بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

تأثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس، سطوح مختلف گوگرد و پرایمینگ بر عملکرد سویا

فهیمه دشت پیما

اساتید راهنما

دکتر حمید عباس دخت **دکتر حسن مکاریان**

اساتید مشاور

دکتر منوچهر قلی‌پور **دکتر احمد غلامی**

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۲

تقدیم به

مادر فداکارم، او که دعای خیرش را بدرقه راهم کرد؛

پدر بزرگوارم، که یادش در همه حال همراهی ام نمود؛

خواهر و برادرانم که همیشه در کنارم حضور داشتند.

اساتید ارجمندم که اندیشیدن را به من آموختند نه اندیشه ها؛

و آنهایی که معتقدند بن بستی وجود ندارد و بر این باورند

که یا راهی خواهند یافت، یا راهی خواهند ساخت.

تشکر و قدردانی

اکنون که با استعانت از درگاه پروردگار منان، گامی دیگر از زندگیم را پشت سر نهادم، بر خود لازم می دانم مراتب سپاس و قدرانی صمیمانه ی خویش را تقدیم همه ی کسانی کنم که طی این مدت مرا یاری نمودند.

از اساتید راهنمای بزرگوارم، آقای دکتر حمید عباس دخت و آقای دکتر حسن مکاریان به خاطر تمام راهنمایی های علمی شان در طی مراحل انجام و تدوین پایان نامه نهایت تشکر و امتنان را دارم. از اساتید مشاور گرانقدر و دلسوزم جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر منوچهر قلی پور به خاطر تمام راهنمایی ها و مساعدت های بی دریغ و ارزشمندشان در طی مراحل انجام و تدوین پایان نامه کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. از داوران ارجمند جناب آقایان دکتر شاهین شاهسونی و جناب آقای دکتر مصطفی حیدری و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر حمید رضا اصغری که موجبات بهبود پایان نامه را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می نمایم.

همچنین از اساتید و کارشناسان گروه زراعت، کارکنان دانشکده کشاورزی تشکر و قدردانی می نمایم.

با تشکر

فهیمه دشت پیما - بهمن ۱۳۹۲

تعهد نامه

اینجانب **فهیمه دشت پیما** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس، سطوح مختلف گوگرد و پرایمینگ بر عملکرد سویا** تحت راهنمائی آقای **دکتر حمید عباس دخت** متعهد می شوم:

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد.

چکیده

جهت ارزیابی اثر پرایمینگ در مزرعه و تلقیح باکتری تیوباسیلوس و مصرف سطوح مختلف کود گوگرد بر عملکرد و اجزاء عملکرد سویا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا گردید. فاکتورها شامل پرایمینگ و باکتری تیوباسیلوس و مصرف کود گوگرد گرانوله آلی بود. پرایمینگ در ۲ سطح شامل: عدم پرایم و پرایم در مزرعه و عامل باکتری در ۲ سطح شامل: مصرف و عدم مصرف و کود گوگرد گرانوله آلی در ۳ سطح شامل: عدم مصرف، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (مصرف توصیه شده)، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (۱/۵ برابر مصرف توصیه شده). نتایج نشان داد اثرات اصلی پرایمینگ، تلقیح باکتری تیوباسلیوس و مصرف گوگرد گرانوله آلی به طور معنی‌داری بر صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، درصد روغن، درصد پروتئین و درصد گوگرد دانه معنی‌دار بود. اثرات متقابل گوگرد و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر صفات درصد فسفر دانه و درصد گوگرد و میزان کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد.

کلمات کلیدی: سویا، تیوباسیلوس، گوگرد گرانوله آلی، عملکرد

مقالات مستخرج از پایان نامه :

۱- تأثیر کود گوگرد گرانوله آلی و مایه تلقیح باکتری جنس تیوباسیلوس بر عملکرد سویا در شرایط هیدروپرایم (دومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم دانشگاه محقق اردبیلی)

۲- بررسی تأثیر باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله آلی بر روی عملکرد و وزن صد دانه سویا (همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی جزیره قشم)

۳- تأثیر سطوح مختلف گوگرد گرانوله آلی و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد و ارتفاع سویا (همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی جزیره قشم)

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم: بررسی منابع ۵

۲-۱-۱ گیاه شناسی ۶

۲-۱-۱- ریشه ۷

۲-۱-۲- ساقه ۷

۲-۱-۳- برگ ۸

۲-۱-۴- گل ۸

۲-۱-۵- غلاف ۹

۲-۱-۶- دانه ۱۰

۲-۲- مراحل رشد و نمو ۱۰

۲-۳- سازگاری ۱۲

۲-۴-آب وهوای مناسب ۱۳

۲-۵- خاک های مناسب سویا ۱۴

۲-۶- ارزش غذایی دانه ۱۴

۲-۷- گوگرد ۱۵

۲-۷-۱- اکسایش گوگرد ۱۹

۲-۸- کودهای بیولوژیک ۲۱

۲-۸-۱- نقش کودهای بیولوژیک در تغذیه گیاه ۲۱

۲-۸-۲- انواع کودهای بیولوژیک ۲۲

۲-۹- باکتری تیوباسیلوس ۲۳
۲-۱۰- پرایمینگ ۲۴
فصل سوم: مواد و روشها ۲۹
۳-۱- موقعیت محل و زمان اجرای آزمایش ۳۰
۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش ۳۰
۳-۳- طرح آماری و تیمارهای به کاررفته درآزمایش ۳۰
۳-۴- پرایمینگ ۳۱
۳-۵- تلقیح باکتری ۳۲
۳-۶- گوگرد ۳۲
۳-۷- عملیات اجرایی ۳۲
۳-۷- ۱- آماده سازی زمین در مزرعه ۳۲
۳-۷-۲- کاشت ۳۲
۳-۷-۳- داشت ۳۳
۳-۸-نمونه برداری و اندازه گیری صفات مورد بررسی ۳۳
۳-۸-۱- نمونه برداری ها در طی فصل رشد ۳۳
۳-۸-۲-ارتفاع بوته ۳۳
۳-۸-۳- اندازه گیری کلروفیل a و b ۳۴
۳-۸-۴- برداشت نهایی ۳۳
۳-۸-۵- اجزای عملکرد ۳۵
۳-۸-۵-۱- تعداد غلاف در بوته ۳۵
۳-۸-۵-۲- تعداد دانه در غلاف ۳۵

۳-۸-۵-۳- وزن هزار دانه ۳۵
۳-۹- سنجش درصد روغن دانه ۳۵
۳-۱۰- سنجش درصد پروتئین دانه ۳۶
۳-۱۱- تجزیه وتحلیل آماری داده ها ۳۸
فصل چهارم: نتایج بحث ۳۹
۴-۱-اجزاءعملکرد ۴۰
۴-۱-۱- تعدادغلاف دربوته ۴۰
۴-۱-۲- تعداد دانه در بوته ۴۶
۴-۱-۳- وزن هزار دانه ۵۱
۴-۱-۳- عملکرد دانه ۵۶
۴-۱-۴- عملکردبیولوژیک ۶۰
۴-۱-۵-ارتفاع بوته ۶۴
۴-۱-۶- درصد روغن ۷۰
۴-۱--۷ درصدپروتئین ۷۴
۴-۱-۸- درصد فسفردانه ۷۷
۴-۱-۹ درصد گوگرد دانه ۸۱
۴-۱-۱۰ کلروفیل برگ ۸۴
۴-۳- جمع بندی نتایج ۸۹
۴-۴- توصیه ها وپیشنهادات ۹۰
پیوست ها ۹۱
منابع : ۱۰۰

فهرست شکل ها

شکل(۴-۱). تاثیر پرایمینگ بر روی تعداد غلاف در بوته ۴۱

شکل(۴-۲). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر تعدادغلاف در بوته..... ۴۲

شکل(۴-۳). تاثیر سطوح گوگرد گرانوله آلی بر تعداد غلاف دربوته ۴۲

شکل(۴-۴). اثر متقابل پرایمینگ و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر تعداد غلاف در بوته..... ۴۳

شکل(۴-۵). اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر تعداد غلاف در بوته..... ۴۴

شکل(۴-۶). اثر متقابل تلقیح باکتری تیو باسیلوس و گوگرد گرانوله آلی بر تعداد غلاف در بوته ۴۵

شکل(۴-۷). تاثیر پرایمینگ بر روی تعداد دانه در غلاف در بوته..... ۴۶

شکل(۴-۸). تاثیر تلقیح سطوح باکتری تیوباسیلوس بر تعداد دانه در غلاف در بوته ۴۸

شکل(۴-۹). تاثیر سطوح گوگرد برتعداد دانه در غلاف در بوته ۴۸

شکل(۴-۱۰). اثرمتقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله بر تعداد دانه در غلاف (بوته)..... ۴۹

شکل(۴-۱۱). تاثیر پرایمینگ بر وزن هزار دانه ۵۱

شکل(۴-۱۲). تاثیر تلقیح سطوح باکتری تیوباسیلوس بروزن هزاردانه ۵۲

شکل(۴-۱۳). تاثیرگوگرد بر وزن هزاردانه ۵۳

شکل(۴-۱۴).اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد بر وزن هزار دانه ۵۴

شکل(۴-۱۵).اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بروزن هزاردانه ۵۵

شکل(۴-۱۶). تاثیر پرایمینگ برصفت عملکرددانه..... ۵۷

شکل(۴-۱۷). تاثیر تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس برعملکرد دانه ۵۷

شکل(۴-۱۸). تاثیر گوگرد بر عملکرددانه ۵۸

شکل(۴-۱۹). اثر متقابل گوگردو باکتری تیوباسیلوس برعملکرد دانه ۵۹

شکل(۴-۲۰). تاثیر پرایمینگ بر روی عملکرد بیولوژیک ۶۰

شکل(۴-۲۱). تاثیرتلقیح باکتری تیوباسیلوس برعملکردبیولوژیک..... ۶۱

شکل(۴-۲۲). تاثیر سطوح گوگرد بر عملکرد بیولوژیک ۶۲

شکل(۴-۲۳). اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد برعملکرد بیولوژیک ۶۳
شکل(۴-۲۴). اثرمتقابل پرایمینگ و گوگرد بر عملکرد بیولوژیک ۶۴
شکل(۴-۲۵). تاثیر پرایمینگ بر ارتفاع بوته ۶۵
شکل(۴-۲۶). تاثیر تلیقح باکتری تیوباسیلوس برارتفاع بوته ۶۵
شکل(۴-۲۷). تاثیر گوگرد برارتفاع بوته..... ۶۶
شکل(۴-۲۸). اثر متقابل پرایمینگ و باکتری تیوباسیلوس برارتفاع بوته ۶۷
شکل(۴-۲۹). اثرمتقابل باکتری تیوباسیلوس وگوگرد برارتفاع بوته..... ۶۸
شکل(۴-۳۰). تاثیر پرایمینگ بر صفت درصد روغن دانه ۷۰
شکل(۴-۳۱). تاثیرتلقیح باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد روغن دانه ۷۰
شکل(۴-۳۲). تاثیرسطوح گوگرد برصفت درصدروغن دانه ۷۲
شکل(۴-۳۳). اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر صفت درصد روغن دانه..... ۷۳
شکل(۴-۳۴). اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد بر صفت درصد روغن دانه..... ۷۳
شکل(۴-۳۵). تاثیر پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین دانه ۷۵
شکل(۴-۳۶). تاثیر تلقیح باکتری بر صفت درصد پروتئین دانه ۷۵
شکل(۴-۳۷). تاثیر گوگرد بر صفت درصد پروتئین دانه..... ۷۶
شکل(۴-۳۸). اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر صفت درصد پروتئین دانه ۷۷
شکل(۴-۳۹). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد فسفر دانه..... ۷۸
شکل(۴-۴۰). تاثیرسطوح گوگرد بردرصدفسفردانه ۷۹
شکل(۴-۴۱)- تاثیر سطوح گوگرد بردرصد فسفردانه..... ۸۰
شکل(۴-۴۲).اثرمتقابل گوگرد وباکتری تیوباسیلوس برصفت درصدفسفردانه ۸۰
شکل(۴-۴۳). تاثیر پرایمینگ بر روی درصد گوگرد دانه ۸۱
شکل(۴-۴۴). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر روی درصد گوگرد دانه..... ۸۲
شکل(۴-۴۵). تاثیر سطوح گوگرد بردرصد گوگرددانه ۸۲

شکل(۴-۴۶).اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر درصد گوگرد دانه ۸۴

شکل(۴-۴۷). تاثیر پرایمینگ بر میزان کلروفیل a و b ۸۵

شکل(۴-۴۸). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر میزان کلروفیل a و b..... ۸۵

شکل(۴-۴۹). تاثیر گوگرد بر میزان کلروفیل a و b..... ۸۶

شکل(۴-۵۰).اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان کلروفیل a..... ۸۷

پیوست

جدول ۲-۱: مراحل رشد و نمو سویا براساس تقسمی بندی فهرو کاونیس ۹

جدول ۲-۲: درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع موجود در روغن سویا ۲۳

جدول ۳-۱: آنالیز خاک ۲۳

جدول ۳-۲: نقشه کشت ۲۴

جدول ۴-۱: تجزیه واریانس اجزاء عملکرد سویا ۹۴

جدول ۴-۲: تجزیه واریانس درصد گوگرد و فسفر و روغن و پروتئین دانه و کلروفیل a و b ۹۶

جدول ۴-۳: مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته ۴۶

جدول ۴-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر تعداد دانه دار غلاف ۴۷

جدول ۴-۵: مقایسه میانگین اثرمتقابل گوگرد،باکتری تیوباسیلوس ،پرایمینگ بروزن صددانه (گرم) ۵۷

جدول ۴-۶: مقایسه میانگین اثرمتقابل گوگردگرانوله آلی،باکتری تیوباسیلوس وپرایمینگ برارتفاع (سانتی متر).....۷۱

جدول ۴-۷: مقایسه میانگین اثرمتقابل گوگردگرانوله آلی،باکتری تیوباسیلوس وپرایمینگ بردرصد روغن ۷۳

جدول۴-۸: مقایسه میانگین اثرات سه جانبه کلروفیل a وb ۸۷

جدول۴-۹: تجزیه واریانس کلروفیل a وb ۹۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه

امروزه سویا به عنوان یک محصول استراتژیک نه تنها پاسخگوی مصارف غذایی متنوع و متعدد می-باشد، بلکه مصارف صنعتی فراوانی نیز یافته است. این گیاه از لحاظ تولید پس از گندم و ذرت در رده سوم و از نظر ارزش غذایی پس از ذرت در رده دوم قرار دارد. سویا علاوه بر تأمین روغن و پروتئین نقش عمده‌ای در تثبیت بیولوژیکی ازت داشته و بر حاصلخیزی خاک می‌افزاید. از شاخ و برگ این گیاه نیز جهت تعلیف دام استفاده می‌شود (کریمی، ۱۳۷۵).

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 می‌گیرد. این گیاه مهم‌ترین محصول زراعی در توسعه تمدن‌های چین، منچوری، کره و ژاپن بوده است. در وهله‌ی اول سویا برای تولید روغن کشت گردید و از آن می‌توان به عنوان مرتع، علوفه خشک، سیلو، کودسبز، علوفه تازه و در صنایع تولید پلاستیک، صابون، رنگ، گلیسرین، چسب، جوهر چاپ، حشره کش‌ها، مواد مرطوب کننده استفاده کرد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۸).

گوگرد[1] یکی از عناصر غذایی پر مصرف و ضروری برای تمام موجودات زنده می‌باشد. میزان گوگرد گیاهان تقریباً مشابه میزان فسفر آنهاست و از طرفی گوگرد از لحاظ کیفی به اندازه نیتروژن در تشکیل پروتئین سلولی اهمیت دارد. بطور کلی گوگرد در تشکیل کلروفیل گیاهان، فعال کردن بعضی از آنزیم‌ها (پاپائینازها و آنزیم ATP سولفوریلاز)، تشکیل آنزیم نیتروژناز و نیز در ساختمان شیمیایی برخی از ویتامین‌ها (بیوتین و تیامین)، مواد ناقل الکترون مانند فرو دوکسین (موثر دراحیای جذبی نیترات و سولفات)، تشکیل گلوتاتتیون و کو آنزیم A دخالت دارد . این عنصر باعث افزایش مقاومت گیاهان به امراض، خشکی و سرما می‌شود و همچنین از تجمع نیترات در گیاهان جلوگیری می‌کند. علاوه بر موارد یاد شده، اثرات مصرف گوگرد در اصلاح خاک‌های سدیمی و بهبود وضعیت تغذیه گیاهان در خاک های آهکی را نباید از نظر دور داشت (خاوازی و ملکوتی،۱۳۸۰ ؛ ویدیالاکشمی و

[1]sulfur

همکارن، ۲۰۰۹). گوگرد در خاکهایی که تهویه خوبی ندارند توسط باکتری های هتروتـروف ابتـدا بـه SH_2 تبدیل می شود، این ترکیب گوگردی اکسید شده و در نهایت به اسید سولفوریک تبـدیل مـی-شود که خاک را اسیدی می‌نماید. همانند نیتروژن فرم‌های اکسید شده گوگرد به شکل یون $(SO_4)^{-2}$ توسط گیاهان جذب می‌شود. گوگرد جز ساختمانی اسیدهای آمینه سیستیئن و متیونین است (نیـک نیایی، ۱۳۸۶؛ الدور، ۲۰۰۷). اکسیداسیون شیمیایی گوگرد بسیار کند است و قسـمت اعظـم گـوگرد موجود در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها اکسید می‌شود. بنابراین هر عاملی که بتوانـد رشـد و نمـو و فعالیت میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگرد را تحت تاثیر قرار دهد، بر میزان اکسیداسیون گوگرد در خاک نیز اثر خواهد گذاشت. میزان اکسیداسیون بیولوژیک گوگرد به اثـرات متقابـل سـه فـاکتور اصلی جمعیت میکروارگانیسم‌های اکسـید کننـده گـوگرد، مشخصـات ترکیبـات گـوگردی و شـرایط محیطی موجود در خاک بستگی دارد (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰،ژی هیو و همکاران، ۲۰۱۰).

باکتری تیوباسیلوس[۲] مهم‌ترین اکسید کننده گوگرد در خاک به شمار می‌رود. تلقیح کردن خاک بـا این باکتری باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد می‌شود. در صورتی که جمعیت این بـاکتری در خاک پایین باشد، مصرف گوگرد همراه با تیوباسیلوس در خاک‌های قلیایی و آهکی اثرات سـودمندی به دنبال خواهد داشت (وین رایت، ۱۹۸۴).

پرایمینگ[۳]، عملیاتی بر روی بذر است که سبب جـذب مقـدار کـافی آب توسـط بـذر بـرای تسـریع فرایندهای جوانه زنی می‌باشد، اما این مقدار آب برای خروج ریشه چه از پوشـش بـذر کـافی نیسـت. بنابراین مهم‌ترین هدف پرایمینگ کاهش دادن زمان جوانه زنی می باشد تا جوانه زنی در کوتاه تـرین زمان اتفاق بیفتد. همچنین پرایمینگ می تواند سرعت و یکنواختی جوانه زنـی و اسـتقرار گیاهچـه را افزایش دهد و یکی از مهم‌ترین جنبه‌های کیفی بذر که رشد گیاه را تحت تأثیر قـرار مـی دهـد زیـرا

---

[۲] Thiobacillus

[۳] praiming

مراحل اولیه گیاه شامل مرحله جوانه زنی، رشد و استقرار گیاهچه‌ها در دینامیک گیاهان نقش مهمی را به عهده دارد (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۸؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۸).

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پرایمینگ در مزرعه و تلقیح باکتری تیو باسیلوس و سطوح مصرف کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد و درصد روغن و پروتئین دانه سویا رقم DPX بود.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- سویا

۲-۱-۱ گیاه شناسی

سویا با نام علمی *Glycine max* .L در ایران آن را با نام سوژا نیز می‌شناسند، از دانه‌های روغنی است که حداقل از حدود ۲۸۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در چین کشت می‌شده و از گیاهان مقدس به شمار می‌رفته است. سویا در دهه دوم قرن اخیر به ایران آورده شد ولی بررسی‌های انجام شده روی آن موفقیت آمیز نبود. در سال ۱۳۴۱ گروه صنعتی بهشهر مقداری بذر سویا وارد کرد و به توسعه کشت آن در شمال کشور پرداخت (خواجه پور، ۱۳۸۵).

