۸۳). نشریه شماره ۸۵/۰۹ دفتر آمار و فناوری اطلاعات معاونت امور برنامه ریزی و اقتصاد وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

بیگناه حمل آباد، ح. و جوانشیر. ع. ۱۳۷۵. بررسی ارزش اقتصادی کشت مخلوط در انواع ذرت و لوبیا سازگار به شرایط سردسیر. مجله زیتون. شماره ۱۲۹. وزارت کشاورزی.

پریمیان، ن. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده روی در مصرف کودهای شیمیایی، نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد۱۲، شماره٤، موسسه تحقیقات خاک وآب، تهران.

جلیلیان، ع. ۱۳۸۵. پرایمینگ و تاثیر آن بر بهبود جوانه زنی و سبز شدن بذر چغندرقند، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

حسین زاده، ح.، ۱۳۸٤. تأثیر کود زیستی فسفاته بارور -۲ بر عملکرد ذرت دانه ای و علوفه ای ،انتشارات جهاددانشگاهی تهران.

حسین‌زاده، ح، ملبوبی، م.، ع. و محمدی، ا. ١٣٨٤ . بررسی تاثیر کود زیستی بارور-٢ بر عملکرد گندم. تبریز: خلاصه مقالات اولین همایش و جشنواره ملی تولید محصولات سالم و توسعه پایدار کشاورزی.

حمیدی، آ. ١٣٨٥. جنبه های اگرواکولوژیک کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد دانه و علوفه سیلویی دورگ های دیر رس ذرت. رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.

حمیدی، آ.ر. چوگان، ا. اصغر زاده، م. دهقان شعارف، ا. قلاوند، م. ج. ملکوتی. ١٣٨٨. بررسی اثر کاربرد باکتریهای افزاینده رشد گیاه برظهور گیاهچه و استقرار گیاهچه و عملکرد دانه دورگ های دیر رس ذرت در مزرعه. مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ٢٥. شماره٢. ص:٢٠٧-١٨٣.

خاوازی، ک. ١٣٨٨. استفاده از باکتری های سودوموناس تولید کننده سیدروفور برای افزایش عملکرد گندم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، نشریه شماره١٤٤٥، نشرموسسه تحقیقات خاک وآب.

خاوازی، ک.، م. ج، ملکوتی.١٣٨٠. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، کرج.

خسروی، ه. ١٣٧٦. بررسی فراوانی و انتشار ازتوباکتر کرکوکوم در خاک های زراعی استان تهران و مطالعه برخی از خصوصیات فیزیولوژیک آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. تهران: ١١١ صفحه.

خسروی، ه.، علیخانی ح. و یخچالی، ب. ١٣٨٨. بررسی اثر سویه های ریزوبیوم دارای آنزیم ACC daminase بر رشد گندم در شرایط تنش شوری. مجله تحقیقات آب و خاک ایران(مجله علوم کشاورزی ایران)، جلد ٣٩ شماره١.

خلاصه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۲. نشر آموزش کشاورزی کرج.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

خواجویی نژاد، ع.، و همکاران. ۱۳۸۳. اثر رژیم های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر ویژگی های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا در کشت دوم. مجله دانش کشاورزی، جلد۱٤، شماره ۲۰، صفحات ۵۰-۵۷.

دانشیان، ج. ۱۳۷٤. اثرات تلقیح بذور ارقام سویا توسط باکتری های رایزوبیوم ژاپونیکوم بر خصوصیات کیفی و کمی ارقام سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

ذبیحی، ح. ر.، غ. ثوابقی، ک. خاوازی، ع. گنجعلی. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کاربرد سویه هایی از سودوموناس فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک، مجله آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد۲۳، شماره۱، ص:۲۰۸-۱۹۹.

راثی پور، ل. و ن. علی اصغر زاده. ۱۳۸٦. اثرات متقابل باکتری های حل کننده فسفات و برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم بر شاخص های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره٤۰(الف). صفحه۵۳-٦۳.

رادکیش‌ساکی، م. حسین‌زاده، ح. مدنی، ح.کشاورز، پ. شهابی و ملبوبی، م. (۱۳۸۵). کود زیستی فسفاته بارور- ۲ یک فناوری نو برای افزایش عملکرد گیاه چغندرقند. مشهد: سمینار کارخانه‌های قندوشکر ایران.