سویا گیاهی است دیپلوئید (۲n=۴۰)، یکساله و از تیره باقلا (*Fabaceae*) که به صورت بوته‌ای استوار و نسبتا پر شاخ و برگ رشد می‌کند. این گیاه روز کوتاه است و بیش از هر محصول زراعی دیگر نسبت به طول روز حساسیت نشان می‌دهد. مقدار رشد رویشی و طول دوره رشد به رقم، طول روز، دمای محیط و تاریخ کاشت بستگی دارد ولی بسیاری از ارقام مورد کاشت در ایران سیکل زندگی خود را طی ۹۰ تا ۱۴۵ روز به اتمام می‌رسانند (خواجه پور، ۱۳۸۵). گل‌های سویا در زاویه اتصال برگ ها به ساقه تشکیل شده و هر گل سبب تشکیل صفر تا ۳ بذر و به ندرت ۴ تا ۵ بذر می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). طول دوره گلدهی ۳ تا ۴ هفته ادامه یافته و معمولا ۲۵ تا ۵۰ درصد گل های تشکیل شده تولید نیام می‌کنند (مجتهدی و لشگری، ۱۳۶۰). رنگ گل‌ها سفید، بنفش یا ارغوانی است. گل‌ها خوشه‌ای بوده و معمولا در هر خوشه ۸ الی ۱۶ گل ظاهر می‌شوند. ارقامی که برای تولید روغن کشت می‌شوند دارای بذرهایی به رنگ زرد و آنهایی که برای مصارف مستقیم (آجیلی) کشت می‌شوند بذرهایی به رنگ زرد کاهی یا سبز زیتونی دارند و نوع علوفه ای آن دارای بذرهای قهوه ای یا سیاه هستند (مجتهدی و لشگری، ۱۳۶۰).

حداکثر محصول سویا تا حدود زیادی بستگی به وجود سیستم ریشه‌ای گسترده همراه با گره‌های تثبیت کننده نیتروژن دارد. گسترش حجم ریشه در صورت وجود آب و عناصر غذایی کافی در خاک و تهیه بستر مناسب امکان پذیر است (لطیفی، ۱۳۷۲).

اندام‌های مختلف این گیاه عبارتند از:

۲-۱-۱- ریشه

سیستم ریشه‌ای سویا به صورت گسترده و دارای یک ریشه عمودی اصلی بوده که ممکن است طول آن از ۱/۵ متر تجاوز کند. این ریشه معمولاً تا عمق حدود ۴۰ سانتیمتری سطح زمین دارای انشعابات فرعی است که ریشه‌های دیگری از آنها به عمق خاک انشعاب می‌یابند. حجم عمده ریشه‌های سویا در عمق کمتر از ۶۰ سانتی‌متری خاک پراکنش می‌یابند. رشد ریشه درمرحله رویشی سویا سریعتر از رشد قسمت‌های هوایی گیاه صورت می‌گیرد، به طوری که عمق ریشه از زمان گلدهی دو برابر ارتفاع ساقه می‌باشد. رشد ریشه تا زمان تشکیل دانه ادامه می‌یابد و قبل از ورود دانه به مرحله بلوغ فیزیولوژیک متوقف می‌گردد (لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۱-۲- ساقه

سویا دارای ساقه‌های نسبتاً گرد، غالباً کرکدار و ارتفاع آن معمولاً بسته به رقم از ۷۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر متغیر می‌باشد. بر روی ساقه سویا، معمولاً ۱۹ تا ۲۴ بند یا گره وجود دارد که ساقه های جانبی از این گره‌ها منشعب می‌شوند (لطیفی، ۱۳۷۲). سویا تولید یک ساقه اصلی می‌کند که از گره‌های پایین آن تعدادی ساقه فرعی انشعاب می‌یابد. طبق معمول، ساقه سویا راست و همراه با انشعابات زیاد است، ولی در برخی از ارقام تعداد شاخه‌های فرعی بسیار کم و فاصله کمتری از یکدیگر دارند. میان گره‌های پایین‌تر، به مرور زمان چوبی می‌شوند. تعداد شاخه‌های فرعی در ارقام مختلف متفاوت است. ارتفاع ساقه‌ها بین ۲۰۰-۴۰ سانتی‌متر بر حسب انواع مختلف تغییر می‌کند (سید شریفی، ۱۳۸۷). ساقه سویا دارای سه تیپ رشدی محدود، نامحدود و نیمه محدود است. در تیپ رشد نامحدود، با رسیدن به

مرحله نمو زایشی و ظهور گل‌ها، رشد رویشی همچنان ادامه دارد. در تیپ رشد محدود فعالیت رویشی جوانه انتهایی با تشکیل گل آذین متوقف می‌شود. در این تیپ، پس از گلدهی فقط اندکی به ارتفاع بوته افزوده می‌شود (لطیفی، ۱۳۷۵).

۲-۱-۳- برگ

سویا دارای چهار نوع برگ است: لپه‌ها، برگهای اولیه تک برگچه‌ای، برگهای سه برگچه‌ای و برگچه ضمیمه. لپه یا برگ دانه تقریباً بیضی شکل بوده و به وسیله اپیدرم دارای روزنه در سطح زیرین و فوقانی احاطه شده است. مزوفیل داخلی شامل بافت نرده‌ای همراه با سلولهای زیاد پارانشیم حفره‌ای فاقد لایه مشخص در سمت محور می‌باشد. لپه‌ها، زمان خود کفایی بوته به عنوان یک منبع انرژی عمل می‌کنند. سپس زرد شده و از بوته جدا می‌شوند (رستگار، ۱۳۸۴).

۲-۱-۴- گل

گل سویا به صورت پروانه آسا است، کاسه گل از پنج کاسبرگ و گل از پنج گلبرگ تشکیل شده است (سید شریفی، ۱۳۸۷). گلهای سویا کوچک، به طول ۶ تا ۷ میلی متر و به رنگ سفید و یا بنفش کم رنگ می‌باشند گل‌ها روی گل آذین کوچک که در بغل برگ‌ها می‌رویند به وجود می‌آیند. هر گل آذین خوشه‌ای دارای ۳ تا ۳۵ گل می‌باشد که بستگی به رقم مورد کشت و عوامل محیطی مانند رطوبت و حرارت در موقع گل دادن دارد. هر گل مانند سایر گیاهان خانواده لگومینوز شامل ۵ کاسبرگ، ۵ گلبرگ (یکی بزرگ به نام درفش یا استاندارد، ۲ بال و ۲ ناو) و ۱۰ پرچم (۹ عدد به هم چسبیده و یکی آزاد) و یک مادگی کرکدار می‌باشد (رستگار، ۱۳۸۴).

گل‌های سویا خود بارور هستند و گرده افشانی ممکن است در داخل غنچه یا قبل از باز شدن کامل گل صورت گیرد. درصد دگر گشنی در سویا کمتر از نیم درصد گزارش شده است که به فعالیت حشرات بستگی دارد (کاوینس، ۱۹۶۶).

گل‌های سویا در زاویه اتصال برگ‌ها به ساقه تشکیل شده و هر گل سبب تشکیل صفر تا ۳ بذر و به ندرت ۴ تا ۵ بذر می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). طول دوره گلدهی ۳ تا ۴ هفته ادامه دارد و معمولا ۲۵ تا ۵۰ درصد گل های تشکیل شده تولید نیام می‌کنند (مجتهدی و لشگری، ۱۳۶۰). رنگ گل‌ها سفید، بنفش یا ارغوانی است. گل‌ها خوشه ای بوده و معمولا در هر خوشه ۸ الی ۱۶ گل ظاهر می‌شوند. ارقامی که برای تولید روغن کشت می‌شوند دارای بذرهایی به رنگ زرد و آنهایی که برای مصارف مستقیم (آجیلی) کشت می‌شوند بذرهایی به رنگ زرد کاهی یا سبز زیتونی دارند و نوع علوفه‌ای آن دارای بذرهای قهوه ای یا سیاه هستند (مجتهدی و لشگری، ۱۳۶۰).

۲-۱-۵- غلاف

۱۰ تا ۱۴ روز پس از شروع گلدهی، گل‌های بارور جای خود را به غلاف‌های کوچکی می‌دهند که به تدریج بزرگ می‌شوند و به طول ۶-۳ سانتی‌متر می‌رسند. عمل تبدیل گل به غلاف تدریجی صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که ضمن باز شدن گل‌های تازه، گل‌های قدیمی به غلاف تبدیل می‌شوند. در هر غلاف، ۲ تا ۳ دانه و گاهی تا ۵ دانه در ارقام تجاری مشاهده می‌شود (آلیاری، ۱۳۷۹؛ خواجه پور، ۱۳۸۳).

تعداد غلاف‌ها ممکن است تا ۴۰۰ عدد نیز برسد. غلاف بندی از ارتفاع معینی از سطح خاک شروع می‌شود. هر اندازه غلاف‌بندی از سطح بالاتری از خاک شروع شود، به همان اندازه مطلوب‌تر خواهد بود. غلاف ها همانند سایر اندام‌های سویا پوشیده از کرک هستند (کارلسون ولرستون، ۱۹۸۷).

۲-۱-۶- دانه

دانه‌ها گرد و لوبیایی شکل هستند و به رنگ های سبز کم‌رنگ، زرد تا قهوه ای تیره دیده می‌شوند. وزن هزار دانه بسته به ژنوتیپ، شرایط آب و هوایی، نوع محیط و محل دانه در بوته یا نیام بین ۸۰ تا

۴۲۰ گرم متغیر است. بزرگ شدن دانه در ابتدا بطئی است، ولی پس از توقف گلدهی سرعت آن زیاد می‌شود. در کل مواد غذایی در مدت ۳۰ الی ۴۰ روز در دانه ذخیره می‌شوند. (سید شریفی، ۱۳۸۷).

۲-۲- مراحل رشد و نمو

فهر و همکاران (۱۹۷۲) و فهر و کاونیس (۱۹۷۷) مراحل رشد و نمو سویا را به دو صورت تقسیم بندی نمودند. در حال حاضر تقسیم بندی سال ۱۹۷۷ بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۲-۱). در این طبقه بندی‌ها مراحل رشد و نمو سویا به دو دوره رویشی و زایشی تقسیم و هر یک از این دوره‌ها نیز تقسیم‌بندی خاص خود را دارند. تعیین مراحل رشد رویشی و زایشی نیازمند تشخیص گره‌ها می باشد. گره قسمتی از ساقه است که برگ‌ها روی آن رشد می‌کنند و پس از ریزش برگ‌ها، گره‌ها به صورت یک زائده کوچک مشخص می‌شوند (فهر و کاونیس، ۱۹۷۷). رشد رویشی از ابتدای جوانه زدن تا ظهور گل‌ها روی ساقه ادامه دارد. رشد زایشی از ابتدای ظهور گل‌ها شروع و تا رسیدن دانه‌ها ادامه خواهد داشت. اجزای عمده عملکرد در سویا شامل تعداد نیام، تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه می‌باشد لذا میزان عملکرد سویا بستگی به تعداد و اندازه دانه دارد. تعداد دانه در هر گیاه نیز به تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در هر نیام بستگی دارد (یزدی صمدی و عبد میشانی، ۱۳۷۳).

جدول(۲-۱)- مراحل رشد و نمو سویا بر اساس تقسیم بندی فهر و کاونیس (۱۹۷۷)

مراحل رشد	عنوان مرحله	توصیف
رویشی (v)		
v_e	سبز شدن	لپه ها در سطح خاک ظاهر می شوند.
v_c	لپه ای	برگ ساده گره به اندازه کافی باز شده است.
v_1	اولین گره	برگ های ساده گره به اندازه کافی باز شده اند، زیرا لبه های برگ به هم متصل نیستند.
v_2	دومین گره	برگ های سه برگچه ای در بالای گره برگ های ساده به اندازه کافی توسعه یافته اند.
v_3	سومین گره	سه گره در ساقه اصلی با برگ های کاملا توسعه یافته وجود دارد، شمارش از گره برگ های ساده آغاز می شود.
v_n	گره n ام	تعداد n گره با برگ های توسعه یافته روی ساقه اصلی وجود دارد. n می تواند هر شماره ای را شامل گردد در صورتی که از مرحله اولین گره شمارش شده باشد.
زایشی (R)		
R_1	شروع گلدهی	حداقل یک گل باز شده در یکی از گره های ساقه اصلی دیده می شود.
R_2	پایان گلدهی	گل باز شده در یکی از دو گره انتهایی ساقه اصلی با برگ توسعه یافته کامل دیده می شود.
R_3	شروع نیام دهی	نیامی با طول ۵ میلی متر در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_4	پایان نیام دهی	نیامی در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_5	شروع تشکیل دانه	بذری با طول ۳ میلی متر در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_6	پر شدن کامل نیام ها	نیام حاوی یک بذر سبز است که حفره نیام را پر کرده و در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_7	شروع رسیدگی	یک نیام دارای رنگ رسیدگی در ساقه اصلی دیده می شود.
R_8	رسیدگی کامل	۹۵ درصد از نیام ها رسیده اند.

۲-۳- سازگاری

فعالیت‌های به نژادی روی گیاه سویا منجر به تولید ارقام بسیار متفاوتی از لحاظ طول دوره رشد شده است و طیف سازگاری اقلیمی این گیاه را افزایش داده است. در حال حاضر سویا از عرض جغرافیایی ۴۰ درجه جنوبی تا بیش از ۵۰ درجه شمالی و ارتفاع صفر تا بیش از ۲۱۰۰ متر از سطح دریا کشت می‌شود. سویا گیاهی روز کوتاه است که بیش از هر محصول زراعی دیگر نسبت به طول روز حساسیت نشان می‌دهد. ولی میزان حساسیت به طول روز در ارقام مختلف بسیار متفاوت می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۵). این گیاه به خسارت تگرگ حساس می‌باشد. سویا در گروه گیاهان گرما دوست قرار دارد و در مناطقی که ذرت کشت می‌شود، قابل کشت است. این گیاه به گرما و نور فراوان نیاز دارد و به سایه اندازی و رقابت علف‌های هرز حساس است. سرمای خفیف را در مرحله گیاهچه و مرحله رسیدگی دانه کمی بهتر از ذرت تحمل می‌کند (خواجه پور، ۱۳۸۵).

حداقل دما برای رشد سویا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و دمای کشنده برای آن ۲- درجه سانتی گراد می-باشد. دماهای حداکثر بیش از ۳۵ درجه سانتی گراد برای رشد سویا نامطلوب به شمار می‌روند و دمای بیش از ۳۸ درجه موجب کاهش و تأخیر در رشد می‌شود. رشد مطلوب سویا هنگامی حاصل می‌شود که میانگین شبانه روزی دما بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی گراد باشد. دمای مطلوب برای گلدهی بیشتر ارقام سویا نیز ۳۰ تا ۳۳ درجه سانتی‌گراد است. مقاومت این گیاه به خشکی کمی از آفتابگردان کمتر می باشد و همانند ذرت در گروه گیاهان حساس به خشکی قرار می‌گیرد. ظاهرا ارقام پر کرک به خشکی مقاوم‌ترند. حداکثر عملکرد سویا زمانی به دست می‌آید که رطوبت خاک طی تمامی فصل رشد از ۵۰ درصد حد ظرفیت زراعی پایین تر نرود. نیاز گیاه به رطوبت خاک از شروع گلدهی تا شروع رسیدگی زیاد است. مقدار آب مورد نیاز برای رشد بین ۴۵۰۰ تا ۸۲۵۰ متر مکعب در هکتار تخمین زده شده است. کشت دیم سویا در نواحی ساحل خزر با حدود ۱۰۰۰ میلی لیتر باران سالیانه یا بیشتر امکان پذیر می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۵).

این گیاه بر خلاف تصور مقاومت زیادی به خشکی هوا دارد. ارقام رشد محدود و رشد نا محدود مورد کشت در ایران به ندرت دچار خوابیدگی می شوند، مگر اینکه فراوانی رطوبت خاک و تراکم بوته موجب ارتفاع بیش از حد بوته‌ها می‌گردد (خواجه پور، ۱۳۸۵). سویا به سله و تراکم خاک بسیار حساس است. بهترین رشد را در خاک‌های دارای بافت متوسط مانند لوم، لوم شنی ریز، لوم سیلتی و سیلتی با زهکشی مناسب دارد. مقاومت آن به کمبود اکسیژن در خاک متوسط به شمار می‌رود در عین حال به آب ایستادگی حساس است (خواجه پور، ۱۳۸۵). مقاومت سویا در برابر شوری از پنبه کمتر و اندکی از ذرت بیشتر است (خواجه پور، ۱۳۸۵).

۲-۴-آب و هوای مناسب

سویا یک محصول فصل گرم است ولی در حال حاضر زراعت آن از مناطق استوایی تا عرض‌های ۵۲ درجه گسترش یافته است. سویا نسبت به درجه حرارت حساس است و در محیط‌هایی با درجه حرارت بین ۱۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در طول فصل رشد کشت می‌گردد (فتحی، ۱۳۸۷). گیاه سویا نسبت به طول مدت نور و مقدار نور، جزء حساس‌ترین گیاهان زراعی است، این گیاه روز کوتاه بوده اما ارقام مختلف آن از نظر نیاز به حداقل دوره تاریکی که باعث گل‌دهی شود متفاوتند (ناصری، ۱۳۷۰ و آلیاری، ۱۳۷۹).

نیاز کل آبی سویا در محدوده‌ی بین ۳۳۰ تا ۷۶۶ میلی‌متر گزارش شده است. نیاز آبی سویا در طول مراحل گیاهچه‌ای و رسیدگی، کمتر و در طول دوره گل‌دهی تا پر شدن دانه حداکثر است. این الگوی مصرف آب می‌تواند به صورت عمومی به‌کار رود، ولی مقدار آن بسته به شرایط محیطی متفاوت است. تنش آب به هنگام پر شدن غلاف در کاهش عملکرد سویا اثر چشم گیر دارد. سویا قادر است آب را از عمق ۱/۵ متری جذب کند. این موضوع بیانگر آن است که در شرایط محدودیت نزولات آسمانی گیاه می-تواند تا حد زیادی خشکی را تحمل کند (لطیفی، ۱۳۷۵).

۲-۵- خاک‌های مناسب سویا

خاکی که سویا در آن کشت می‌شود باید دارای بافت متوسط و زهکشی مناسب باشد. سویا به شوری خاک حساس می‌باشد (مختارپور، ۱۳۸۳). اسیدیته مطلوب برای کشت سویا بین ۶ تا ۶/۵ می-باشد (خنثی تا کمی اسیدی) و pH پائین‌تر از آن فعالیت باکتری‌های گره و نیز قابلیت دسترسی به منیزیم و کلسیم را کاهش می‌دهد (خواجه پور، ۱۳۸۵).

۲-۶- ارزش غذایی دانه

دانه خشک سویا دارای ۱۸ تا ۲۵ درصد روغن و ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می‌باشد. درصد روغن و پروتئین تحت تاثیر شرایط محیطی رشد، عملکرد و میزان تثبیت نیتروژن هوا یا مقدار نیتروژن خاک قرار دارد (خواجه پور، ۱۳۸۵). به طور میانگین از هر تن دانه ارقام روغنی (با استخراج توسط حلال) حدود ۱۸۰ کیلوگرم روغن و ۷۶۰ کیلوگرم کنجاله حاوی ۴۴ درصد پروتئین به دست می‌آید. دانه سویا از لحاظ مواد غذایی قابل هضم، کلسیم، آهن و ویتامین‌ها غنی می‌باشد و ارزش بالایی در تغذیه انسان دارد. وجود ماده فیتواستروژن در پروتئین حاصل از سویا نقش قابل توجهی در کاهش کلسترول خون دارد.

دانه سویا دارای انواع اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع می‌باشد (جدول۲-۲) ولی فاقد کلسترول است. زیاد بودن اسیدهای لینولئیک و لینولنیک در روغن سویا سبب بالا بودن خاصیت خشک شوندگی و ناپایداری این روغن شده است و آن را برای مصرف مستقیم نامناسب ساخته است. از طریق هیدروژنه‌سازی انتخابی و جداسازی اجزای روغن، انواع مختلفی از روغن سویا جهت طباخی، تولید مارگارین و مایونز به وجود آمده‌اند. مصرف سویا به عنوان مکمل پروتئینی در جیره غذایی طیور به دلیل بالا بودن درصد پروتئین و پایین بودن درصد فیبر کنجاله بسیار مطلوب است. به طور کلی سویا از نظر ترکیب اسیدهای آمینه بیش از سایر حبوبات به پروتئین حیوانی شباهت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۵).