رحمییان مشهدی، ح. ۱۳۷۱. مطالعه عملکرد و اجزاء آن در کشت مخلوط ذرت، آفتابگردان و سویا. مجله دانش کشاورزی. شماره ۳و ٤. جلد ۳.

روستا، م.ج. ن.، صالح راستین، م. مظاهری اسدی. بررسی فراوانی و فعالیت آزسپیریلوم در برخی از خاک های ایران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۲۹، شماره۲، ص:۲۹۸-۲۸۵.

ریحانی تبار، ع.۱۳۷۹. بررسی جمعیت پسودوموناس های فلورسنت در ریزوسفر گندم کشت شده در خاک های زراعی استان تهران و تعیین پتانسیل آنها برای افزایش رشد گیاهان. پایان نامه کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

رئیسی، س. ۱۳۸۰. بررسی اثر تاریخ های مختلف کاشت بر نمو، اجزاء عملکرد و عملکرد دو رقم سویا با تیپ های مختلف رشد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹۵ صفحه.

زیست فناور سبز. (۱۳۸٤). کود زیستی فسفاته بارور-۲. تهران: جهاد دانشگاهی واحد تهران.

سرمدنیا. غ. و کوچکی. ع. ۱۳٦۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

شاهمرادی، ش.۱۳۸۲. بررسی اثرات تنش خشکی بر روی صفات کمی وکیفی ارقام و لاین های پیشرفته سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

صالح راستین، ن. ۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک، نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران- ایران.

علیزاده. ا. و کوچکی. ع. ۱۳٦۸. کشاورزی آب و هوا. انتشارات جاوید مشهد.

فرحبخش، ا.، م.ر. اردکانی، ب. ثانی و ه. خسروی. ۱۳۸٤. بررسی کارایی تلقیح برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، آزسپیریلوم برازیلنس و ازتوباکتر کرکوکوم روی اجزای عملکرد سویا. مجله دانش کشاورزی ایران. جلد۲. شماره۳ و ٤. صفحه ۲۵-۳۲.

قلاوند، ا.، و همکاران. ۱۳۸۵. کاربرد کودهای زیستی(بیولوژیک)، راهبردی بوم شناختی برای مدیریت پایدار بوم نظام های زراعی. مقالات کلیدی نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. شهریورماه. پردیس ابوریحان، تهران.

کاظمی، ش.، س. گالشی، ا. قنبر. و غ. ع. کیانوش. ۱۳۸٤. بررسی آثار تاریخ کاشت و تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم سویا. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(٤):۲۰-۲٦.

کافی، م.، قاسمی، ع. و اصفهانی، م. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در منطقه گیلان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی.۱۲(۵): ۵۵-٦۲.

کوچکی. ع، راشد محصل م. ح، نصیری ور م. صدرآبادی، ر.۱۳٦۷. مبانی فیزیولوژی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ٤۰٤ صفحه.

کوچکی، ع.، و همکاران. ۱۳۷۵. تولید محصولات زراعی(ترجمه و تدوین) انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

لباسچی، م.، ع. رضایی.، م. کریمی.۱۳۷۳. بررسی شاخص های فیزیولوژیکی رشد موثر بر عملکرد یولاف و جو. مجله پژوهش و سازندگی. ۲٤: ٤٦-۵۱.

لطیفی، ن.. ۱۳۷۲. زراعت سویا(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی.

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

ملکوتی، م. ج.، م. ن، غیبی. اصول تغذیه ذرت. بهینه سازی مصرف کود گامی به سوی خود کفایی در تولید ذرت(مجموعه مقالات). ۱۳۸۳. انتشارات سنا. چاپ اول.

ملکوتی، م. ج.، و پ. کشاورز. ۱۳۸٤. نگرشی بر حاصلخیزی خاک های ایران(شناسایی و بهره برداری) انتشارات سنا.

ملکوتی، م.ج و م.م. طهرانی. ۱۳۷۷. مطالب درس تغذیه گیاه در کلاس های آموزشی مدیران کارشناسان و تکنسینهای کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران،ایران.

موسوی‌جنگلی، ا. ثانی، ب. شریفی، م. و حسینی‌نژاد، . ز. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ میکوریز بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای(SC704). مجله دانش کشاورزی ایران، جلد۲، شماره۱.

میرزایی، ا. ۱۳۸۳. ترجمه تاثیر شرایط آب و هوایی در بهره گیری بهینه از آفت کش ها. دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار.

ناصری، ف. ۱۳۷۵. ترجمه دانه های روغنی. انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.

نصیری محلاتی. م.، و همکاران. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی(ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Abd-Alla, M., H. 1994. Use of organic phos phorous by Rhizobium leguminosarum by. Viciae phosphatase. Biology and Fertility of Soils, 8:216-218.

Abel, G.H., and G.W. Erdman. 1964. Response of lee soybean to different strains of Rhizobium japonicum Agronomy journal.

Afzal A. and B. Asghari. 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat(Triticum aestivum). International Journal of Agriculture & Biology, 10: 58-88.

Al-Mudarsi, M.A., and Jutzi, S.C. 1999. The influence of fertilizer-based seed priming treatments on emergence and seedling growth of sorghum bicolor and Pennisetum glaucum in pot trials unde r greenhouse conditions. Agron. J. Crop

Anon. 1983. Technical Handbook on symbiotic Nitrogen fixation, Legume Rhizobium, FAO, 164. P.

Arshad, M. and Frankenberger, Jr., W.T. 1991. Microbial production of plant hormones., pp.327-334, in: The rhizosphere and p: ant growth. Eds. Keister, D., I., and Cregan, P., B., Kulwer Academic Publishers, The Netherlands.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advan. Agron. 88: 223-271.

Banerjee, M., R., Yesmin, L., and Vessey, j., k., 2006. Plant- growth promoting rhizobacteria as biofertilizers as biofertilizers and biopsticides., pp. 137-181. In: Handbook of microbial biofertilizeas. Ed., Rai, M., K., Food production press, U.S.A.

Basra, A.S., Dhillon, R., and Malik, C.P. 1989. Influence of seed pre-treatment with plant growth regulators on metabolic alterations of germinating maize embryos under stressing temperature regimes. Ann. Bot. 64: 37-41.

Basra, A.S., Farooq, M., Afzal, I., and Hussain, M. 2006. Influence of osmopriming on the germination and early seedling growth of coarse and fine rice. Int. J. Agr. Biol. 8:19-21.

Bastia, D.K., Rout, A.K., Mohanty, S.K., and Prusty, A.M. 1999. Effect of sowing date, sowing methods and seed soaking on yield and oil content of rainfed safflower grown in Kalahandi, Orissa. Indian J. Agron. 44: 621-623.

Biswas, J. C., J. K. Ladha, F. B. Dazzo, Y. G. Yanni, and Rolfe. B. G. 2000. Rhizobial inoculation influences seeding vigor and yield of rice. Agronomy Journal. 92: 880-886.

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., New York.

Brocklehurst, P. A. and Deaman, J. 1983. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion: II. Seedling emergence and plant growth. Ann. Applied Biol, 102, 585-593.

Burstall, L., and Harris, P. M. 1983. The estimation of percen tage light interception from leaf area index and percentage ground cover in potatoes. Journal of Agricultural Science (Camb.) 100: 24- 34.

Buttery, B.R., and Buzzell. R.I. 1974. Evaluation of methods used in cumpoting net assimilation rates of soybean. Crop Sci. 14: 41-44.

Caesar, A. J. and Burr, T. J. 1987. Growth promotion of apple seedlings and rootstocks by specific strains of bacteria. Ecology and Epidemiology, 11: 1583-1588.

Cakmakci, R. 2005b. Bitki geliflimini teflvik eden rizobakterilerintarimda kullanimi. Ataturk Univ. Ziraat Fakultesi Dergisi. 36: 97-107.

Chabot, R., H. Antoun, and Cescas. M. P. 1993. stimulation of the growth of maize and lettuce by inorganic phosphours-solubilizing micro- organisme. Canadian Journal of Microbiolojy. 39: 941-947.

Chakmakchi, R., Donmez, F., Aydın, A and Shahin, F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil. Biol. Biochem. 38: 1482–1487.

Cheng, Z., E. Park and Glick. B.R. 2007.1 Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase from Pseudomonase putida UW4 faciliate the growth of canola in the precence of salt. Canadian Journal of Microbilogy, 53: 912-918.

Davidson, H.R. and Campbell, C.A. 1984. Growth rates, harvest index and moisture use of manitu spring wheats influenced by nitrogen, tempreture and moisture. Can. J. Plant Sci. 64: 825-839.

Danso, S. K. A., C. Hera and Douka, C. 1987. Nitroge n fixation in soybean as influenced by cultivar and Rhizobium strain. Plant and soil, 99: 163-174.