جدول(۲-۲)- درصد اسید های چرب اشباع و غیر اشباع موجود در روغن سویا (رضوی و مظاهری تیرانی، ۱۳۷۴)

اسیدچرب	درصد	اسیدچرب غیراشباع	درصد
پالمتیک اسید	۱۰/۶	لینولئیک اسید	۵۱/۲
استئاریک اسید	۲/۴	لینولنیک اسید	۲۳/۵
آراشیدیک اسید	۲/۴	اولئیک اسید	۸/۵
میریستیک اسید	۰/۴	پالمیت اولئیک اسید	۱
مجموع	۱۵/۸	مجموع	۸۴/۲

۲-۷- گوگرد

گوگرد یکی از عناصر ضروری تمام شکل‌های حیات است و به صورت‌های جامد، محلول و گاز در سطح وسیعی از کره زمین یافت می‌شود. پوسته زمین دارای ۰۶/ ۰ درصد گوگرد است که بیشتر به صورت کانیهای گوگردی فلزات مختلف می‌باشد. بیش از ۱۷۰ سال است که گوگرد به عنوان عنصر غذایی مورد نیاز گیاه شناخته شده و از این نظر پس از ازت ، فسفر و پتاسیم در مقام چهارم قرار دارد (کیلهام، ۱۹۸۱؛ فورستر، ۱۹۹۴). گیاهان روغنی احتیاج زیادی به گوگرد دارند تقریبا ۱۶ کیلوگرم گوگرد برای تولید یک تن دانه حاوی ۹۱ درصد ماده خشک لازم است (مک گارنس و زائو، ۱۹۹۶).

مهمترین نقشی که گوگرد در گیاهان ایفا می‌کند شرکت در اسیدهای آمینه ضروری سیستئین ، سیتین و متیونین می‌باشد. بنابراین تقش اساسی در سنتز پروتئین ایفا نموده و حضور این عنصر می-تواند باعث افزایش پروتئین دانه گردد. ضمنا یکی دیگر از نقش‌های مهم گوگرد شرکت در ساختمان سولفو لیپیدهاست که در غشا سلول وجود دارند و در واقع روغن گیاه را تشکیل می‌دهند (خلدبرین واسلام زاده، ۱۳۸۰).

از طرفی، گوگرد به‌دلیل ظرفیت اکسیده شدن و تولید اسید سولفوریک، پتانسیل لازم برای کاهش pH خاک را حداقل در مقیاس کوچک اطراف ذرات خود را بوده، بنابراین می تواند بخصوص در منطقه ریزوسفر در انحلال ترکیبات غذایی نا محلول و آزاد شدن عناصر ضروری موثر واقع شود. لذا، استفاده از گوگرد عنصری بعنوان یک ماده اسید زا به منظور افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در خاکهای آهکی کاربرد دارد (جاگی و همکاران، ۲۰۰۵؛ بشارتی و همکاران، ۲۰۰۱؛ بحراتی و پونکوتای، ۲۰۰۸و کایا و همکاران، ۲۰۰۹). فقر مواد غذایی در اراضی کشاورزی از یک سو و آهکی بودن آنها از سوی دیگر سبب گردیده است تا پتانسیل تولید محصولات کشاورزی کاهش قابل ملاحظه‌ای بیابند. مواد آلی یکی از ارکان مهم حاصلخیزی خاک به شمار می‌آیند. این مواد با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک نقش مهمی در افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان ایفا می‌نمایند. pH بالای خاکهای آهکی یکی از عوامل مهمی است که قابلیت جذب عناصر ریز مغذی را کاهش می-دهد. یکی از این قبیل مواد گوگرد می‌باشد. گوگرد قادر است با پایین آوردن pH خاک، جذب عناصر غذایی و بسیاری از بیماریهای قارچی را در خاک مهار نماید. در خاک، گوگرد عنصری، سولفیدها و تعداد دیگری از ترکیبات معدنی گوگرد، به وسیله فرآیندهای شیمیایی به مقدار جزیی، اکسید می-شوند. نور و طباطبایی (۱۹۷۷)، گزارش کردند که اکسایش گوگرد در خاکهای اتوکلاو شده هم به وقوع می‌پیوندد، ولی این فرایندهای شیمیایی نسبت به اکسایش گوگرد توسط میکروبها اهمیت کمتری دارد. مهمترین عامل کنترل کننده اکسایش گوگرد در خاک، میزان و فعالیت بیوماس میکروبی می‌باشد (لاورنس و جرمیدا، ۱۹۸۸). همه شکل‌های گوگرد، حتی گوگرد عنصری که حلالیت آن بسیار کم است، توسط میکروارگانیسم‌ها اکسید می‌شوند (واتکینسون و همکاران، ۱۹۸۷).

گوگرد نیز یکی از عناصر غذایی پر مصرف و ضروری برای گیاه می‌باشد که کمبود آن نه تنها عملکرد را در نتیجه تغذیه نامناسب کاهش می‌دهد، بلکه از ارزش کیفی محصولات (مانند درصد پروتئین و درصد روغن) نیز می‌کاهد. در مورد اثرات مفید گوگرد بر افزایش تثبیت بیولوژیک نیتروژن در لگوم-های همزیست با ریزوبیوم‌ها نیز گزارش‌های متعددی ارائه شده‌اند. لیوچ و همکاران (۱۹۸۳) در

آزمایشی گلخانه‌ای، تأثیر نیتروژن، گوگرد و تلقیح با ریزوبیوم فازئولی[۴] را بر روی فاکتورهای مختلف رشد لوبیا بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن گوگرد، گره زایی، متابولیسم نیتروژن و سنتز پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد. کاچاوا و همکاران (۱۹۹۷) تأثیر سطوح و منابع مختلف گوگرد را بر روی گره‌زایی، عملکرد و جذب عناصر غذایی نخود مورد بررسی قرار دادند. مقدار نیتروژن، فسفر و گوگرد جذب شده، با افزایش مقدار گوگرد روندی افزایشی داشتند. گوگرد به عنوان یک عنصر غذایی ضروری برای گیاهان و همچنین به عنوان ماده تولید کننده اسید در خاک می‌تواند با اصلاح واکنش خاک شرایط را برای رشد ارقام سویا و تثبیت ازت فراهم کند (ملکوتی، ۲۰۰۴). گوگرد در ساختمان آنزیم نیتروژناز نقش داشته و از طریق تأثیر بر متابولیسم گیاه میزبان موجب افزایش جذب ازت مولکولی توسط گره‌های ریشه‌ای و همچنین افزایش روغن در لگوم-های روغنی (نظیر سویا) می‌گردد. یادگاری (۲۰۰۱) در پژوهشی جهت بررسی اثر تغذیه گوگرد بر ترکیبات غذایی سویا، در شرایط گلدانی مقادیر متفاوت فسفر و گوگرد برای گیاه تأمین شد. نتایج نشان داد که غلظت نیترات در گیاه با ازدیاد میزان گوگرد افزایش یافت (دیود و همکاران، ۱۹۹۸).

همچنین در بررسی اثر مصرف مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و کیفیت دانه رقم کلارک سویا ملاحظه شد مصرف ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث افزایش عملکرد سویا نسبت به تیمار شاهد (حدود ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) می‌گردد (سپاهوند، ۲۰۰۴). استامفورد و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد گوگرد را به فراهمی فسفر از خاک در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. آنها گزارش نمودند ۲۰٪ گوگرد افزایش فراهمی فسفر بیشتر شده است. آنها علت فراهمی فسفر را اکسایش گوگرد و تولید اسید سولفوریک و کاهش pH گزارش کردند. روغن بعضی از گیاهان، به ویژه خانواده شب بو و پیاز، غنی از گوگرد است. مشاهده شده است که کاربرد کود گوگردی، محتوی روغن دانه گیاهانی نظیر کتان و سویا را افزایش می‌دهد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸).

[۱] Rhizobium Leguminosarum bv.phaseoli

البته نظر به اینکه شکل قابل جذب گوگرد در گیاهان به صورت یون سولفات (SO_4^{-2}) می‌باشد، بنابراین لازم است گوگرد با کمک ریز جانداران اکسید کننده گوگرد به صورت یون سولفات درآید. گوگرد عنصری حیاتی برای تغذیه گیاهان بوده و عمدتاً در ساخت پروتئین و روغن دخالت دارد (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). مقدار گوگرد مورد نیاز برای برداشت هر تن دانه روغنی ۱۲ کیلوگرم و برای غلات ۴ کیلوگرم می‌باشد. برای قابل استفاده شدن گوگرد از راه تبدیل آن به سولفات، فراهم کردن ۴ شرط (رطوبت، موادآلی، جایگذاری عمقی و ریز جانداران اکسیدکننده گوگرد) الزامی است (نوربخش و کریمیان، ۱۳۷۶). موقعی که فراهمی گوگرد در خاک کم باشد، مقدار زیادی آمین، نیترات و آمینو نیتروژن را در خود انباشته می‌کند. بنابراین مصرف مقدار کافی گوگرد، مقدار پروتئین و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد. همچنین اسیدهای آمینه‌های گوگردی مانند متیونین و سیستئین را در دانه افزایش می‌دهد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

یکی دیگر از شکلهای گوگرد مصرفی در کشاورزی، گوگرد بنتونیت دار که دارای ۹۰٪ گوگرد عنصری و ۱۰٪ بنتونیت دار دارد. این فراورده غبار تولید نمی‌کند، خاصیت انبارداری و حمل و نقل آن خوب است و ذرات آن اندازه ای (۸-،۱۲+مش) دار بنتونیت به گوگرد مذاب افزوده می‌شود؛ توده مذاب سرد و جامد، و بعد آسیاب و الک می‌شود. بنتونیت هنگام افزوده شدن به خاک نم می‌کشد و ذرات را متلاشی می‌کند طوری که اکسایش به سولفات آسان می‌شود (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۳).

شرط اصلی اثر بخشی گوگرد، سرعت مناسب اکسایش آن در خاک است. بنحوی که بتواند در طی دوره رویشی گیاه، علاوه بر تامین یون سولفات، با خاصیت اسیدزایی و کاهش pH، حداقل در مقیاس میکروسایت‌های ریزوسفری، قابلیت دسترسی سایر عناصر غذایی مانند فسفر و آهن را نیز بهبود بخشد (طباطبایی، ۱۹۸۶). تأثیر سطوح مختلف گوگرد بر عملکرد و جذب سولفات را در گیاه عدس عملکرد دانه را در تیمارهای ۱۲،۲۵/۵و۵۰ میلی‌گرم گوگرد در کیلوگرم خاک نسبت به شاهد به ترتیب ۱۶/۷،۸/۴و۱۱/۷ درصد افزایش یافت. جذب سولفات در عدس را در مقایسه با شاهد به طور

معنی‌داری افزایش داد و تفاوت سطوح مختلف گوگرد نیز معنی‌دار بود و بیشترین جذب سولفات دانه عدس با مصرف ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک حاصل شد (سینگ وهمکاران، ۱۹۹۱).

اصغر ملیک و همکاران (۲۰۰۴) نیز دلیل افزایش درصد روغن دانه در اثر مصرف گوگرد را نقش مهم گوگرد در بسیاری از اسیدهای چرب به این عنصر برای سنتز دیگر متابولیتهای حاوی کو آنزیم آ، ویتامین ب، اسید لیپوئیک و سولفو لیپیدها دانستند. بسیاری از محققان نیز اظهار داشتند که تامین مقدار مناسب گوگرد، سنتز روغن دانه کلزا را افزایش داد (پورویماس و همکاران ۱۹۹۳ ؛ سارکر و همکاران ، ۲۰۰۲ ؛ احمد و همکاران، ۲۰۰۷؛ راوی و همکاران، ۲۰۰۸و بهمنیار و کاظمی،۲۰۱۰). گوگرد و ماده آلی بدلیل تأثیری که بر شرایط شیمیایی خاک نظیر کاهش pH داشته، موجب افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی توسط گیاه می‌گردد (ناگل و فرینز ۱۹۸۳ ؛ایفدیی و همکاران ۲۰۱۰).

ملکی (۱۳۸۷) نیز اظهار داشت که کاربرد گوگرد در خاک تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین بادام زمینی نداشته است. بسیاری از محققان بیان کردند که استفاده از کود گوگردی تأثیر مثبتی بر درصد پروتئین و جذب گوگرد در دانه کلزا داشت (نوتال و همکاران، ۱۹۸۷ و مالهی وگیل ،۲۰۰۶). بررسی-های آسار و اسکاریسبرک (۱۹۹۵) حاکی از افزایش معنی دار وزن هزار دانه کلزا در نتیجه مصرف گوگرد می‌باشد. وزن هزار دانه یکی از مولفه‌های مهم عملکرد محسوب می‌شود که از یک سو به میزان مواد فتوسنتزی موجود، بویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت توانایی دانه در حال رشد برای استفاده از این مواد بستگی دارد (گیلانی، ۱۳۷۷).

۲-۷-۱- اکسایش گوگرد

اکسایش گوگرد به دو طریق شیمیایی و بیولوژیک صورت می‌گیرد (زی هیو و همکاران، ۲۰۱۰). اکسایش شیمیایی شامل واکنش با اکسیژن موجود در هوای خاک است که در نتیجه آن اسید سولفوریک ایجاد می‌گردد. سرعت این واکنش بسیار کند می‌باشد. اکسایش بیولوژیک که به وسیله

میکرو ارگانیسم های خاک انجام می پذیرد، فرایند غیر اختصاصی می باشد، بنابراین توسط انواع زیادی از میکروارگانیسم ها قابل انجام می‌باشد (طباطبایی، ۱۹۸۶). اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد در خاک، عمدتاً توسط باکتری های تیوباسیلوس انجام می شود که جمعیت این باکتری‌ها در خاک‌های ایران به دلیل پایین بودن میزان مواد آلی، عدم استفاده قبلی گوگرد و مایه تلقیح آنها بسیار ناچیز می‌باشد (کریمی نیا و شهرستانی، ۱۳۸۲). بنابراین، چنانچه گوگرد عنصری در سطح خاک پخش و همراه با مواد آلی بلافاصله به زیر خاک جایگذاری شود عمل اکسیداسیون گوگرد در جوار رطوبت و باکتریهای تیوباسیلوس سریع تر انجام خواهد گرفت (حامدی و جعفری، ۱۳۸۶).

چرخه بیوژئوشیمیایی گوگرد در طبیعت شامل چهار مرحله معدنی شدن، آلی شدن، احیا و اکسیداسیون است که اکسیداسیون مهم‌ترین مرحله چرخه گوگرد به شمار می‌رود. زیرا گوگرد موجود در اکثر کودها به حالت احیا بوده و کانی‌های خاک نیز دارای گوگرد احیا شده می‌باشد، در حالیکه گوگرد قابل جذب در گیاهان بصورت سولفات می‌باشد. به علاوه اکسایش ترکیبات گوگرد در خاک منبع کسب انرژی برای برخی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (الدور، ۲۰۰۷). شرط اصلی اثر بخشی گوگرد، سرعت مناسب اکسایش آن در خاک است. به نحوی که بتواند در طی دوره رویشی گیاه، علاوه بر تأمین یون سولفات، با خاصیت اسیدزایی و کاهش pH، حداقل در مقیاس میکروسایت‌های ریزوسفری، قابلیت دسترسی سایر عناصر غذایی مانند فسفر و آهن را نیز بهبود بخشد (طبابایی، ۱۹۸۶). از آنجا که اکسایش گوگرد فرایندی عمدتاً بیولوژیک محسوب می‌شود (تات، ۲۰۰۰)، تحقق این شرط مستلزم وجود جمعیت بالایی از میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگرد عنصری است که باکتریهای جنس تیوباسیلوس از موثرترین انواع آنها هستند.

وان وایت و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که افزودن مواد آلی به خاک تیمار شده با گوگرد، باعث افزایش اکسیداسیون گوگرد و کاهش pH خاک می شود. در تحقیقی بائو (۱۹۹۸) گزارش کرد عملکرد محصولات روغنی با افزایش مقدار گوگرد تا حدی به طور خطی افزایش یافت و در سطوح بیشتر گوگرد، میزان افزایش عملکرد بر روی سویا کاهش می‌یابد. افزایش قابلیت جذب برخی از

عناصر غذایی از جمله فسفر یکی از اثرات مفیدی است که به کاربرد گوگرد و اکسیداسیون آن در خاک نسبت داده می‌شود (سوابی، ۱۹۷۵). گوگرد با اکسید شدن در خاک و کاهش موضعی pH خاک با انحلال ترکیبات حاوی فسفر موجود در خاک شده و بهبود رشد و عملکرد گیاه را سبب شده است. علاوه بر خواص کمی و کیفی گوگرد عنصری نظیر درصد خلوص، اندازه ذرات، مقدار مصرف، زمان و روش مصرف، همانند سایر فرایندهای بیولوژیک دیگر متأثر از شرایط محیطی بوده و پارامترهایی از قبیل pH، رطوبت، تهویه، حرارت، سطح حاصلخیزی و جمعیت میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگرد در خاک بر سرعت و شدت اکسایش گوگرد تأثیر به سزایی دارند (استونسون وکول، ۱۹۹۹و تیسدال وهمکاران، ۱۹۹۳).

استفاده از گوگرد در اراضی زیر کشت محصولات کشاورزی با هدف تأمین سولفات مورد نیاز گیاه (چادهری و سینگ، ۱۹۹۲ و سالاردین، ۱۹۹۲)، اصلاح خاکهای سدیمی و شور سدیمی افزایش حلالیت برخی عناصر غذایی و در نهایت بهبود وضعیت تغذیه گیاهان در خاک های آهکی صورت می-گیرد (رضتو، ۱۹۸۲ و کلباسی و همکاران، ۱۹۸۶). بسیاری از محققان نیز نشان دادند که کاربرد باکتریهای اکسید کننده گوگرد (*Thiobacillus spp.*) موجب افزایش عملکرد، پروتئین و روغن دانه کنجد (ال ها باشا و همکاران، ۲۰۰۷) و پروتئین دانه گندم (شایند و همکاران، ۲۰۰۴) گردید.

۲-۸- کودهای بیولوژیک

۲-۸-۱- نقش کودهای بیولوژیک در تغذیه گیاه

در دهه گذشته به دلیل مصرف کودهای شیمیایی اثرات زیست محیطی متعددی از جمله انواع آلودگی‌های آب و خاک و مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و دیگر موجودات زنده به وجود آمد. سیاست کشاورزی پایدار و توسعه پایدار کشاورزی، متخصصین را بر آن داشت که هر چه بیشتر از موجودات زنده خاک در جهت تأمین نیازهای غذایی گیاه کمک بگیرند و بدین شکل بود که تولید کود بیولوژیک آغاز شد (ستار، ۱۹۸۵).

کود بیولوژیک مواد نگهدارنده‌ی میکروارگانیزم‌های مفید خاک می‌باشند که به طور متراکم و با تعداد بسیار زیاد در یک محیط کشت تولید شده‌اند. معمولاً به صورت بسته‌بندی قابل مصرف در اراضی کشاورزی‌اند. هدف از مصرف کودهای بیولوژیک، تقویت حاصلخیزی خاک و تأمین نیازهای غذایی گیاه است، گر چه ممکن است اثرات مفید دیگری داشته باشند. نخستین کود بیولوژیک در اواخر قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت و از آن تاریخ به بعد سایر کودهای بیولوژیک ساخته شدند. ارگانیزم‌هایی که در تولید کودهای بیولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرند عمدتاً از خاک جداسازی می‌شوند. در شرایط آزمایشگاه در محیط‌های کشت مخصوص تکثیر و پرورش پیدا می‌کنند و بعد به صورت پودرهای بسته بندی شده و آماده مصرف می‌شوند (ستار، ۱۹۸۵).

استفاده از کودهای بیولوژیک به عنوان مکمل و جایگزین کودهای شیمیایی یکی از راهکارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه فراوان قرار گرفته است. کود بیولوژیک به ماده ای جامد، مایع یا نیمه جامد حاوی موجودات زنده مفید خاکزی یا متابولیت‌های آنها اتلاق می‌گردد که قادر است به نحوی در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش قابل توجه عملکرد یا بهبود خواص فیزیکی و همچنین خواص شیمیایی خاک موثر باشد (کاپلان و آرمان، ۱۹۹۸).