Damiano,C. and Monticelli, S. 1998. In vitro fruit trees rooting by Agrobacterium rhizogenes wild type infection. Journal of Biotechnology, http/www. inea. it/ isf /index.html.

Defreitas, J.R., Banerjee, M.R and Germida, J.J. 1997. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (Brassica napus L.). Biol. Fertil. Soils. 24: 358–364.

Defreitas,J.R. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (Triticum aestivum L., var Norstar) inoculated with rhizobacteria. Pedobiologia. 44: 97–104.

Dixon, R.O.D. and wheeler. C.T. 1986. Nitrogen fixation in plants, Blackie, London. 157p.

Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., and Yaacov Okon, Y. 2003. Plant growth promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Critical Rev. Plant Sci. 22:107-149.

El-Damaty, H., Kuehn, H. and Linser,H. 1964. Preliminary investigation on inceasing salt tolerance of plants by application of CCC. Agrochemica, 8, 129-138.

FAO.2006.(Annul) Production Yearbook, Food and Agriculture Organization, United Nations, Rome.

Farooq, M., Basra, S. M. A. and Hafeez-ur-Rehman. 2006. Seed priming enhances emergence, yield and quality of direct-seeded rice. Crop Manage. Physiol. 3: 42-44.

Fehr, W. R. and A. H. Probst. 1971. Effect of seed source on soybean strain performance for two successive generations. Crop Sci. 11: 865-867.

Ghassemi-Golezani, k., Aliloo, A, Valizadeh, M, and Moghaddam,. M. 2008. Effect of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil(Lens culinaris Medik). Journal of Food, Agriculture & Environment Vol. 6(2): 222-226.

Ghassemi-Golezani, K., Sheikhzadeh-Mossaddegh, P., and Valizadeh, M. 2008. Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Journal of Seed Science 1: 34- 40.

Ghosh, P.K 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field. Crop. Res. 88: 227-237.

Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Canadian Journal of Microbiology, 41:109-117.

Grichko, V.P. and B.R. Glick, 2001. Ethylene and flooding stress in plants. Plant Physiology and Biochemistry. 39: 1-9.

Grichko, V.P., B. Filby, and B.R. Glick. 2000. Increased ability of transgenic plants expressing the bacterial enzyme ACC deaminase to accumulate Cd, Co, Cu, Ni, Pb and Zn. Journal of Biotechnology. 81: 45-53.

Hall, J.A., Pierson, D., Ghosh, S and Glick, B.R. 1996. Root elongation in various agronomic crops by the plant growth promoting rhizobacteria Pseudomonas putida GR12-2. Isr. J. Plant Sci. 44: 37– 42.

Halt, J. G.,N.R. Krieg, P. H. A. Sneah,J.T.Staley, and.Williams. S. T. 1994. Bergeys manual of determinative bacteriology. In: Baltimore, M. D. (Eds.).Williams & wilkins.

Halvorson, H.O., A. keynan, and. Kornberg. H.L. 1990. Uilization of calcium phosphate for microbial growth at alkaline PH, Soil Biochem., 22(7) 887-890.

Hampton, j. G., and Hill, M. J. 1990. Herbage seed lits: are germination data surfficient? Proceedings of the New Zealand Grassland Association, 52: 59-64.

Harris, D., A. Joshi, P. A. Khan, P. Gothkar and P. S. Sodhi. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Exp. Agric. 35: 15-29.

Harris, D., R. S. Tripathi and. Joshi, A. 2000. On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice, in IRRI: International Workshop on Dry-seeded Rice Technology', held in Bangkok, 25-28 January 2000. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 164 pp.

Hirsch, A.M., Fang, Y., Asad, S. and Kapulnik, Y. 1997. The role of phytohormones in plant- microbe symbioses. Plant and Soil, 194:171-184.

Höflich, G. 1999. Colonization and growth promotion of non-legumes by Rhizobium bacteria. Microbial Biosystems: New FrontiersProceedings of the 8th International Symposium on Microbial EcologyBell CR, Brylinsky M, Johnson- Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada,Green P (eds).

Hollis, A. B., W. E. Kloos, and G. H. Elkan. 1981. DNA: DNA hybridization studies of B. japonicum and related Rhizobiaceae. Journal Gen Microbiology. 123:215-222.

Hungria. M. and T. R. J. Bohrer. 2000. Viability of nodulation and dintrogen fixation capacity among soybean cultivars. Biology and Fertility of Soils, 31:45-52.

Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. London. Edward Arnold.

Hussain, M., M. Farooq, S. M. A. Basra and. Ahmad, N. 2006. Influence of seed priming techniques on the seeding establishment, yield and quality of sunflower. Int. Agric. Biol., 8:14-18.

I chizuka, j. 1992. trends in biological nitrogen fixation research and application, plant and soil, 141: 197-209.

Jarak, M., R. Protio, S. Jankovio and. Colo, J. 2006. Response of wheat to Azotobacter-Actinomycet inoculation and nitrogen fertilizers. Romanian Agriculture Research. Number23.

Judi, M., and Sharifzadeh, F. 2006. Investigation the effects of hdropriming in barley cultivars.Biaban J. 11: 99-109.

kahlon, P. S., Dhaliwal, H. S., Sharma, S.K. and Randawa, A. S. 1992. Effect of pre-sowing seed soaking on yield of weath (Triticum aestivum) under late sown irrigated condition. Indian J. Agri. Sci., 62: 276-277.

Karimi, M. 1993. Analysis of growth indices based on heat unit. Pp. 235-242. In: Proceedings of 1st Crop Sciences Congres of Iran. The University of Tehran, Karaj, Iran.

Karimi, M.M. and Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13-20.

Kibite, S. and. Harker, K.N .1991. Effects of seed hydration on agronomic performance of wheat , barley and oats in central Alberta. Can. J. Plant. Sci. 71: 515- 518.

Klassen, S. and B. Bugbi. 2000. Differential sensitivity of crops to ethylene and interactions with elevated CO_2.Life support and biosphere science, 7: 23-83.

Kloepper, J.W. 1993. Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents., pp: 255-274, in: soil microbiological ecology. Ed., Metting, F.B., Jr., Dekker, New York, USA.

Krishnan, H. R., G. Jiang, A. H. Krishnan and. Wiebold, W. J. 2000. Seed Storage protein Composition of nonnodulation soybean and its influence on protein quality. Plant Sci. 2:191-99.

Kumar, V. and Neeru Narula. 1999. Solubilization of inorgainc phosphates and growth emergence of wheat as affected by Azotobacter chroococcum mutants. Biol. Fertil. Soils. 28: 201-305.

Keryser, H.H. and F.Li. 1992. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. Plant and soil141:119-35.

Koochaki, A. and Nasiri Mahallati, M. 1992. Crop ecology. Jihad-e- Daneshgahi of Mashhad University Press. 291 pp.

Leffel, R.C., P.B. cregan., A. P.Balgiana., and .Thibeau. D.J. 1992. Nitrogen metabolism of normal and high-seed - protein soybean. Crop science. 32: May- June, N.3.

Lombardo, D. R. 1991. Nitrogen fixation in legumes. J. Prod. Agric. 2: 281-230.

Lopez- Bellido, F-J., Lopez- Bellido, Lo., Lopez- Bellido, R.J., 2005. competition, growth and yield of faba bean (vicia faba L.). Europe Journal Agronomy. 23: 359-378.

Macdonald, M. 2000. Seed priming in Black, M. and J. D. Bewley. Seed technology and its biological basis, Sheffild acadmic press 1td, chapter9, p:294-300.

Ma, W. D. M. Penrose and. Glick. B. R. 2002. Strategies used by Rhizobia to lower plant ethylene levels and increase nodulation. Canadian Journal of Microbiology, 48: 947-954.

Malboubi, M.A. 1998. Plant molecular biology response to environmental factors. Articles 5th Congress Agro breed Sciences in Iran. P.11.

Marschner, H. 1995.Mineral nutrition of higher plants. Academic press.

Matiru, V. N. and Dakora F. D. 2004. Potential use of rhizobial bacteria as promoters of plant growth for increased yield in landraces of African cereal crops. African Journal of Biotechnology, 3 (1): pp: 1-7.

Mayak, S., T. Tirosh, and Glick, B.R. 2004. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomato and pepper. Plant Science, 166: 525-530.

Mc Cardell, a., M. J. Sadowsky, and Cregan. P. B. 1993. Genetics and improvement of biological nitrogen fixation. In: Metting F. B. Jr.(Eds.). Soil microbial ecology Marcel Dekker, New York, pp: 151-176.

McDonald, M. 2000. Seed primping. pp: 287-325. In: Black, M. and J.D. Bewley. (Eds).Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press. Florida.

Musa, A.M., D. Harris, C. Johansen and Kumar. J. 2001. Short duration chickpea to replace fallow after Aman rice: the role of on-farm seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. Experimental Agriculture, 37: 509-521.Sci. 182: 135-142.