۲-۸-۲- انواع کودهای بیولوژیک

مهم‌ترین کودهای بیولوژیک عبارتند از:

۱- باکتری‌های تثبیت کننده ازت

۲- قارچ‌های میکوریزا

۳- باکتری‌های محرک رشد (PGPR)

۴- میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات نامحلول

۵- باکتری‌های اکسیدکننده‌های گوگرد (تیوباسیلوس)

۶- کرم‌های خاکی تولیدکننده ورمی کمپوست (ملکوتی، ۱۳۸۴)

۲-۹- باکتری تیوباسیلوس

مهم‌ترین اکسید کنندگان گوگرد در خاک‌های کشاورزی باکتری‌های جنس تیوباسیلوس می‌باشند (طباطبایی، ۱۹۸۶و وین وایت، ۱۹۸۴). میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگرد از نظر فیزیولوژیک دارای طیف وسیعی بوده و انواع هتروتروف، فیتو لیتوتروف، شیمیو لیت وتروف و ... را شامل می شوند (بشارتی، ۱۳۷۷).

باکتری‌های هتروتروف: اکسیدکننده گوگرد، کربن و انرژی مورد نیاز خود را از مواد آلی تأمین می‌کنند و به عنوان یک واکنش ضمنی گوگرد را نیز اکسید می‌کنند (خاوازی و همکاران، ۲۰۰۱).

اصولا میکروارگانیسم‌های اکسید کننده‌ی گوگرد به یک منبع انرژی و یک منبع تأمین کربن نیاز دارند. سرعت اکسیداسیون گوگرد توسط هتروتروف‌ها کند بوده و نسبت به اتوتروف‌ها از نظر اکسایش گوگرد اهمیت کمتری دارند (بشارتی،۱۳۷۷). از مهمترین باکتری‌های اکسید کننده گوگرد در خاک از جنس تیوباسیلوس می‌باشند (بشارتی، ۱۳۷۷). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس از نوع کمولیتوتروف می‌باشند که به انواع خاکزی اجباری و اختیاری تقسیم می‌شوند (خاوازی و همکاران، ۲۰۰۱). قسمت اعظم گوگرد مصرفی در خاک به روش بیولوژیک اکسید می‌گردد (وین وایت، ۱۹۸۴ و طباطبایی، ۱۹۸۶).

باکتری‌های تیوباسیلوس با اکسایش ترکیبات گوگردی انرژی لازم برای تثبیت Co_2 را کسب کرده و مقداری اسید در محیط زیست خود تولید می‌کنند (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). تعداد باکتری-های جنس تیوباسیلوس در اکثر خاک‌ها کم بوده و در حد ۱۰۰ گرم خاک خشک می‌باشد (بشارتی و همکاران، ۱۳۷۹). برای افزایش تعداد اتوتروف‌های اکسید کننده گوگرد در خاک دو راه وجود دارد:

۱- تلقیح با انواع کودهای بیولوژیک گوگردی

۲- استفاده مداوم از گوگرد در خاک‌های زراعی (خاوازی و همکاران، ۲۰۰۱).

استفاده از توان بالقوه گوگرد وقتی موثر و نتیجه بخش خواهد بود که پس از مصرف به اندازه کافی در خاک اکسید گردد. قسمت اعظم گوگرد مصرف شده توسط میکروارگانیسم‌های مختلف اکسید می-گردد (طباطبایی، ۱۹۸۶؛ کیلهام،۱۹۹۴ و مس یردی و کروس، ۱۹۸۲). اکسیداسیون گوگرد خاک بوسیله تیوباسیلوس‌ها توسط مجموعه‌ای از گونه‌های این جنس انجام می‌شود که محصول عمل هر گونه، ممکن است سوبسترای گونه دیگری باشد (کیلهام، ۱۹۸۴) بعلاوه هر گونه ای از این جنس می-تواند طیف خاصی از مواد گوگردی را اکسید نماید. برای مثال همه گونه‌ها و یا سویه‌های درون یک گونه معین قادر به اکسایش گوگرد عنصری نمی‌باشند (تات، ۱۹۹۵). دلایل اصلی برای نسبت دادن نقش غالب اکسایش گوگرد به تیوباسیلوس‌ها عبارت است از:

الف- این باکتری‌ها ترکیبات احیا شده گوگرد را اکسیده می‌کنند و این مسیر تنها راه (و گاهی راه ترجیحی) کسب انرژی آنها است.

ب- گرچه تعداد آنها در خاک کم است ولی با افزودن گوگرد تعداد آنها افزایش می‌یابد و این افزایش با ازدیاد تولید سولفات مطابقت دارد.

ج- تلقیح خاک با تیوباسیلوس، باعث افزایش این موجودات و در نتیجه افزایش اکسایش گوگرد می-شود (وین وایت، ۱۹۸۴).

۲-۱۰- پرایمینگ

استقرار مناسب گیاه در مزرعه برای تولید محصول از اهمیت زیادی برخوردار است. مشکلاتی چون کم بارانی و عدم توزیع مناسب نزولات جوی منطبق با نیازهای آبی محصولات، بالا بودن سطح املاح مولد شوری در مزارع، عدم تهیه مناسب بذر، فقر غذایی مزارع و غیره از مشکلات بسیار شایع در مزارع کشورمان به شمار می‌رود. بر اساس نتایج متعدد حاصل از تحقیقات دانشمندان یکی از راه‌های موثر و

بسیار مفید برای جبران اثر دست کم بخشی از این عوامل نامساعد، استفاده از پرایمینگ بذر است (هریس وهمکاران، ۱۹۹۹). تیمارهای پیش از کاشت بذر یا پرایمینگ (priming) یکی از مهمترین روش‌های مدیریت زراعی است که امروزه ابعاد تجاری و صنعتی به خود گرفته است (تیلور و همکاران، ۱۹۹۸).

در روش هیدرو پرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند. در این روش که بسیار ساده و ارزان می‌باشد مقدار جذب آب توسط بذر از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب خالص هستند کنترل می‌شود (پنالوساوایرا، ۱۹۹۳). همچنین با کاهش این مدت زمان و یا انجام تیمار در درجه حرارت پایین از خروج ریشه چه جلوگیری می‌شود (فوجیکار و همکاران، ۱۹۹۳). جوانه زنی بذر گیاهانی مانند سویا که به صورت اپی‌جیل است. حساسیت بیشتری به عوامل مختلفی مثل فشردگی خاک، سله و حمله پاتوژن‌ها دارند. در این رابطه به کارگیری روش‌های مختلف برای افزایش سرعت و قدرت جوانه زنی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. یکی از تکنیک‌های ساده‌ای که قدرت و استقرار گیاهچه‌ها و در نتیجه کارایی گیاه را در مزارع بهبود می‌بخشد، پرایمینگ بذر می‌باشد (یارنیا و همکاران، ۲۰۰۸). در جریان پرایمینگ، بذرها معمولا اجازه می‌یابند تا حد کمی آب جذب کنند (تا قبل از خروج ریشه چه) و سپس از محیط آب خارج می‌شوند. مقدار آب جذب شده در حدی است که مانع از جوانه زنی می‌شود، اما وقوع یک سری فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیش از جوانه‌زنی را فرهم می‌آورد. تیمارهای پرایمینگ بذر به منظور سرعت بخشیدن به جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط طبیعی و تنش استفاده می‌گردند (بصرا و همکاران، ۲۰۰۲). هنگامی که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه زنی قرار می‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند. گزارش‌های مختلفی حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذر می‌گردد (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۴؛ اشرف و رئوف، ۲۰۰۱). پرایمینگ می‌تواند روشی برای افزایش سرعت و میزان جوانه زنی بذرهای حساس و کم بنیه سویا باشد (عارف و همکاران، ۲۰۰۸). در میان روش‌های پرایمینگ، پرایمینگ مزرعه‌ای یکی از انواع پرایمینگ می‌باشد

که به دلیل کم هزینه بودن به طور وسیعی استفاده می‌شود. در پرایمینگ مزرعه‌ای، بذرها برای یک مدت از قبل مشخص شده در آب معمولی یا نوعی محلول غذایی قرار می‌گیرند اما مانند دیگر روش-های پرایمینگ بذر تا حد برگشت به رطوبت اولیه خود خشک نمی‌شود و بلکه قبل از کاشت به منظور تسهیل در استفاده و جابه جایی به صورت سطحی خشک می‌شود.

این روش به وسیله کشاورزان برای تعدادی از محصولات مانند گندم، نخود و ذرت به کار گرفته می-شود (هریس، ۲۰۰۶). واضح است که جوانه‌زنی مطلوب و در پی آن استقرار مناسب محصول و حصول سبز یکنواخت در مزرعه می‌تواند راه را برای تولید محصولی قابل قبول از نظر کمی و کیفی هموار سازد. در حقیقت تحقق مطلوب جوانه زنی و استقرار گیاه در مزرعه مزیتی اکولوژیک محسوب می-شود (خان، ۱۹۹۳). پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذرها به دلیل آغشته شدن به یکسری مواد خاص، پیش از قرار گرفتن در بستر کاشت و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه زنی را به دست می‌آورند، به طوری که این تأثیرات را می‌توان در چگونگی جوانه زنی، استقرار اولیه گیاه، بهره برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (پیل و فینچسوا، ۲۰۰۱). به رغم همه مزایایی که پرایمینگ در افزایش کارایی بذور دارد، اعمال این نوع تیمارها ممکن است یک سری محدودیت‌هایی هم داشته باشد. مثلاً بعضی از مواد استفاده شده در پرایمینگ ممکن است جذب بذور شده و ایجاد مسمومیت بکند (آرتولا، ۲۰۰۳) یا بطور مثال ماده شیمیایی پلی اتیلن گلیکول که در سطح وسیعی نیز در اسموپرایمینگ استفاده می‌شود در غلظت‌های بالا مانع جذب اکسیژن می‌شود، از سویی دیگر در هنگام جدا کردن این مواد که توسط شستشو با آب معمولی انجام می شود ممکن است آب بیشتری جذب بذور شود (تیلکو،سکا، ۲۰۰۱). از چند دهه قبل پرایمینگ بذور با مواد مختلف شروع شده و این تیمار بذر برای افزایش سرعت و یکنواختی سبز شدن در تعدادی از سبزیجات، گل‌ها و برخی مواقع برای گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفته است. این تمهیدات بعنوان عاملی سودمند در ارتقای کیفیت بذر، جوانه زنی، استقرار محصول، رشد و عملکرد مطرح می‌باشد. این تیمارها و

مشخصات آنها توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (اشرف و فود، ۲۰۰۵؛ هیگارتی، ۱۹۷۸؛ هیدکر، ۱۹۷۷؛ تیلور و همکاران، ۱۹۹۸). سودمندی پرایمینگ بر روی رشد و نمو گیاهان مربوط به اثرات مستقیم و غیر مستقیم این فرایند می‌باشد. تأثیر پرایمینگ بر روی جوانه زنی، سبز شدن و سرعت رشد گیاهان از اثرات غیر مستقیم این فرایند است (هریس و همکاران، ۲۰۰۲، ۲۰۰۱، ۱۹۹۹). اثرات غیر مستقیم پرایمینگ بر روی رشد و سرعت رشد گیاهان بیش از اثرات مستقیم آن می‌باشد. در زمان انجام پرایمینگ، بذور نباید در درون آب جوانه بزنند و قبل از ظهور ریشه چه و در مرحله انتقال باید بذور را از آب خارج کرد. به هر حال پرایمینگ جوانه‌زنی را در شرایط نا مطلوب افزایش می‌دهد (روا، ۱۹۹۷). سودمندی پرایمینگ در افزایش سرعت جوانه زنی اکثر گیاهان زراعی گرما دوست مانند فلفل، سویا، سورگوم و ذرت در محدوده دمایی ۱۰ تا۲۰ درجه سانتی گراد معنی‌دار بوده است (بواستو واردوبیلی، ۱۹۹۴؛ اوسالیوان و همکاران، ۱۹۹۴). پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبود دهنده بذور اطلاق می شود که در تمامی آنها آبدهی کنترل شده بذر اعمال می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶ ب). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبدهی جزئی آنها می-باشد به طوری که بذور مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیای 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 می‌ماند (براد فورد، ۱۹۹۵). رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدرو پرایمینگ و اسمو پرایمینگ می‌باشند. اسمو پرایمینگ نوع خاصی از آماده سازی پیش از کاشت بذور می‌باشد که از طریق خواباندن بذور در محلول‌های با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی نظیر پلی اتیلن گلایکول (PEG)، مانیتول، کودهای شیمیایی (نظیراوره) و ... صورت می‌گیرد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). در روش هیدروپرایمینگ بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند، 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 می‌شود (جودی و شریف زاده، ۲۰۰۶؛ اشرف و فولاد ، ۲۰۰۵؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۶ ب). در سالهای اخیر اصلاح نباتات توانسته است ارقامی را تولید کند که در شرایط متنوع محیطی هم قادر به جوانه زنی باشند، از جمله فعالیت‌هایی

که در این زمینه شده است تولید بذور درشت با پتانسیل ژنتیکی بالا می‌باشد که این بذور توانایی بالایی برای رشد سریع گیاهچه‌ها حتی در شرایط نامطلوب را دارند، اما افزایش اندازه بذر و یا افزایش پتانسیل ژنتیکی برای بهبود ویگوریته بذور کافی نیست به خاطر اینکه فاکتورهای دیگری هم در این مورد دخالت دارند. بنابراین راهکارهای مختلف دیگری نیز برای بهبود کیفیت بذر وجود دارد (فوجیکوراو همکاران، ۱۹۹۳).

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- موقعیت محل و زمان اجرای آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در بسطام اجرا شد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه طول شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۹ متر می‌باشد. بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی بسطام دارای آب و هوایی سرد و خشک است. میانگین سالانه بارندگی بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی متر بوده و بارندگی‌ها عمدتاً در بهار و پاییز رخ می‌دهد.

۳-۲-خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی نمونه گیری و به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک درجدول ۳-۱ آمده است.

جدول(۳-۱) نتایج آزمایش خاک محل آزمایش

بافت خاک	ازت کل (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	سولفات محلول $^{-2}$ (SO_4) Mg/l	EC (ds/m)	کربن آلی(٪)
لومی	۰/۴۷	۱۶/۸	۱۲۳	۸/۸	۴/۳	۷/۷۸	۰/۷۷

۳-۳- طرح آماری و تیمارهای به کار رفته در آزمایش

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتورهای این آزمایش شامل، پرایمینگ در دو سطح پرایمینگ (A1) و عدم پرایمینگ (A2) و باکتری

تیوباسیلوس در دو سطح عدم مصرف (شاهد) B1 و مصرف آن B2 و گوگرد گرانوله آلی در سه سطح عدم مصرف، مصرف توصیه شده، ۱/۵ برابر مصرف توصیه شده به ترتیب (C1)۰(C2) ۱۵۰، (C3)۲۲۵ کیلوگرم در هکتار می باشد. هر واحدآزمایشی شامل یک کرت با ابعاد ۶×۲ متر بود. تعداد ۴ ردیف کاشت در هر کرت با فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (شکل۳-۱).

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

شکل (۳-۱) : نقشه کشت

۳-۴- پرایمینگ

بذرها در مزرعه نیم ساعت قبل از کشت در آب بدون استفاده از هیچ ماده‌ای خیسانده و بعد بلافاصله کشت شدند.

۳-۵- تلقیح باکتری

باکتری تیوباسیلوس مورد استفاده به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار به صورت مخلوط با بذر مورد استفاده قرار گرفت. این باکتری‌ها از شرکت زیست فن آور سبز آسیا خریداری و با توجه به نقشه کشت بذور با این باکتری تلقیح و همچنین به منظور جلوگیری از اتلاف باکتری‌ها، کشت در کوتاه ترین زمان انجام شد.

۳-۶- گوگرد

کود گوگردی گرانوله آلی، این کود محتوی ۴۰٪ گوگرد و ۵۰٪ مواد آلی ۵٪ بنتونیت و ۵٪ مواد جاذب الرطوبه قوی می‌باشد. که برای هر تیمار با توجه به نقشه کشت در خاک سطحی (عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متری) مخلوط شدند.

۳-۷- عملیات اجرایی

۳-۷- ۱- آماده سازی زمین در مزرعه

۱۴ روز قبل از کاشت اقدام به آماده سازی زمین با استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک گردید. سپس پشته‌هایی با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر در کل مزرعه ایجاد شد.

۳-۷-۲- کاشت

عملیات کاشت در بخش مزرعه ای در تاریخ ۲۷ خرداد ۱۳۹۱ با دست و در عمق ۵ سانتی‌متری انجام شد. بذر سویا رقم DPX در این آزمایش استفاده شد. در هر کرت آزمایشی ۴ خط کاشت به طول ۲/۵ متر قرار داشت. فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی-متر بود. دو خط کناری به عنوان حاشیه و ۲ خط وسط جهت تعیین پارامترهای آزمایش در نظر گرفته شد.

۳-۷-۳- داشت

آبیاری در مزرعه به صورت جوی و پشته‌ای انجام شد. تا زمان سبز شدن آبیاری به صورت هفتگی و سپس هر ۱۰ روز یک بار صورت گرفت. مقادیر آب مصرفی برای تمام تیمارها یکسان بود. طی دوران داشت، وجین کامل علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک برداشت محصول آغاز گردید. علائم رسیدگی فیزیولوژیک عبارتند از: زرد شدن برگ‌ها، تغییر رنگ غلاف‌ها از سبز به زرد مایل به قهوه‌ای، تشکیل لایه‌های سیاه در محل غلاف بذر، سفت شدن دانه‌ها.

۳-۸-نمونه برداری و اندازه گیری صفات مورد بررسی

۳-۸-۱- نمونه برداری‌ها در طی فصل رشد

برای مطالعه و بررسی خصوصیات رشدی گیاه سویا در طی فصل رشد ۷ مرحله نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری‌ها با فواصل ۱۵ روز تا برداشت نهایی ادامه داشت. در هر نمونه برداری از هر کرت آزمایشی تعداد ۴ بوته به طور تصادفی انتخاب شدند. بوته‌ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه قطع و توسط پاکت‌های مخصوص نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل و در آنجا پس از اندازه‌گیری سطح برگ، قسمت‌های مختلف بوته مانند برگ و ساقه جدا و در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری می‌شدند. پس از خشک شدن نمونه‌ها وزن خشک ساقه، برگ و کل اندازه‌گیری می-شدند و در ادامه نیز سایر صفات از جمله ارتفاع، تعداد غلاف، وزن غلاف، وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد.

۳-۸-۲-ارتفاع بوته

به هنگام برداشت، تعداد ۴ بوته از هرکرت پس از در نظر گرفتن حاشیه، انتخاب و اقدام به اندازه گیری ارتفاع بوته به وسیله متر گردید. سپس از ارتفاع این بوته ها میانگین گرفته شد و عدد نهایی ثبت گردید.

۳-۸-۳- اندازه گیری کلروفیل a و b

ابتدا از هر کرت ۲ برگ از گیاهانی با شرایط رشدی مشابه انتخاب و آنها را در پاکت قرار دادیم و بعد فریز کردیم. جهت ارزیابی غلظت کلروفیل برگ در هر نمونه قبل از برداشت از روش بدون لهیدگی استفاده شد. بدین ترتیب ۰/۰۱ گرم از بافت تازه برگ توزین شده و به وسیله دستگاه پانچ به قطعات کوچکی خرد شد و با ۶ میلی‌لیتر دی متیل سولفوکسید به حجم رسانده شد. سپس محلول حاصل به مدت ۴ ساعت درون حمام آب گرم ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه‌ها از حمام آب گرم خارج شدند و پس از سرد شدن با قرار گرفتن در اسپکتروفتومتر مدل Jenway6305 ساخت کشور آلمان میزان جذب نمونه‌های حاوی کلروفیل در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد (هیسوکس و ایسریلستام، ۱۹۷۹).

$$Chl\ a = [\ ۱۲.۲۵\ (oD_{663}) - ۲.۲۵\ (oD_{645})\ ] * [\ V/1000W\ ]$$

$$Chl\ b = [\ ۲۰.۳۱\ (oD_{663}) - ۴.۹۱\ (oD_{645})\ ] * [\ V/1000W\ ]$$

$$Chl\ T = chl\ a + chl\ b$$

در روابط فوق chl a، chl b، chl T به ترتیب میزان کلروفیل a، b و کل، oD_{663}، oD_{645}، oD_{470} به ترتیب اپتیکال دانسیته عصاره در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر، V حجم نهایی عصاره، W وزن نمونه برحسب گرم می‌باشد.