Mustafa, Y., and Canbolat. S.B. 2005. Effect of plant growth-promoting bacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. Biology and Fertility of Soils.

Nagar, R.P., Dadlani, M., and Sharama, S.P. 1998. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. Seed. Res. 26: 1-5.

Nahas,E.,D. A.Banzatto and Assis. L. C. 1990. Fluor apatite solubilization by Aspergillus niger in vinasse medium. Soil Boil. Biochem. 22(8)1097-1101.

Paul, E. A. and Clark. F. E. 1989. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, London, 275p.

Paul,D. and Chodry, J. 1991. The effects of pre-sowing seed treatments on germination and emergence of wheat seeds at deficalt condition. Scientia Hort, 5,1-9.

Peltonen-Sainio, P. 1997. Leaf area duration of oat at high latitudes. Journal of Agronomy and Crop Sciences 178:149–155.

Peltonen-Sainio, P., Kontturi, M., and Peltonen, J. 2006. Phosphorus seed coating enhancement on erly growth and yield co mponents in oat. Agronomy Journal 98: 206–211.

Peolles. M.B. and E.T. craswell. 1992. Biological nitrogen fixation Investments, expectations and actual contribution to agriculture, plant and soil, 141:13-39.

People, M.B. and Herridge. D. F. 1990. Nitrogen fixation by legumens in tropical and subtropical agriculture. Advances in Agronomy, 44:155-223.

Peoples, M. B. and. Crasweii. E. T. 1992. Biological nitrogen fixation: Investments, expectations and actual contribution to agriculture. Plant and Soil, 141:13-39.

Perry, D.A.1981. Handbook of Vigour Test Methods. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Postgate, j. 1987. Nitrogen fixation, Edward Arnold, London, 73p.

Postgate, J.1987. Nitrogen Fixation, Edward Arnold, London, 73p.

Probanza, A., J. A. Lucas Garcia, M. Ruiz Palomino, , B. Ramos, and F. J.Gutierrez Manero, 2002. Pinus pinea L. seedling growth and bacterial rhizosphere structure after inoculation with PGPR Bacillus. Applied Soil Ecology, 20:75-84.

Putene, M. E., and Bashan, Y. 1993. Effect of inoculation with Azospirilum brasilens on germination and seedling growth of the giant colmnarcardon cactus (Pachycereus pringlei). Symbiosis, 15: 49-60.

Rai, S. N. and A. C. Gaur. 1988. Characterization of Azotobacter spp. and effect of Azotobacter and Azospirillum as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil 109: 131-134.

Rebetzke, G. J., Botwright, T. L., Moore, C. S., Richards, R. A., and Condon, A. G. 2004. Genotypic variation in specific leaf area for genetic im provement of early vigour in wheat. Field Crops Research 88:179–189.

Renato de Freitas, J. 2000. Yield and N assimilation of winter inoculated wheat rhizobacteria. Pedobiologia 44: 97-104.

Richards, R. A., and Lukacs, Z. 2002. Seedling vigour in wheat: Sources of variation for genetic and agronomic improvement. Australian Journal of Agricultural Research Science 53: 41–50.

Rodelas, B. 1999. Influence of Rhizobium /Azotobacter combined inoculation on mineral composition of faba bean (vicia fabas.) Biology and Fertility of Soils. 29 (2): 165-169.

Roger, P.A. and Ladha, J.K. 1992. Biological N2 fixation in wetland rice fields: estimation and contribution to nitrogen balance. Plant Soil. 141: 41-55.

Rohitashav-Singh, Sood, B.K., V.K. Sharma, and .singh. R. 1993. esponse of forage maize (Zea mays L.) to Azotobacter inoculation and nitrogen. Indian Journal of Agronomy, 38:555-558.

Rongchang,L.,and Fenyting. L. 1995. International training course on biological fertilizer Bodenk, bouding china. Pp.11-68.

Rosas,S., M. Rovera,. J. Andres and Correa. N. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobialegume symbiosis. Proceeding of the 15th Internaional Meeting on Microbial phosphate Solubilization. Salamanca Universty, 16-19 July, Salamanca, spain.

Saravanakumar,D. and R. Samiyappan. 2007. ACC deaminase from Pseudomonas fluoresce ns mediated saline resistance in groundnut (Arachis hypogea) plants. Journal of Applied Microbiology, 120(5): 1283-1292.

Sarig , S. Y., Y. Kapulnik. And Y. Okon . 1986 . Effect of Azospirillun spp . Enriron . Microbiol . 44 : 990-991 .

Sarig, S., Okon, Y. and Blum, A. 1990. Promotion of leaf area development and yield in Sorghum bicolor inoculated with A.brasilense. Symbiosis. 9: 235-245.

Sarker, A., Erskin, W. and Sing, M. 2003. Regression models for lentil seed and straw yield in Near East. Agric.Forest. Meteor. 116: 61-72.

Scott, R. K., and Wilcockson, S. J. 1978. Application of physiological and agronomical principles to the development of the potato industry. Pp. 678- 704. In: P. M. Harris (Ed.). The potato crop: The scientific basis for improvement. London, Chapman and Hall.

Shahin, F., Chakmakji, R and Kantar, F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant. Soil. 265: 123–129.

Sharm , K.N and Namdeo, 1999. Effect of biofertilizers and phosphorus on NPK contents ,uptake and grain quality of soybean and nutrient status of soil.Crop Research Hisar,17:164-169.

Sharma, A.k. 2003. Biofertilizer for sustuainble agriculture. Agrobios, India.

Sharpley, A. N. and Rekolainen, S. 1997. Phosphorus in agriculture and its environmental implication., pp:1-53. In: phosphorus loss from soil to water. Eds., Tunney, H., Daton, O. T., Brookes, P,C. and Johnston. A. E., CAB International.

Shaukat, K. ,S. Affrasayab and Hasnain, S. 2006a. Growth responses of Helianthus annus to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer,j. Agri.Res. ,Vol.1(6), 573-581.

Shehata, M.M., and EL-Khawas, S.A. 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6: 14. 1257-1268.

Smith, D. L., and Hume. D. J. 1987. Comparision of assay methods for nitrogen utilizing white bean and soybean. Canadian Journal of Plant Science. 67:11-19.

Soderlund,R., and Roswall, T.1982. The nitrogen cycle. In: The handbook of environmental chemistry, the natural environmental and the biogeochemical cycles. Vol.1B,. Ed., Hutzinger, J., Springer-Verlag, Berlin, Germany,pp:60-80.

Stearns, J. C., S. Shah, B. M. Greenberg, D. G. Dixon and Glick, B. R. 2005. Tolerance of transgenic canola expressing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase to growth inhibition by nickel. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 701-708.

Sturz, A. V. and Christie, B. R. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: themanagement of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research,72:107-123.

Subedi, K.D., and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn Yield in a humid temperate environment. Agron. J. 97:211-218.

Thakare,C.S.,P. H. Rasal, and Patil, P. L. 1999. Evaluation of efficient Brady Rhizobium strains for soybean. Legume- Research.22: 26-30.

Theurer, J.C. 1979. Growth patterns in sugar beet production. J. Am. Soc. sugar beet Technol. 24: 343-367.

Tilak, K.V. B. R., N. Ranganayaki, K.K. Pal, R. De, A. K. Saxen, C. Shekhar Nautiyal , Shilpi Mittal, A. K. Tripathi and johri, B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria, Current Science. 89: 136 – 150.

Tilak, K.V.B.R., C.S. Singh, N.K. Roy and Subba Rao. N.S. 1982. Azospirillum brasilense and Azotobacter inoculum effect on maize and sorghum. Soil Biology and Biochemistry, 14: 417-418.

Turner, J.T. and Backman,P.A. 1989. Factors relating to peanut yield increases following Bacillus subtilis seed treatment. Plant Disease, 73: 464-468.

Vessey, J.k. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and soil, 255:271-286.

Vincent, J. M. 1974. Root-Nodule symbiosis with Rhizobium. In: Quispel, A.(Eds.). The Biology of nitrogen fixation. North- Holland Publishing Co., Amsterdam, pp: 265-341.

Vivanco, J.M. and Flores, H. E. 2000. Control of root formation by plant growth regulators, pp.1-25. In: plant growth regulators in agriculture and horticulture . Ed., Basra, A. S., Foodd Producte Press, New York.

Weblaum, G. E., Shen, zh., Oluoch, M. O. and Lewis W. Jett. 1998. The evolution and effect of priming vegetable seeds. Seed technology, Vol. 20, no.2., p:209-235.

Wilcox, J.R. 1987. Soybean: improvement, production and uses. Madison, Wisconsin, U.S.A.

Wilcox, J.R. 1974. Response of three soyban strains to equidistant and spacing. Agronomy Journal. 66:409-412.