۳-۸-۴- برداشت نهایی

برداشت نهایی درآخر فصل زمانی که ۹۰ درصد غلاف‌ها زرد و خشک شده بودند انجام شد. بعد از برداشت از هر کرت آزمایشی ۲ متر مربع با در نظر گرفتن حاشیه و به منظور تعیین عملکرد نهایی برداشت گردید. مساحت اشغال شده توسط این ۲۰ بوته محاسبه و عملکرد نهایی برحسب کیلوگرم در هکتار برآورد گردید.

۳-۸-۵- اجزای عملکرد

از هر کرت آزمایشی تعداد ۱۰ بوته با در نظر گرفتن حاشیه و به منظور تعیین اجزای عملکرد برداشت گردید. اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی گیاه می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. اجزای عملکرد در گیاه سویا شامل تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در هر غلاف و وزن هزار دانه می‌باشند که در ۱۰ بوته برداشت شده اندازه‌گیری شدند.

۳-۸-۵-۱- تعداد غلاف در بوته

از ۱۰ بوته انتخابی در هر کرت تعداد غلاف در هر بوته به طور جداگانه شمارش و سپس میانگین بدست آمده در نظر گرفته شد.

۳-۸-۵-۲- تعداد دانه در غلاف

از ۱۰ غلاف انتخاب شده به طور جداگانه تعداد دانه شمارش و میانگین اعداد بدست آمده در نظر گرفته شد.

۳-۸-۵-۳- وزن هزار دانه

۴ نمونه حاوی ۲۵۰ بذر از ۱۰ بوته منتخب شمارش و پس از توزین، میانگین آنها در ۴ ضرب و به عنوان وزن هزار دانه بر حسب گرم منظور گردید.

۳-۹- سنجش درصد روغن دانه

روغن موجود در دانه با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه گیری شد. به این منظور نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل دستگاه اکسترکتور قرار داده شد. بالن‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از

هم دما شدن با محیط وزن شدند و روی هر صفحه گرم‌کننده دستگاه قرار گرفتند. داخل هر بالن مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی ریخته شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دما برای تمام نمونه‌ها ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از گذشت این مدت دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. برای آن که باقی مانده اثر از بین برود، بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند. سپس بالن‌ها به آون منتقل شده و به مدت یک ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت یک ساعت و نیم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گشتند. جهت محاسبه درصد روغن موجود در نمونه‌ها از رابطه زیر استفاده شد.

۱۰۰ × (وزن اولیه بالن - وزن ثانویه بالن)=درصد روغن موجود در نمونه

۳-۱۰- سنجش درصد پروتئین دانه

مقدار پروتئین موجود در دانه به روش کجلدال تعیین گردید. برای مرحله هضم کجلدال از اجاق هضم کننده Digestor 2040 از شرکت Foss Tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار Analysis Unit 2300Kjeltec از همان شرکت استفاده گردید. جهت انجام عملیات هضم ۱ گرم از بذر پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه‌ای مخصوص کجلدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور (شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم K_2SO_4 و ۰/۱۵ گرم سولفات مس $CUSO_4$) به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. این روش برای جلوگیری از جوشش و کف‌کردن مواد درون فلاسک بسیار مؤثر واقع شد. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون فلاسک‌ها به محلولی نسبتا زلال به رنگ سبز بسیار کم رنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه‌ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجلدال سنجیده شد. دستگاه دارای ۳

مخزن دستگاه آب مقطر، سود سوزآور (NaOH) ۴۰ درصد و محلول دریافت کننده بود. ۱۰۰ میلی-لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل)، ۷۰ میلی‌لیتر متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل) و ۱۰ لیتر اسید بوریک ۱ درصد ترکیب محلول دریافت کننده را تشکیل دادند. پس از قرارگیری فلاسک‌ها در دستگاه، به ترتیب ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی‌لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه اضافه شد و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر، نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک (NH_3) تصاعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه‌ای سوخته تبدیل شد. گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت کننده منتقل شد و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیوم را تشکیل داد که معرف‌های موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان ساختند.

عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت پذیرفت. طی این عمل بورات آمونیوم حاصل در محلول دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیتر شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید. رابطه زیر به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه بیان شده است:

درصد نیتروژن نمونه = (۰/۱۴ × A) / وزن نمونه(گرم)

در این رابطه A حجم اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرفی بر حسب میلی‌لیتر می‌باشد.

جهت تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از رابطه زیر استفاده گردید:

درصد پروتئین نمونه = درصد نیتروژن × ضریب تبدیل پروتئین

ضریب تبدیل پروتئین برای سویا ۶/۲۵ می باشد.

۳-۱۱- تجزیه و تحلیل آماری داده ها

تجزیه و تحلیل آماری داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای رسم شکل ها از نرم افزار EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

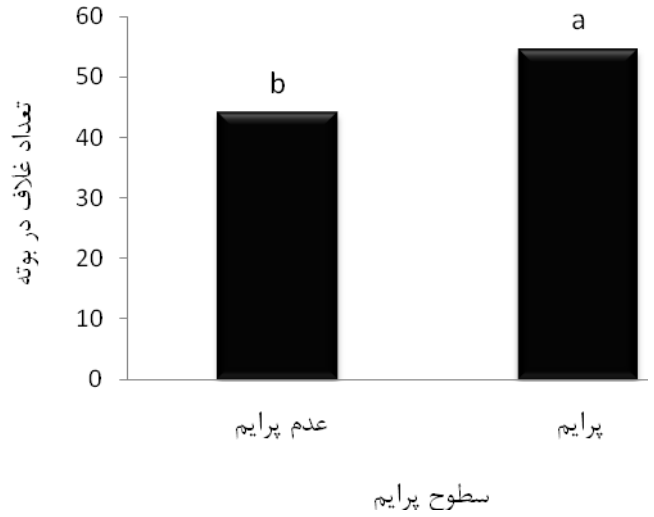
فصل چهارم

نتایج بحث

۴-۱-اجزاءعملکرد

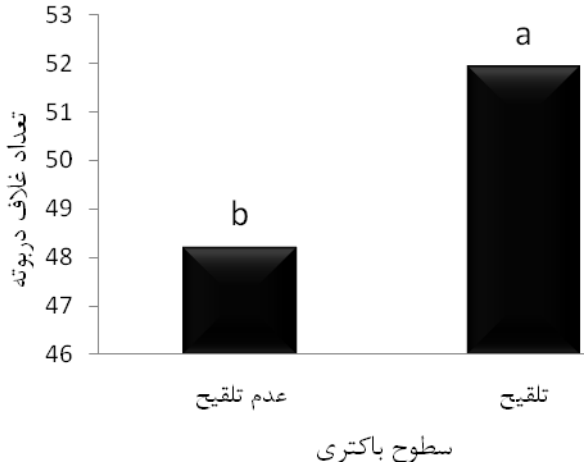
۴-۱-۱- تعداد غلاف دربوته

تعداد غلاف در بوته سویا یکی از اجزای مهم عملکرد سویا می باشد بنابراین، هر عاملی که باعث افزایش این صفت شود بر عملکرد دانه نیز اثر خواهد گذاشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد که تأثیر پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته (شکل ۴-۱) نشان داد که تیمار پرایمینگ تعداد غلاف در بوته را افزایش داد، به طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به پرایمینگ به میزان ۵۴/۴۴ غلاف بود. تیمار پرایمینگ بذر باعث افزایش ۱۹/۱۷ ٪ تعداد غلاف در بوته در مقایسه با شاهد عدم پرایم شد. که علت آن را می توان به جوانه زنی سریع تر بذر و استقرار در مزرعه و در نهایت افزایش تولید مواد غذایی در نتیجه استفاده بیشتر از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی مرتبط دانست. گزارش های مختلفی حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذر می گردد (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۴؛ اشرف و رئوف، ۲۰۰۱؛ ال –دامتی و همکاران،۱۹۶۴) اظهار داشتند که پرایمینگ بذر گندم به طور معنی داری سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط دیم شد. در آزمایشی باستیا و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با هیدرو پرایمینگ بذور گلرنگ صفات تعداد بوته در متر مربع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد بهبود یافت.



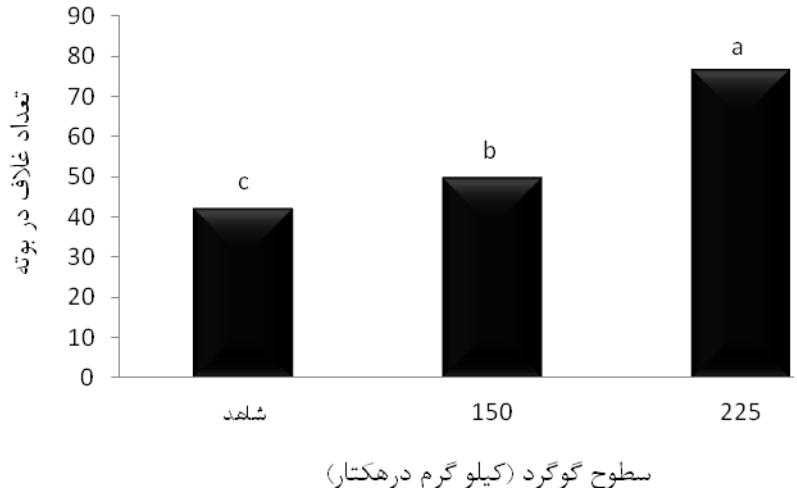
شکل(۴-۱) : تأثیر پرایمینگ بر روی تعداد غلاف در بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (۴-۱) بین تلقیح باکتری تیوباسیلوس و عدم استفاده از آن در صفت تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (شکل ۴-۲) نشان داد که کاربرد باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش معنی دار تعداد غلاف در بوته نسبت به عدم کاربرد آن گردید. بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار تلقیح بذر با باکتری تیوباسلوس به میزان ۵۱/۹۴ غلاف بدست آمد که ۷/۵۴ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری افزایش یافت. باکتری تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد موجود در خاک سبب افزایش اسیدیته خاک شده که این افزایش اسیدیته، خود سبب آزاد سازی عناصر مهمی همچون فسفر، آهن، روی و منگنز می شود که این عناصر با بهتر نمودن شرایط تغذیه ای گیاه نقش بارزی در افزایش صفت تعداد غلاف در بوته گیاه دارند. حسین زاده گشتی و همکاران (۱۳۸۸) نیز تاثیر باکتری تیوباسیلوس را بر افزایش تعداد غلاف در بوته بادام زمینی را مثبت گزارش کردند. مصطفویان و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که باکتری تیو باسیلوس سبب افزایش تعداد غلاف در بوته سویا شد.



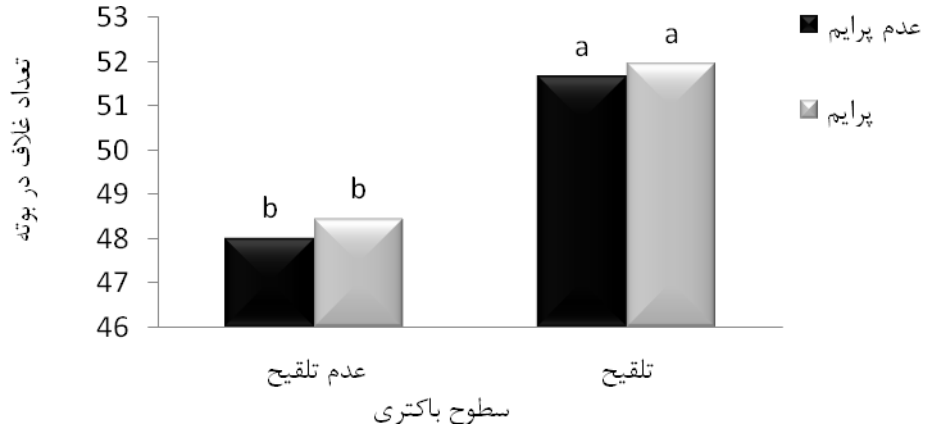
شکل(۴-۲) - تأثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر تعدادغلاف در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد که کاربرد گوگرد بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی دار شد. مقایسات میانگین (شکل ۴-۳) نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار کودی ۲۲۵ کیلوگرم کود گوگرد گرانوله آلی بدست آمد. در نتیجه اعمال این تیمار تعداد دانه در غلاف در بوته ۳۴/۹۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. مصطفویان و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد گوگرد سبب افزایش تعداد غلاف در بوته سویا شد.



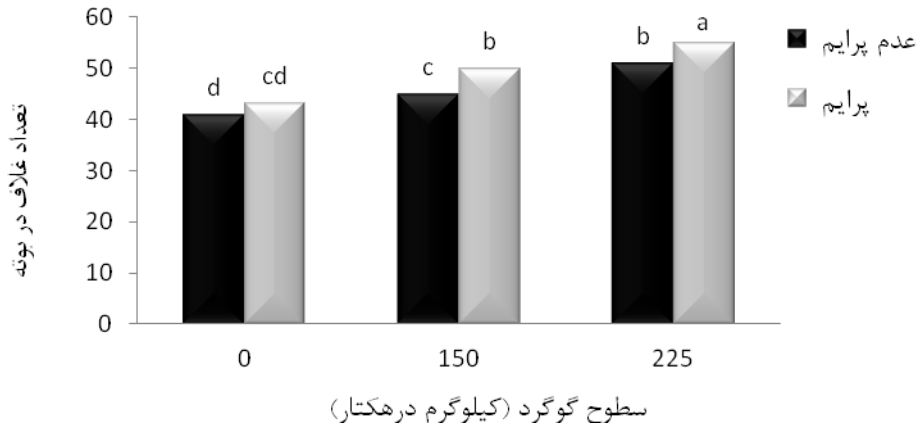
شکل(۴-۳)- تأثیر سطوح گوگرد گرانوله آلی بر تعداد غلاف در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۱) نشان داد که اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسات میانگین تعداد غلاف در بوته (شکل۴-۴) نشان داد که کاربرد توأم باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ با تولید ۵۱/۹۴ غلاف در بوته بهترین تیمار می‌باشد.



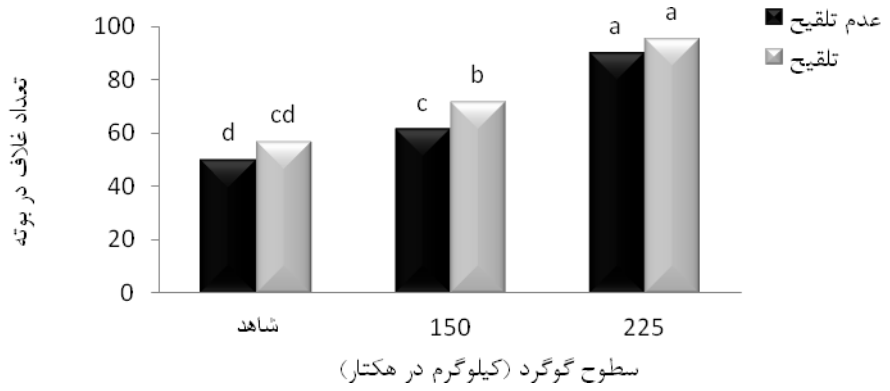
شکل(۴-۴)- اثر متقابل پرایمینگ و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر تعداد غلاف در بوته

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد که اثرات متقابل پرایمینگ و مصرف کود گوگرد بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسات میانگین (شکل۴-۵) نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته از ترکیب تیماری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و بذور پرایم بدست آمده که ۲۵/۴۵ درصد تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد افزایش یافت.



شکل(۴-۵)- اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر تعداد غلاف در بوته

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و مصرف کود گوگرد گرانوله بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی دار بود. مقایسات میانگین (شکل ۴-۶) نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته از ترکیب تیماری تلقیح با باکتری و سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار به میزان ۹۵/۱۵ غلاف بدست آمد که ۴۷/۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. علاوه بر نقش مستقیم گوگرد بر رشد گیاه، کاربرد گوگرد همراه با باکتری تیوباسیلوس میتواند pH خاک در اطراف ریشه را کاهش و در نتیجه حلالیت عناصر در خاکهای آهکی را افزایش دهد به این ترتیب گوگرد می تواند به طور مستقیم و غیر مستقیم به رشد و نمو گیاه کمک نماید. از آنجا که گوگرد مورد استفاده آلی بوده و دارای مواد غذایی می‌باشد می‌تواند تاثیر بسزایی در رشد از طریق افزایش فعالیت‌های اکسیداسیون توسط باکتری تیوباسیلوس را داشته باشد. مصطفویان و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش تعداد غلاف در بوته سویا شد و همچنین تاثیر مثبت کاربرد توام گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس را بر روی تعداد غلاف در بوته سویا گزارش کردند. سلسبیلی(۱۳۸۹)، اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس را بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۵٪ معنی دار گزارش کرد. مصرف گوگرد گرانوله آلی علاوه بر افزایش اسیدیته خاک سبب افزایش دسترسی به عناصر غذایی در خاک می شود.



شکل(۴-۶)- اثر متقابل تلقیح باکتری تیو باسیلوس و گوگرد گرانوله آلی بر تعداد غلاف در بوته

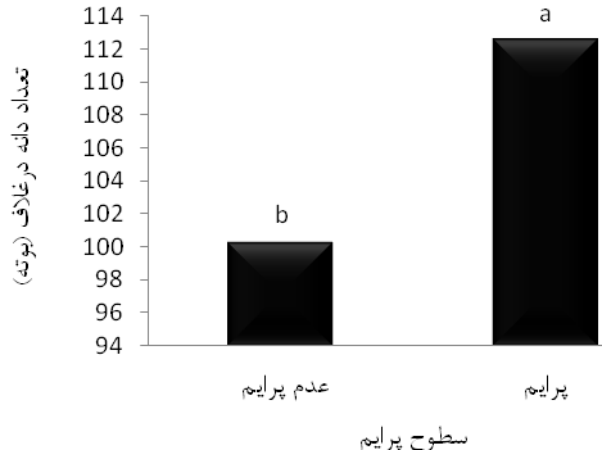
تجزیه واریانس اثر متقابل پرایمینگ و تلقیح باکتری تیو باسیلوس و مصرف کود گوگرد گرانوله آلی (جدول۴-۱) بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین تعداد غلاف در بوته (جدول۴-۳) نشان داد که تیمار تلقیح باکتری تیوباسیلوس بذور پرایم شده و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله در هکتار دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود. این ترکیب تیماری ۴۹/۰۶ درصد تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد افزایش داد.

جدول(۴-۳). مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته

عدم مصرف گوگرد	عدم تلقیح	عدم پرایم	E	۴۳/۶
		پرایمینگ	De	۴۹/۴
	تلقیح	عدم پرایم	Ab	۷۹/۶
		پرایمینگ	E	۴۵/۲
۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی درهکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	C	۶۰/۲
		پرایمینگ	B	۸۱/۶
	تلقیح	عدم پرایم	E	۴۴/۸
		پرایمینگ	E	۴۸/۸
۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی درهکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	Ab	۸۰/۶
		پرایمینگ	E	۴۵/۸
	تلقیح	عدم پرایم	Cd	۵۴/۶
		پرایمینگ	A	۸۵/۶

۴-۱-۲- تعداد دانه در بوته

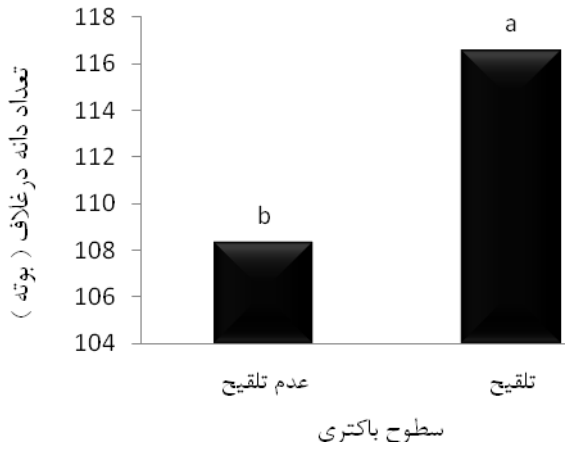
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) تاثیر پرایمینگ بر صفت تعداد دانـه در بوتـه در سـطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین تعداد دانه در بوته (شکل۴-۷) نشان داد کـه تیمـار پرایمینـگ تعداد دانه در بوته را افزایش داد به طوری که بیشترین تعداد دانه در بوته به میزان ۱۱۲/۵۶ دانه در بوته بود. تیمار پرایمینگ ۱۰/۹ درصد تعداد دانه در بوته را نسبت به شاهد افزایش داد(شـکل ۴-۷). که این افزایش ناشی از استقرار سریع و مطلوب گیاه و استفاده بیشتر آن ها از عناصر غذایی، رطوبـت خاک و نور می باشد. در آزمایشی باستیا و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با به بکارگیری تیمـار هیدروپرایمینگ بذور گلرنگ به همراه تغییر تاریخ کاشـت، تعـداد دانـه در طبـق بهبـود مـی یابـد. گزارش‌های متعددی مبنی بر تاثیر پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد در گیاهـان مختلـف وجـود دارد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶؛ قاسمی گلزنیو و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل(۴-۷)- تاثیر پرایمینگ بر روی تعداد دانه در غلاف در بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) تأثیر تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس بر صفت تعداد دانـه در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین تعداد دانه در بوته (شـکل۴-۸) نشـان داد

که تلقیح بذر با باکتری تیو باسیلوس به طور معنی‌داری تعداد دانه در غلاف را افزایش داد به طـوری که تلقیح بذر با باکتری تیو باسیلوس با تولید ۱۱۲/۵۶ دانه در بوته بیشترین مقدار بود. تلقیح باکتری تیوباسیلوس ۱۰/۹ درصد، تعداد دانه در بوته را نسبت به شاهد افزایش داد (شکل۴-۸). مصـطفویان و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش تعداد دانه درغـلاف در سویا شد. حسین زاده گشتی و همکاران (۱۳۸۸) نیز تاثیر باکتری تیوباسیلوس را بر افزایش تعداد دانه در غلاف در بادام زمینی مثبت گزارش کردند. سلسـبیلی (۱۳۸۹)، تـاثیر مثبـت و معنـی دار کـاربرد باکتری تیوباسیلوس را بر افزایش تعداد دانه در غلاف نخود گزارش کردند. باکتری تیوباسـیلوس جـزو مهمترین اکسید کنندگان گوگرد در خاک به شمار می‌رود. تلقیح کردن خاک با این باکتری‌ها باعـث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد می‌شود. در صورتی که جمعیت این باکتریها در خاک پایین باشد، مصرف گوگرد همراه با این باکتری‌ها در خاکهای قلیایی و آهکی اثـرات سـودمندی را بـه دنبـال دارد (وین رایت، ۱۹۸۴). در یک بررسی مشخص شد که میزان اکسیداسیون گوگرد در خـاک‌هـای تلقـیح شده با باکتریهای تیوباسیلوس حدود ۱۱ برابر بیشتر از خاک‌های تلقیح نشده است (بشارتی، ۱۳۷۹). باکتری تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد موجود در خاک سبب افزایش اسیدیته خاک شده که این افزایش اسیدیته، خود سبب آزادسازی عناصر مهمی همچون فسفر، آهن، روی و منگنز می شـود کـه این عناصر نقش بارزی در افزایش تعداد غلاف در بوته و در نهایت افزایش تعـداد دانـه در بوتـه گیـاه دارند.

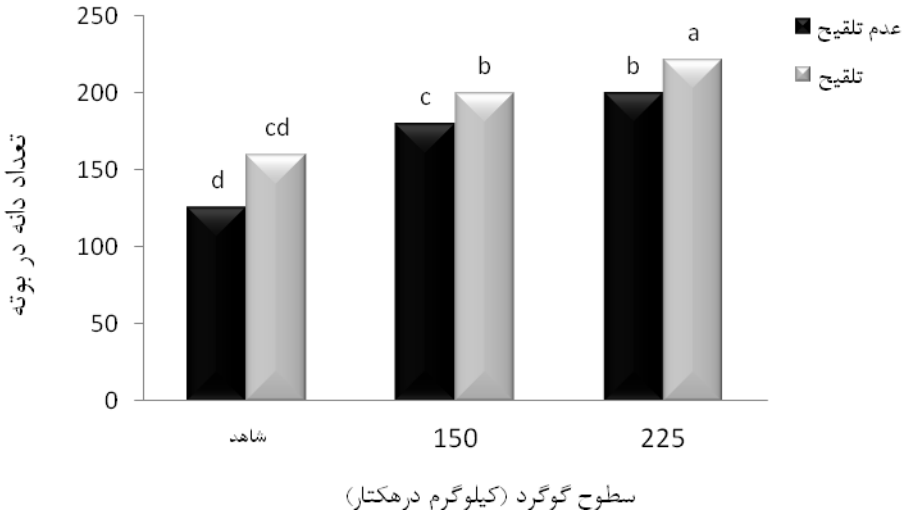


شکل(۴-۸): تاثیر تلقیح سطوح باکتری تیوباسیلوس بر تعداد دانه در غلاف در بوته

جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد که مصرف گوگرد بر صفت تعداد دانه در غلاف (بوته) در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسات میانگین تعداد دانه در بوته (شکل۴-۹) نشان داد بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار با تولید ۱۹۱/۳۳ دانه در بوته بود و تیمار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد سبب افزایش ۹۹/۴۵ درصد تعداد دانه در غلاف در بوته نسبت به شاهد گردید. این نتیجه می تواند بخاطر افزایش اسیدیته خاک باشد که باعث افزایش دسترسی عناصر غذایی در خاک شده است. قربانی صرآبادی و همکاران (۱۳۸۱) نیز تاثیر مثبت و معنی دار گوگرد گرانوله آلی را بر افزایش تعداد دانه در بوته سویا گزارش کردند.

شکل(۴-۹). تاثیر سطوح گوگرد برتعداد دانه در غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر تعـداد دانه در بوته معنی‌دار نشد. نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۱) نشان داد که اثر متقابل تلقیح بـاکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله آلی برتعـداد دانـه در غـلاف در سـطح ۵٪ معنـی‌دار گردیـد. مقایسـات میانگین تعداد دانه در غلاف (شکل۴-۱۰) نشان داد که مصرف ۲۲۵ کیلوگرم درهکتار گوگرد گرانوله آلی با تولید ۵ /۲۲۱ دانه در بوته برترین تیمار بود. ترکیب تیماری تلقیح و سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار ۴۳/۴۴ درصد افزایش در این صـفت داشـت و ترکیـب تیمـاری تلقـیح و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی ۳۷/۱۶ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داد.



شکل(۴-۱۰). اثرمتقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله بر تعداد دانه در غلاف (بوته)

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر صفت تعداد دانه در بوته معنی‌دار نبود.

نتـایج جـدول تجزیـه واریـانس (جـدول۴-۱) نشـان داد اثـر متقابـل پرایمینـگ و تلقـیح بـاکتری تیوباسیلوس تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته نداشت.

تجزیه واریانس اثر متقابل سه گانه پرایمینگ و باکتری تیو باسیلوس و گوگرد گرانوله آلی (جـدول ۴-۱) بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و مقایسه میانگین تیمارها نشان داد

(جدول ۴-۴) بیشترین تعداد دانه در بوته ۱۷۱/۲ مربوط به کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم گـوگرد در هکتـار و تلقیح و پرایمینگ بود که البته با تیمارهای مربوط به کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و عـدم تلقیح و پرایمینگ اختلاف معنی داری نداشت. کمترین تعداد دانـه در بوتـه ۸۷/۲ بدسـت آمـد کـه ۴۹/۰۶ درصد افزایش نسبت به شاهد بدست آمد (جـدول۴-۴). رئیسـی (۱۳۸۰) گـزارش کـرد کـه تغییرات کم تعداد دانه در غلاف در گیاه سویا به دلیل توارث پذیری بالای آن است.

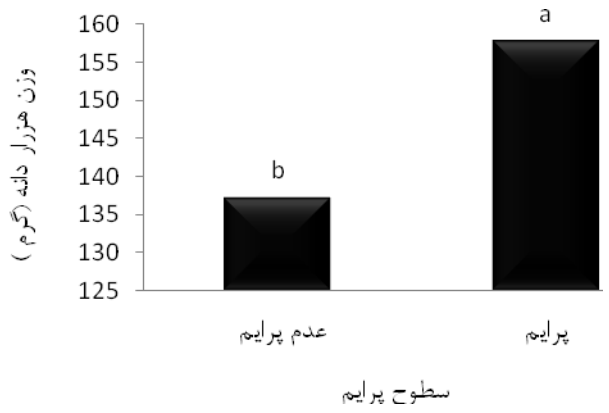
جدول(۴-۴).مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف (بوته)

عدم مصرف گوگرد	عدم تلقیح	عدم پرایم	f	۸۷/۲
		پرایمینگ	cd	۹۸/۸
	تلقیح	عدم پرایم	d	۹۰/۴
		پرایمینگ	abc	۱۵۹/۷
۱۵۰کیلوگرم درهکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	c	۱۲۰/۴
		پرایمینگ	ab	۱۶۳/۲
	تلقیح	عدم پرایم	e	۸۹/۶
		پرایمینگ	cd	۹۷/۶
۲۲۵ کیلوگرم درهکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	d	۹۱/۶
		پرایمینگ	ab	۱۶۱/۲
	تلقیح	عدم پرایم	cd	۱۰۸/۲
		پرایمینگ	a	۱۷۱/۲

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، از نظر آماری می‌باشد.

۴-۱-۳- وزن هزار دانه

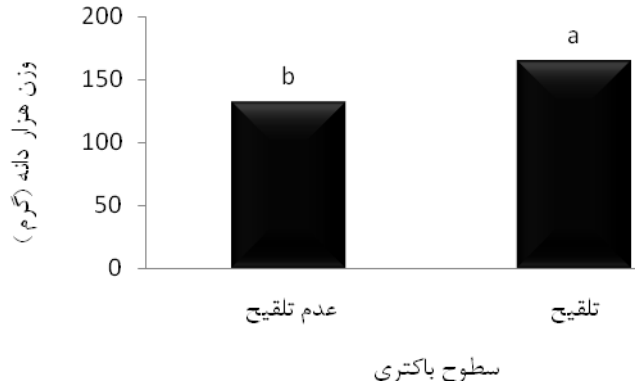
یکی از اجزای بسیار مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه سویا، وزن هزار دانه آن می باشد. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که تیمار پرایمینگ بر وزن هزار دانه سویا در سطح ۱٪ معنی-دار می‌باشد. مقایسات میانگین وزن هزار دانه (شکل ۴-۱۱) نشان داد که تیمار پرایمینگ با تولید ۱۵۷/۷۹۲ گرم بالاترین وزن هزار دانه را داشت و ۱۳/۰۳ درصد وزن هزار دانه را نسبت به عدم پرایمینگ افزایش یافت. در آزمایشی باستیا و همکاران (۱۹۹۹) توانستند با به کارگیری تیمار هیدروپرایمینگ بذور گلرنگ به همراه تغییر تاریخ کاشت وزن هزار دانه را بهبود بخشند. سلمان زاده (۱۳۹۱) گزارش کردند تیمار هیدرو پرایمینگ بذور سویا بالاترین وزن هزار دانه را تولید کرد.



شکل(۴-۱۱)- تاثیر پرایمینگ بر وزن هزار دانه

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر صفت وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسات میانگین وزن هزار دانه (شکل ۴-۱۲) نشان داد که با استفاده از باکتری تیوباسیلوس وزن هزار دانه نسبت به عدم استفاده از باکتری تیوباسیلوس (شاهد) افزایش یافت. به طوری که تیمار تلقیح بذر با باکتری تیو باسیلوس وزن هزار دانه را نسبت به عدم تلقیح ۲۰/۰۵ ٪ افزایش داد. در مراحل پر شدن دانه به دلیل سطح فتوسنتز کننده بیشتر در تیمارهای تلقیحی، انتقال مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه صورت می گیرد و این عامل می تواند باعث

افزایش اندازه و وزن دانه گردد. باکتری تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد موجـود در خـاک سـبب افزایش در دسترس قرار گرفتن عناصر غیر محلول که بخاطر pH بالا غیر قابل دسترس برای گیاه بوده می شود و در نهایت سبب افزایش وزن هزار دانه گیاه می گـردد. قاسـمی و دهقـان (۱۳۸۹) گـزارش دادند که با مصرف باکتری تیوباسیلوس در خاک وزن هزار دانه آفتـابگردان نسـبت بـه عـدم مصـرف باکتری افزایش چشمگیری داشت.



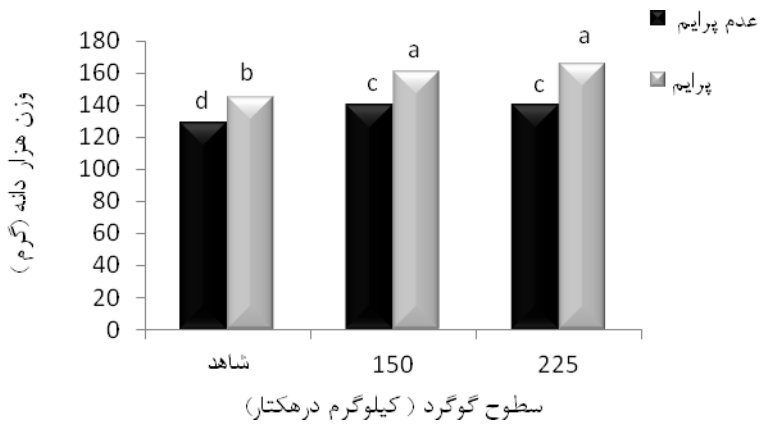
شکل(۴-۱۲): تاثیر تلقیح سطوح باکتری تیوباسیلوس بر وزن هزاردانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد مصرف گوگرد گرانوله سبب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد شد. نتایج مقایسات میانگین (شکل۴-۱۳) حاکی از آن است که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار سبب افزایش معنی دار وزن هزار دانه نسبت به شاهد می‌گردد. تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به شاهد افزایش ۱۳/۷۳ درصدی و نسبت به کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار افزایش ۳/۱۹ درصدی در این صفت نشان داد. مصرف گوگرد، جذب گوگرد و سایر عناصر غذایی مخصوصاً فسفر و سایر عناصر غذایی دیگر را افزایش داده و از آنجا که فسفر نقش مهمی را در پر کردن دانه و گسترش سیستم ریشه دهی گیاه دارد لذا باعث جذب بیشتر موادغذایی می‌شود و این افزایش به همراه انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از ریشه به سمت اندام‌های هوایی و از آنجا به سمت غلاف‌ها و دانه‌های در حال رشد می‌باشد که نهایتا منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌گردد. یافته‌های بوام و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که کمبود گوگرد، عملکرد دانه را

از طریق تاثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه کاهش می‌دهد. آنها دریافتند که کمبود گوگرد در اواخر دوره رشد ممکن است نتیجه تحرک بالای سولفات در خاک و پویایی مجدد اندک آن در گیاه باشد. مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیش از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد گرانوله آلی بر وزن هزار دانه تاثیر گذار بود و به نظر می‌رسد مصرف بالاتر کود بخاطر کاهش فرایندهای اکسیداسیون گوگردی نتوانسته به نسبت مصرف ۱۵۰ کیلوگرم درهکتار عمل کند. مصطفویان و همکاران (۱۳۸۶) نیز گزارش کردند که با کاربرد گوگرد وزن هزار دانه سویا افزایش قابل توجهی داشت. نیک نیایی (۱۳۸۶) نیز تاثیر مثبت گوگرد را بر افزایش وزن هزار دانه گندم گزارش کردند.

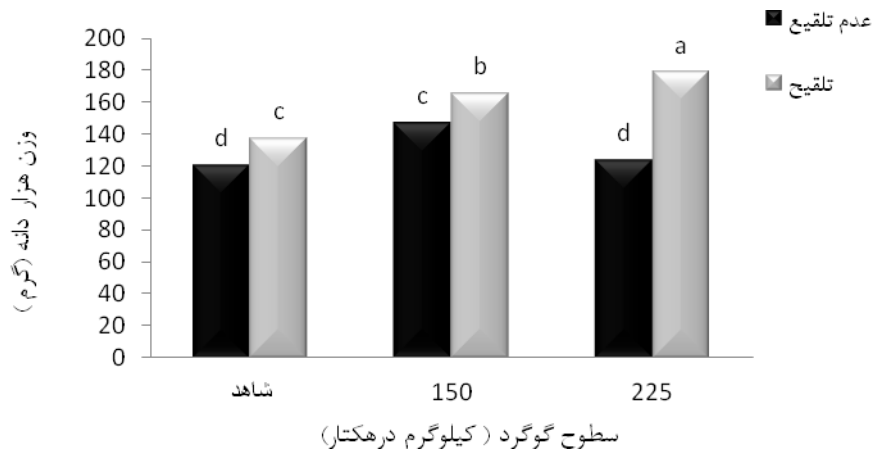
شکل(۴-۱۳)- تاثیرگوگرد بر وزن هزاردانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۱) نشان داد اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر صفت وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسات میانگین (شکل۴-۱۴) نشان داد که کاربرد همزمان پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی سبب افزایش وزن هزار دانه نسبت به شاهد گردید. می‌توان گفت پرایمینگ باعث جوانه زنی مطلوب واستقرار مناسب گیاه درمزرعه می شود. لذا استقرار سریع تر گیاه نسبت به بذور غیر پرایم باعث بهره برداری بهتر از نهاده‌های محیطی می‌شود و گوگرد و سایر عناصر غذایی بصورت قابل دسترس در اطراف سیستم ریشه گیاه قرار می‌گیرد و در نهایتا باعث افزایش وزن دانه می‌گردد.



شکل(۴-۱۴)-اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد بر وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که اثر متقابل تلقیح باکتری و کود گوگرد گرانوله آلی بر صفت وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از ترکیب تیماری تلقیح باکتری تیوباسیلوس و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود گوگرد به میزان ۱۷۸/۷ گرم بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار میزان وزن هزار دانه در بوته تا ۳۲/۷۶ درصد نسبت به شاهد عدم تلقیح بذر با باکتری و عدم مصرف کود افزایش یافت (شکل۴-۱۵). نتایج مشابهی مبنی بر تاثیر مصرف گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر افزایش وزن هزار دانه سویا توسط قربانی نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۱) گزارش شده است. تاثیر مثبت گوگرد و کاربرد مایه تلقیح تیوباسیلوس بر عملکرد سویا می تواند به نقش مستقیم عنصر گوگرد در تغذیه گیاه از یک طرف و به تاثیر گوگرد در کاهش موضعی pH خاک و انحلال عناصر تثبیت شده در خاکهای آهکی و قلیایی و در نهایت افزایش جذب این عناصر توسط گیاه از طرف دیگر مربوط باشد (روزا و همکارن، ۱۹۸۹). نورقلی و همکاران (۱۳۸۵) نتایج مشابهی را مبنی بر تاثیر مثبت گوگرد و تیوباسیلوس بر افزایش عملکرد سویا گزارش نمودند. خاوازی و ملکوتی (۱۳۸۰) گزارش کردند که با کاربرد گوگرد و باکتری تیوباسیلوس در ذرت وزن هزار دانه آن نسبت به عدم کاربرد افزایش می‌یابد.