Wiresma. J.V.and ORF. J.H. 1992. Early maturing soybean nodulation and performance with selected Bradyrhizobium japonicum strains . Pp.348-349. In: J.J landsberg . Environmental effect soybean physiology .

Wu,S,C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C and Wong ,M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125: 155–166.

Yasdisamadi, b., and A. Zali. 1975. Effect of Rhizobium and nitrogen on soybean. Present at Word Soybean Research Conferene. University of Illinois.

Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., Esmaili, M. A., 2009. Effect of Phosphate solubilization microorganisms (PSM) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of Corn (Zea mays L.). Proceedings of world academy of sciences, pp: 2070-3740.

Zahir ,A. Z., Arshad ,M.and Frankenberger (jr.), W. F. , 2004. Plant growth promoting rhizobacteria : Applications and perspectives in agriculture , Advances in Agronomy, 81: 97 - 168 .

Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Afify, Aida, H. and Nassef, M.A. 2003. Yield and Nitrogen Assimilation of Winter Wheat Inoculated with New Recombinant Inoculants of Rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (4): 344-358.

Zang, F., and Smith. D.L. 1996. Inoculation of soybean[Glycine max(L.) Merr.] with genistein-prein cubated Bradyrizobium japonicum or genistein directly applied into soil and soybean protein and dry matter yield under short season conditions. Plant Soil. 179:233-241.

Zhang, F. 2002. Bradyrhizobiom japonicum mutants allowing improved soybean yield in short season areas with cool spring soil temperature. Crop Science. 42: 1186-1190.

Zhang, F., D. H. Lynch, and Smith. D. L. 1995. Impact of low root zone temperatures in soybean [Glycine max(L.) Merr.] on nodulation and nitrogen fixation. Environ Exp Bot. 35: 279-285.

Zhang, F., N. Dashti, R. K. Hynes, and Smit. D. L. 1997. Plant growth promoting rhizobacteria and soybean[Glycine max(L.) Merr.] growth and physiology at suboptimal root zone temperatures. Annual Botany. 79: 243-249.

Zhang, H. 2002. Bradyrhizobium japonicum mutant allowing improved soybean yield in short season areas with cool spring soil temprature. Crop science. 42: 1186-1190.

studying the effects of application Biological fertilizer Barvar-2, Bacteria Rhizobium japonicum and Priming on growth & yield of soybean(*Glycine max L.*)

Abstract

In order to Study of the effect of biological fertilizer (Barvare-2), Rhizobium japonicum and seed priming on growth and yield of soybean, an experiment was carried out as factorial based on Randomized complete Block Design (RCBD) with 4 replications in Agriculture Research Station of Shahrood University of Technology. Biological fertilizer including 2 levels (using of biological fertilizer and Non fertilizer) and Rhizobium japonicum including 2 levels (using of Rhizobium japonicum and Non Rhizobium japonicum) and priming including 3 levels [(hydropriming, osmopriming and control(without priming)]. Results showed that biological fertilizer significantly affected height plant, number of pod seed per plant, number of seed per plant, 1000-seed weight, grain yield, percent of protein, percent of oil and harvest index. Rhizobium japonicum significantly affected number of pod seed per plant, number of seed per plant, 1000-seed weight and grain yield, percent of protein, percent of oil and biological yield. Traits priming significantly affected all of studied traits except number of seed per pod and harvest index. Interaction between biological fertilizer and Rhizobium japonicum significantly affected number of pod per plant, number of seed per plant and percent oil. Interaction between biological fertilizer and priming significantly affected number of pod per plant.Interaction between Rhizobium japonicum and priming significantly affected height plant, number of seed per plant percent of protein and percent of oil. Interaction between biological fertilizer and Rhizobium japonicum and priming significantly affected height plant, number of seed per plant percent of protein and percent of oil. Finally, biological fertilizer and Rhizobium japonicum and priming promote growth and yield of Soybean and in addition to establishing a better environment for plant, Protecting the environment from agricultural inputs can be destructive.

Key words: Soybean, Biological fertilizer (Barvare-2), Rhizobium japonicum, priming, yield.

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

M.Sc. Thesis

studying the effects of application Biological fertilizer Barvar-2, Bacteria Rhizobium japonicum and Priming on growth & yield of soybean(*Glycine max L.*)

salman salmanzade

Supervisors:

Dr. H. Abbasdokt

Dr. A. Gholami

Advisors:

Dr. M. Gholipoor

Dr. H.R. Asghari

Septamber2012