شکل(۴-۱۵)- اثرمتقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر وزن هزاردانه

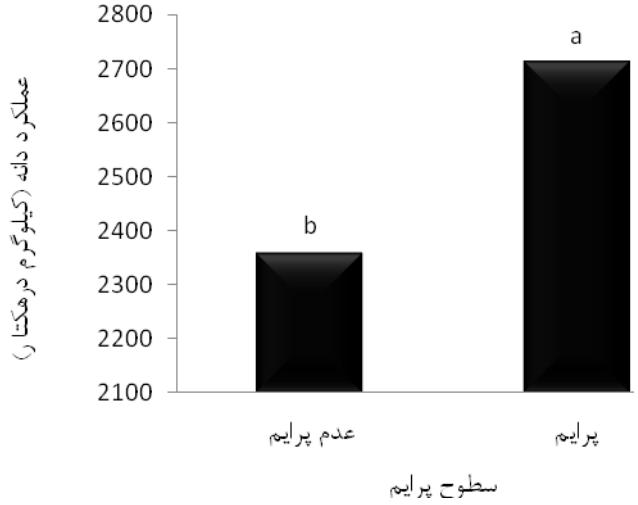
جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و مصرف کود گوگرد گرانوله آلی و پرایمینگ بر صفت وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان می‌دهد که مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی همراه با تلقیح بذور پرایم شده با باکتری تیوباسیلوس بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد دارد و با تولید ۱۹۷ گرم بالاترین وزن هزار دانه را داشت در حالیکه تیمار شاهد با تولید ۱۲۳/۷ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشت (جدول ۴-۵).

جدول(۴-۵). مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس، پرایمینگ بر وزن هزار دانه (گرم)

عدم مصرف گوگرد	عدم تلقیح	عدم پرایم	d	۱۲۳/۷
		پرایمینگ	bc	۱۳۵/۹
	تلقیح	عدم پرایم	d	۱۲۱/۱
		پرایمینگ	cd	۱۴۷/۸
۱۵۰ کیلوگرم گوگرد درهکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	Cd	۱۲۳/۳
		پرایمینگ	B	۱۴۶/۷
	تلقیح	عدم پرایم	D	۱۳۴/۳
		پرایمینگ	Bc	۱۶۰/۶
۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	D	۱۲۴/۱
		پرایمینگ	B	۱۵۹/۲
	تلقیح	عدم پرایم	A	۱۹۶/۶
		پرایمینگ	A	۱۹۷

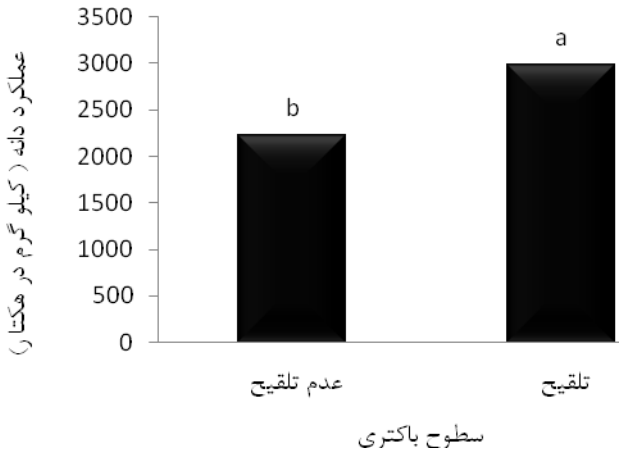
۴-۱-۳- عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که عملکرد دانه تحت تاثیر تیمار پرایمینگ در سطح ۱ درصد معنی دار شد. مقایسات میانگین (شکل ۴-۱۶) نشان داد که تیمار پرایمینگ سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تیمار عدم پرایم گردید به طوری که بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار پرایمینگ به میزان ۲۷۱۱/۸ کیلوگرم درهکتار بود که ۱۳/۰۳٪ نسبت به شاهد افزایش یافت.افزایش عملکرد در نتیجه اثر پرایمینگ بذر در ذرت، برنج و نخود در هند (هریس و همکاران،۱۹۹۹)، نخود در بنگلادش(موسی و همکاران، ۲۰۰۱) و گندم در هند، تپال و پاکستان(هریس و همکاران،۲۰۰۱) گزارش شده است.



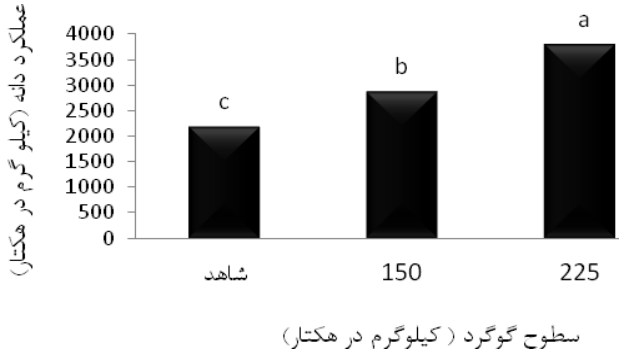
شکل(۴-۱۶)- تاثیر پرایمینگ برصفت عملکرد دانه

مطابق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) بین تیمار تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس و تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری در صفت عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسه میانگین بین تلقیح بذر با باکتری و عدم تلقیح بذر نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذر با باکتری تیو باسیلوس به میزان ۲۹۸۹/۶۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که در مقایسه با تیمار عدم تلقیح با ۲۲۳۵ کیلوگرم درهکتار ،۲۵/۲۴درصد افزایش داشت (شکل۴-۱۷).



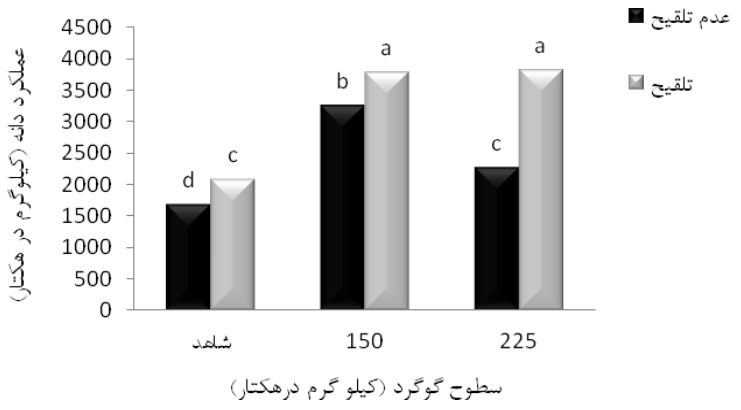
شکل(۴-۱۷)- تاثیر تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس برعملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که مصرف کود گوگرد گرانوله آلی بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسات میانگین (شکل۴-۱۸) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار کودی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد به میزان ۳۷۸۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به شاهد ۴۲/۲۶ درصد افزایش داشت. قربانی نصرآبادی (۱۳۸۱) نیز اثر مثبت کاربرد گوگرد برافزایش عملکرد دانه سویا را تایید کرد. شاهسونی و اردلان (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد گوگرد موجب افزایش عملکرد دانه گندم گردید. حسین زاده گشتی و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش دادند که کاربرد گوگرد عملکرد دانه بادام زمینی را نسبت به عدم کاربرد آن افزایش داد. گوگرد از طریق افزایش اسیدیته در خاک سبب افزایش حلالیت عناصر غذایی همچون فسفر، آهن، روی و منگنز می‌شود که این عناصر نقش بارزی در افزایش عملکرد دانه دارد به علاوه خواص کمی و کیفی گوگرد عنصری نظیر درصد خلوص، اندازه ذرات، مقدار مصرف، زمان و روش مصرف، همانند سایر فرآیندهای بیولوژیک دیگر متاثر از شرایط محیطی بوده و پارامترهایی از قبیل pH، رطوبت، تهویه، حرارت، سطح حاصلخیزی و جمعیت میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگرد در خاک بر سرعت و شدت اکسایش گوگرد تاثیر به سزایی دارند و از آنجا که گوگرد مصرفی گرانوله آلی بوده علاوه بر خواص کودی گوگرد دارای عناصر غذایی ماکرو و میکرو بوده و این عناصر به وفور در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و در نهایت در پر شدن دانه و عملکرد نقش مهمی را ایفا می‌کند.



شکل(۴-۱۸)- تاثیر گوگرد بر عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشـان داد کـه اثـر متقابـل تلقـیح بـا بـاکتری تیوباسیلوس و کاربرد کود گوگرد در سطح ۱ درصد معنی دار شـد. نتـایج مقایسـه میـانگین (۴-۱۹) نشان داد که کاربرد همزمان باکتری تیوباسیلوس و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به همراه تلقیح بذر با باکتری تیـو باسـیلوس بیشـترین تـاثیر را در افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد داشت هر چند بین ایـن دو تیمـار اخـتلاف معنـی‌داری وجـود نداشت، کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد گرانولـه در تیمـار بـذور تلقـیح شـده بـا بـاکتری تیوباسیلوس ۵۵/۹ درصد و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد گرانوله بذور تلقیح شده ۵۵/۵۵ درصد عملکرد را نسبت به شاهد افزایش داده به نظر می‌رسد باکتری تیوباسیلوس با تاثیر مستقیم بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه باعث افزایش عملکرد دانه شد. قربانی نصـرآبادی و همکـاران (۱۳۸۱) نیز تاثیر مثبت کاربرد توام گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس را بر عملکرد دانه سویا گزارش کردند. شاهسونی و اردلان (۱۳۸۶) نیز افزایش عملکرد دانه گندم را در اثر کاربرد گـوگرد همـراه بـا بـاکتری تیوباسیلوس گزارش کردند.

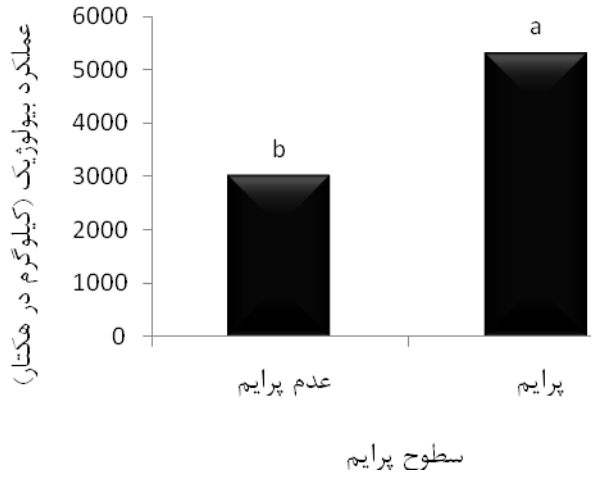


شکل(۴-۱۹). اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد دانه

صفت عملکرد دانه تحت تاثیر معنی‌دار هیچ یک از اثرات متقابل پرایم و گوگرد و پرایم و تلقیح باکتری تیوباسیلوس و اثر متقابل سه گانه تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد و پرایمینگ قرار نگرفت (جدول ۴-۱).

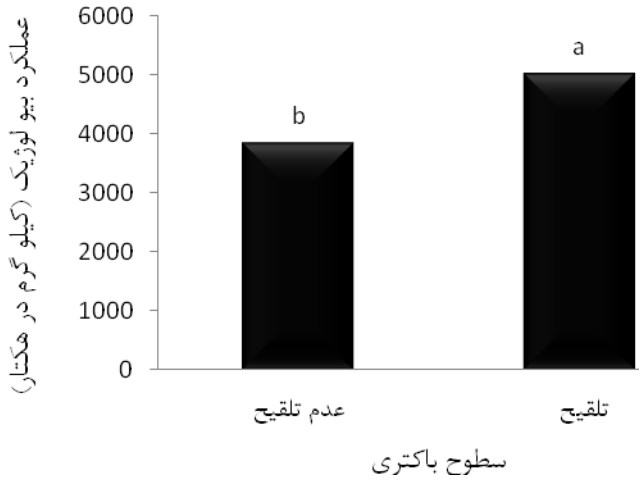
۴-۱-۴- عملکردبیولوژیک

عملکرد بیولوژیک مجموع عملکرد دانه و کل اندام رویشی تولیدی در گیاه بوده که یکی از شاخص-های مهم در بهبود عملکرد می‌باشد. نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار پرایمینگ به میزان ۵۲۹۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار عملکرد بیولوژیک افزایش ۴۳/۱۸ درصدی نسبت به تیمار عدم تلقیح از خود نشان داد (شکل۴-۲۰). افزایش زیست توده گیاهان زراعی (رشید و همکاران، ۲۰۰۶) و ذرت (هریس و همکاران، ۲۰۰۷) بر اثر پرایمینگ گزارش شده است. باستیا و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند در بذور گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) هیدروپرایمینگ شده به همراه تغییر تاریخ کاشت عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. هریس و همکاران (۱۹۹۹) با خیساندن بذور نخود در آب قبل از کشت، افزایش ۵۰ درصد عملکرد دانه را گزارش کردند. 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 می‌شود.



شکل(۴-۲۰). تاثیر پرایمینگ بر روی عملکرد بیولوژیک

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس بر صفت عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسات میانگین این صفت نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار تلقیح شده با باکتری به میزان ۵۲۹۸/۹۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با اعمال این تیمار مقدار عملکرد بیولوژیک افزایش ۴۳/۱۸ درصدی نسبت به تیمار عدم تلقیح از خود نشان داد (شکل۴-۲۱). باکتری تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد موجود در خاک سبب افزایش اسیدیته خاک شده که این افزایش اسیدیته، خود سبب آزاد سازی عناصر مهمی همچون فسفر، آهن، روی، منگنز می‌شود که این عناصر نقش بارزی در افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارند. مصطفویان و همکاران (۱۳۸۶) نیز در آزمایشی نشان دادند که کاربرد باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش عملکرد بیولوژیک سویا نسبت به عدم کاربرد آن شد. الوان و حامد (۲۰۱۱) گزارش دادند استفاده از باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه کاهو شد.



شکل(۴-۲۱). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر عملکردبیولوژیک

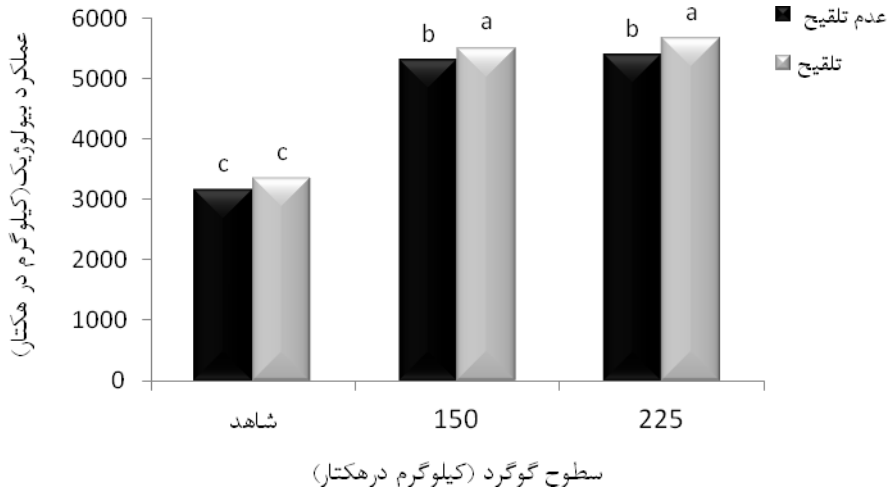
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴-۱) بیانگر تأثیر معنی‌دار مصرف کود گوگرد گرانوله آلی بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد بود. مقایسات میانگین این صفت (شکل۴-۲۲) نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک از تیمار کودی ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار به میزان

۶۸۹۴/۱۶کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با اعمال این تیمار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد ۳۴/۶۵ درصد افزایش یافت. کاربرد گوگرد در خاک سبب افزایش عناصری در خاک می‌شود که به واسطه pH بالاتر از دسترس گیاه خارج شده بودند که این امر سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می شود. افزایش جذب مواد غذایی سبب افزایش رشد ریشه، جذب آب، رشد ساقه، برگ، اندام‌های هوایی و زیرزمینی گردید و در نتیجه تولید ماده خشک کل را افزایش داد. گوگرد و ماده آلی بدلیل تاثیری که بر شرایط شیمیایی خاک نظیر کاهش pH داشته، موجب افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود (ناگل و فریتز، ۱۹۸۳ و ایفدیی و همکاران، ۲۰۱۰). قاسمی و دهقان (۱۳۸۹) گزارش کردند که کاربرد گوگرد موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه آفتابگردان گردید. حسین زاده گشتی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که کاربرد گوگرد عملکرد بیولوژیک را در بادام زمینی نسبت به عدم کاربرد آن افزایش داد. قلی زاده و همکاران (۱۳۸۶) نیز گزارش کردند که کاربرد گوگرد سبب افزایش عملکرد بیولوژیک توتون شد.

شکل(۴-۲۲). تاثیر سطوح گوگرد بر عملکرد بیولوژیک

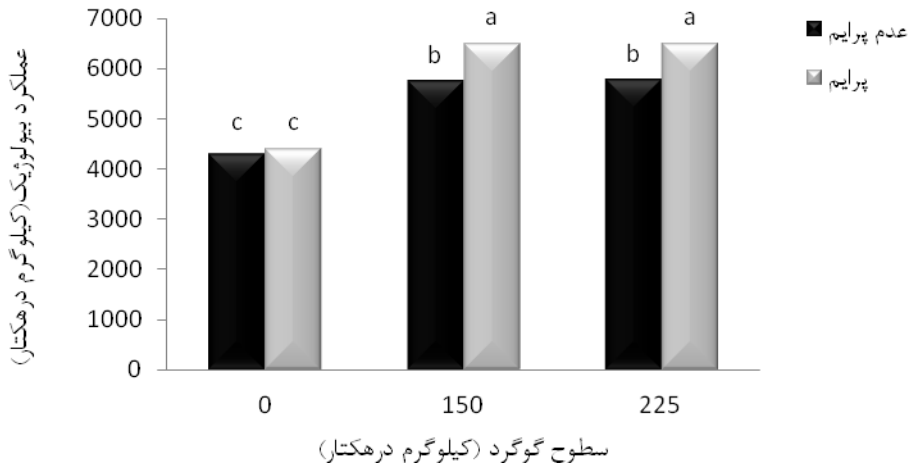
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) نشان داد که اثر متقابل پرایمینگ و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی‌داری نداشت.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) نشان داد که اثر متقابل گوگرد گرانوله آلی و تلقیح باکتری تیوباسیلوس در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین صفت عملکرد بیولوژیک (شکل۴-۲۳) نشان داد که تیمار کاربرد همزمان ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار و تلقیح با باکتری تیوباسیلوس بیشترین عملکرد بیولوژیک را به میزان ۵۶۵۵ کیلوگرم درهکتار نسبت به شاهد داشت. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان این گونه استنباط کرد که کاربرد همزمان گوگرد و باکتری ضمن تامین مقدار گوگرد مورد نیاز گیاه با کاهش موضعی pH خاک سبب افزایش دسترسی گیاه به عناصری می گردد که در pH بالا به صورت نامحلول در آمده و قابل استفاده برای گیاه نیست. مصطفویان و همکاران (۱۳۸۶) نیز تاثیر مثبت کاربرد توام باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله آلی را بر روی گیاه سویا گزارش کردند. الوان و حامد (۲۰۱۱) گزارش دادند که استفاده از گوگرد و باکتری تیوباسیلوس تاثیر مثبتی بر افزایش عملکرد بیولوژیک کاهو داشت. قربانی نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۱) طی آزمایشی بر روی سویا گزارش کردند در صورت کاربرد همزمان گوگرد و کود میکروبی تیوباسیلوس عملکرد بیولوژیک در تمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد و یا تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلوس افزایش یافت.



شکل(۴-۲۳). اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد بیولوژیک

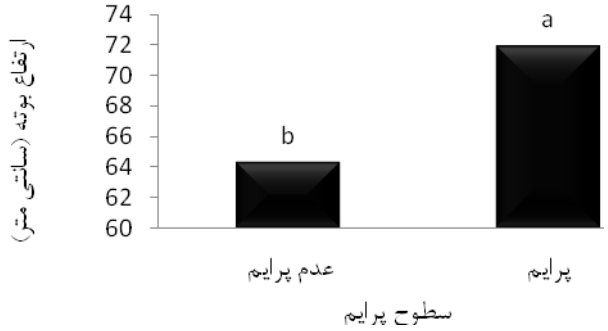
مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر صفت عملکرد بیولوژیک درسطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (شکل ۴-۲۴) نشان داد که تیمار پرایمینگ و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد داشت و عملکرد بیولوژیک را ۶۶/۸۹ درصد افزایش داد. نتایج بدست آمده در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد کاملا مشابه با نتایج سطح گوگردی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط پرایم عدم پرایم بود. چون هم در عملکرد دانه و هم بیولوژیک تفاوت معنی داری بین ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد نبود پس می توان از ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد همراه با تلقیح استفاده کرد.



شکل(۴-۲۴). اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد بر عملکرد بیولوژیک

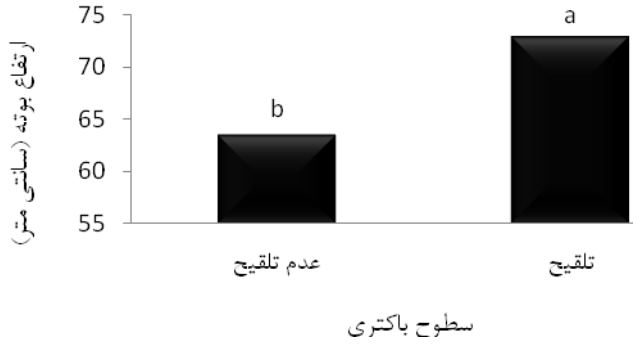
۴-۱-۵-ارتفاع بوته

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۱) اثر پرایمینگ بر ارتفاع بوته در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر پرایمینگ (شکل ۴-۲۵) نشان داد که پرایمینگ سبب افزایش ۱۱/۷۵ درصد ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید.



شکل(۴-۲۵). تاثیر پرایمینگ بر ارتفاع بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) اثر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول۴-۲). مقایسه میانگین (شکل۴-۲۶) نشان داد تلقیح باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش ارتفاع بوته شد. باکتری تیوباسیلوس بااکسیدکردن گوگرد موجود در خاک سبب افزایش اسیدیته خاک شده که این کاهش pH سبب آزادسازی عناصر غذایی می شود و این عناصر نقش بارزی درافزایش فتوسنتز و به طبع افزایش ارتفاع گیاه دارند.



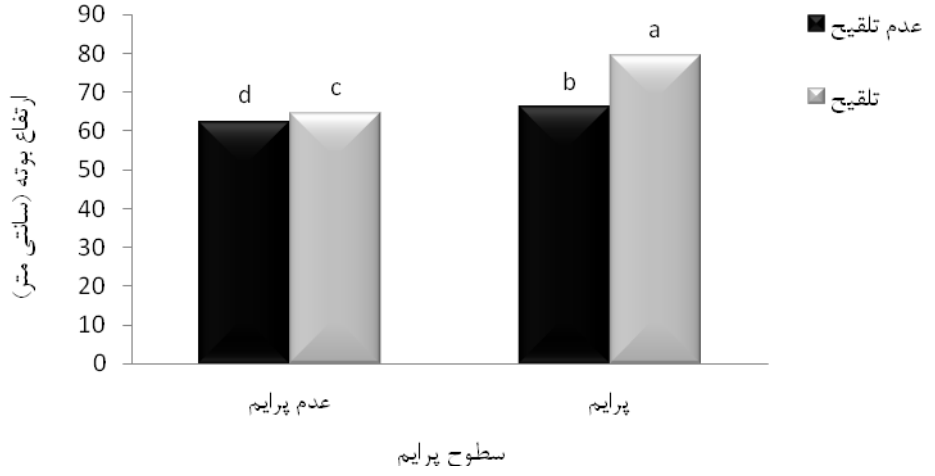
شکل(۴-۲۶). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر گوگرد گرانوله آلی بر ارتفاع بوته در سطح ۱٪ معنی دار گردید. نتایج مقایسات میانگین (شکل۴-۲۷) نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار ۹/۱ سانتی متر ارتفاع بوته را نسبت به شاهد افزایش داد و در بین سطوح گوگرد گرانوله آلی مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از ۲۲۵ کیلوگرم در افزایش ارتفاع موثر بود. علت این امر

شاید بخاطر عدم اکسایش کم گوگرد باشد. اسیدسولفوریک حاصل از اکسیداسیون گوگرد، با فسفات خاک واکنش داده و تولید مواد محلول تری مانند دی و منوکلسیم فسفات می‌کند و جذب فسفات افزایش می‌یابد. با توجه به این مطلب و با عنایت به روابط بین عناصر و خود تنظیمی گیاه برای حفظ شیب غلظت برای جذب آب و املاح، هنگامی که جذب یک عنصر افزایش می‌یابد، عناصر دیگر و یا جایگزین‌های آنها نیز بیشتر جذب می‌شوند، بنابراین با جذب بیشتر فسفر، نیتروژن و پتاسیم جذب سایر عناصر نیز افزایش یافته و در نتیجه میزان ساخت و تجمع ماده خشک بیشتر می‌شود (گودرزی، ۱۳۸۹و نجف زاده و همکاران، ۱۳۸۷).

شکل(۴-۲۷). تاثیر گوگرد بر ارتفاع بوته

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) اثر متقابل پرایمینگ و کاربرد باکتری تیوباسیلوس در سطح ۱ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد. مقایسه میانگین صفت ارتفاع بوته (شکل۴-۲۸) نشان داد که کاربرد باکتری تیوباسیلوس برای بذور پرایم شده، سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید.

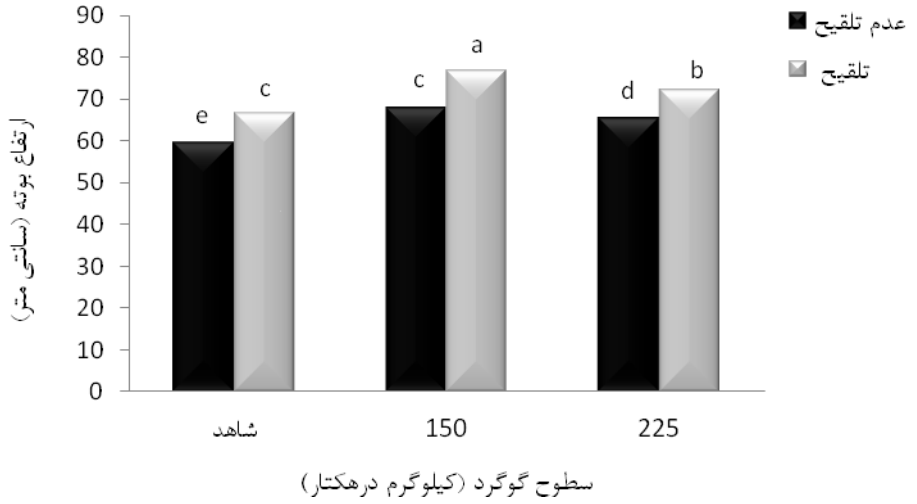


شکل(۴-۲۸). اثر متقابل پرایمینگ و باکتری تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثرات متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار نشد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد که اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله آلی در سطح ۱ درصد بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شد. مقایسات میانگین صفت ارتفاع بوته (شکل۴-۲۹) نشان داد که کاربرد همزمان باکتری تیوباسیلوس به همراه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار بطور معنی داری ارتفاع بوته را افزایش داد. ولی مصرف بیشتر گوگرد گرانوله آلی (۲۲۵کیلوگرم درهکتار) کمتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در افزایش ارتفاع بوته موثر بود. گزارشها بیانگر آن است که افزایش گوگرد عنصری، تاثیر چندانی بر تولید سولفات قابل جذب گیاهان ندارد که علت آن احتمالاً کم بودن فعالیت میکروبی خاک است (نیکولسن، ۱۹۷۰). درحالیکه اکثر خاکها دارای جمعیت مناسبی از تیوباسیلوس‌های اکسید کننده گوگردند، برخی دیگراز خاکها، فاقد جمعیت کافی از این جنس هستند، ولی حتی چنین خاکهایی دارای جمعیت مناسبی از میکروارگانیسمهای هتروتروف اکسید کننده گوگرد می باشند که باافزایش توام گوگرد و ماده آلی و یا تلقیح باکتری تیوباسیلوس، می توان به اکسایش مناسب گوگرد در خاک و در نتیجه کاهش pH امیدوار بود. لازم به

ذکر است که کاهش ۰/۲ واحد pH در کل خاک بیانگر کاهش بیشتر pH خاک در جایگاههای میکروسکوپی محل فعالیت میکرو ارگانیسمها است. کاهش pH در درصد کمی از کل خاک نیز می تواند برای حل مشکلات تغذیه ای گیاهان کافی باشد (کلباسی و همکاران، ۱۹۸۶). باتوجه به اینکه در حال حاضر مایه تلقیح تیوباسیلوس در کشورما، به مرحله تولید انبوه رسیده است توصیه می‌شود در ابتدا به خاکها گوگرد (در صورت امکان گوگرد گرانوله آلی یا گوگرد و ماده آلی) اضافه گردد تا جمعیت میکروارگانیسم‌های بومی اکسید کننده گوگرد افزایش یابد. از آنجا که گوگرد گرانوله آلی دارای خواصی مشابه ورمی کمپوست می باشد لذا با ایجاد شرایط مطلوب رطوبتی و میکروبی و گوگرد با کاهش pH شرایط را برای جذب بیشتر عناصر و رشد مطلوب فراهم نموده و از طرفی با افزایش ارتفاع و ذخیره ساقه، وزن دانه و عملکرد دانه نیز به دلیل افزایش سهم انتقال مجدد در زمان پر شدن دانه‌ها افزایش می‌یابد (گودرزی، ۱۳۸۹؛ نجف زاده و همکاران، ۱۳۷۸).



شکل(۴-۲۹). اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر متقابل باکتری تیو باسیلوس و گوگرد گرانوله آلی و پرایمینگ بر صفت ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین نشان داد که تیمار پرایمینگ و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار و تلقیح باکتری تیوباسیلوس با

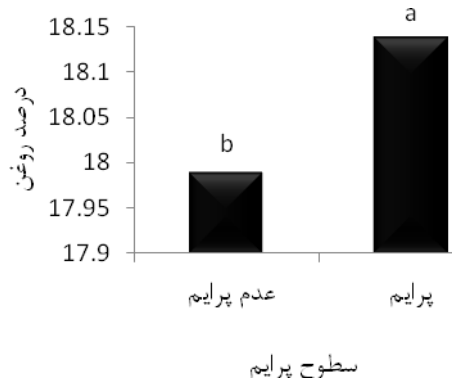
ارتفاع ۸۳/۳ سانتی‌متر برترین تیمار و شاهد با ارتفاع ۵۷ سانتی متر دارای کمترین ارتفاع بود (جدول۴-۶). بنابراین این طور می‌توان گفت وجود مواد آلی در گوگرد گرانوله آلی و از طرفی وجود گوگرد در این کود و کاربرد باکتری تیوباسیلوس به همراه تیمار پرایمینگ تاثیر بسزایی در افزایش جذب مواد غذایی از خاک داشته و باعث افزایش سرعت جوانه زنی و طول ریشه شده و جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهد. مواد آلی در خاک، اثرات مختلفی بر pH دارد. برخی مشاهدات نشان می - هد که افزودن ماده آلی به خاک، باعث افزایش اکسیداسیون گوگرد می‌شود (جانزن و بتانی، ۱۹۸۷). لیپمن و همکاران (۱۹۸۷) دریافتند که اکسایش گوگرد، در خاکهای غنی از مواد آلی بیشتر است. بروان و کلوک (۱۹۸۷) متوجه شدند که موادآلی، کود دامی و کود سبز، باعث افزایش اکسیداسیون گوگرد می‌شود (کانوپکاو همکاران، ۱۹۸۶).

جدول (۴-۶). مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر ارتفاع بوته (سانتی متر)

عدم مصرف گوگرد	عدم تلقیح	عدم پرایم	d	۵۷
		پرایمینگ	bc	۶۷/۹
	تلقیح	عدم پرایم	d	۶۲/۲
		پرایمینگ	cd	۶۲/۵
۱۵۰ کیلوگرم	عدم تلقیح	عدم پرایم	cd	۶۷/۸
		پرایمینگ	b	۶۷/۸
	تلقیح	عدم پرایم	d	۵۷/۴
		پرایمینگ	bc	۷۴/۹
۲۲۵ کیلوگرم	عدم تلقیح	عدم پرایم	d	۶۱/۳
		پرایمینگ	b	۷۶/۱
	تلقیح	عدم پرایم	b	۷۸/۶
		پرایمینگ	a	۸۳/۳

۴-۱-۶ درصد روغن

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) درصد روغن دانـه متـاثر از کـاربرد پرایمینـگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین پرایمینگ (شکل ۴-۳۰) نشان داد که پرایمینگ سـبب افزایش ۰/۱۴۱درصدی، درصد روغن نسبت به تیمار عدم پرایم شد.



شکل(۴-۳۰)- تاثیر پرایمینگ بر صفت درصد روغن دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس(۴-۲)نشان داد که اثر تلقیح با باکتری تیوباسیلوس بر صـفت درصـد روغن در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین (شکل ۴-۳۱) نشـان داد کـه کـاربرد بـاکتری تیوباسیلوس سبب افزایش ۰/۷۵۲ درصد روغن دانه نسبت به عدم کاربرد آن گردید.

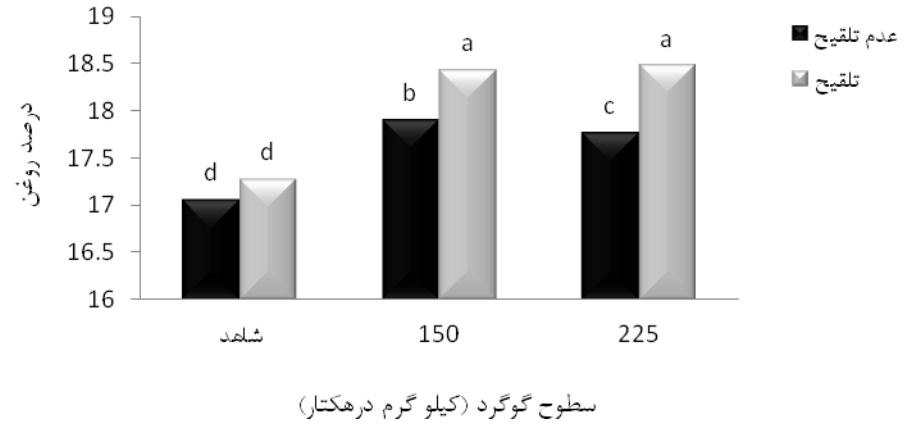
شکل(۴-۳۱)- تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد روغن دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۲) نشان داد که تاثیر گوگرد گرانوله بر صفت درصد روغن در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و نتایج مقایسه میانگین (شکل ۴-۳۲) نشان داد که بیشترین درصد روغن دانه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد گرانوله بدست آمد که نسبت به شاهد ۰/۳۸۵ ٪، افزایش داشت. گوگرد نقش مهمی در ترکیب شیمیایی دانه ایفا میکند و درصد روغن را افزایش می-دهد (چاودری و همکاران، ۱۹۹۲). اغلب خاکهای زراعی ایران به دلایل متعددی از قبیل قلیایی بودن، کمبود مواد آلی و حلالیت کم عناصر ریز مغذی، دچار کمبودآهن، روی و منگنز می باشند. از طرفی دانه های روغنی نیاز بالایی به عناصر ریز مغذی به ویژه آهن، منگنز، بور و روی دارند (ملکوتی و تهرانی، ۲۰۰۱). به این ترتیب کاربرد گوگرد می‌تواند از طریق بهبود اسیدیته خاک در محیط ریشه گیاه، نقش مهمی در فراهمی و جذب عناصر ریز مغذی ایفا می‌کند. گوگرد یکی از اجزای ساختمانی اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین می‌باشد و در سنتز پروتئینها و آنزیمها نقش اساسی دارد بنابراین کمبود گوگرد میتواند عملکرد و کیفیت محصول کلزا را تحت تأثیر قرار دهد (شرر، ۲۰۰۱). نقش گوگرد در گیاهان، به طور عمده ساخت پروتئین و روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است و به همین دلیل عنصر بسیار مهم برای دانه‌های روغنی می‌باشد. در تحقیقی باو (۱۹۹۸) گزارش کرد عملکرد محصولات روغنی با افزایش مقدار گوگرد تا حدی به طور خطی افزایش می‌یابد. اصغرملیک و همکاران (۲۰۰۴) نیز دلیل افزایش درصد روغن در اثر کاربرد مصرف گوگرد را نقش مهم گوگرد در بسیاری از اسیدهای چرب و نیاز به این عنصر برای سنتز دیگر متابولیت های حاوی کو آنزیم آ، ویتامین ب، اسید لیپوئیک و سولفولیپیدها دانستند. بسیاری از محققان نیز اظهار داشتند که تامین مقدار مناسب گوگرد، سنتز روغن دانه کلزا را افزایش داد (پورویماس و همکاران، ۱۹۹۳و سارکر و همکاران، ۲۰۰۲ واحمد و همکاران، ۲۰۰۷و راوی و همکاران، ۲۰۰۸ و بهمنیار و کاظمی، ۲۰۱۰). گوگرد و مواد آلی بدلیل تاثیری که بر شرایط شیمیایی خاک نظیر کاهش pH داشته، موجب افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی توسط گیاه می‌گردد (ناگل و فرینز، ۱۹۸۳و ایفدبی و همکاران،۲۰۱۰).

شکل(۴-۳۲). تاثیر سطوح گوگرد بر صفت درصد روغن دانه

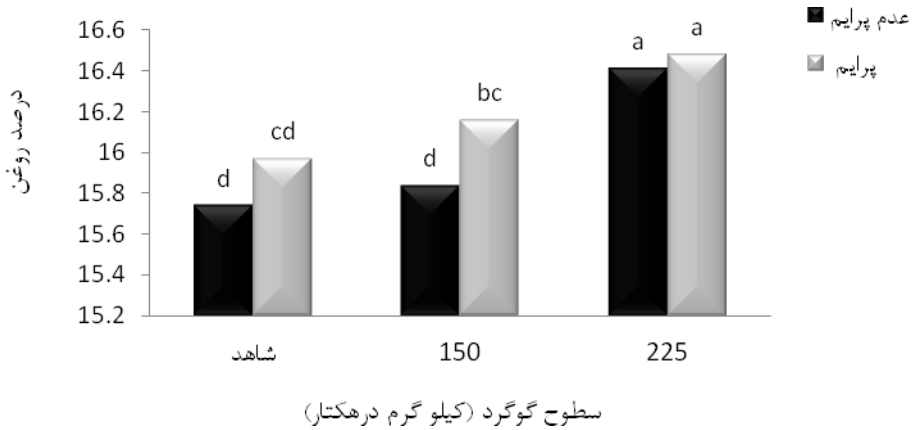
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر پرایمینگ و گوگرد بر صفت درصد روغن معنی‌دار نبود.

مطابق جدول تجزیه واریانس (۴-۲) اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله آلی در سطح ۱ درصد بر صفت درصد روغن معنی‌دار بود و این افزایش معادل ۱/۴۲ درصد است. مقایسه میانگین صفت درصد روغن (شکل۴-۳۳) نشان داد که کاربرد باکتری تیوباسیلوس با مصرف ۱۵۰ و ۲۵۵ کیلوگرم در هکتار نقش مهمی در بالابردن درصد روغن داشت هر چند که بین دو تیمار ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار اختلافی به لحاظ آماری وجود نداشت. محنت کش (۱۳۸۲) به منظور بررسی مصرف گوگرد و تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد کمی و کیفی کلزا در شهرکرد آزمایشی به مدت دو سال انجام داد. او نشان داد که مصرف گوگرد به همراه تیوباسیلوس تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه گردید ولی از لحاظ درصد روغن بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. رضوی پور و صبوری (۱۳۸۲) گزارش کردند که استفاده از کود گوگرد چه به شکل پودری و چه به شکل پودری تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس در افزایش ارتفاع ساقه، عملکرد دانه و درصد روغن کلزا نقش موثری دارد. از آنجا که فرایند اکسایش گوگرد بیولوژیک محسوب می-شود (تات، ۲۰۰۰) تحقق این شرط مستلزم وجود جمعیت بالایی از میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد عنصری است، که باکتری تیوباسیلوس از موثرترین انواع آنها هستند.



شکل(۴-۳۳)-اثر متقابل باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر صفت درصد روغن دانه

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد که اثرات متقابل پرایمینگ و مصرف کود گوگرد بر صفت درصد روغن در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل۴-۳۴) نشان داد که بیشترین درصد روغن از تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار و پرایمینگ بذر به میزان ۱۶/۴۸ درصد بدست آمد که ۱/۰۴ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار در شرایط پرایم بذر و عدم پرایم بذر اختلاف معنی داری به لحاظ آماری وجود نداشت.



شکل(۴-۳۴). اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد بر صفت درصد روغن دانه

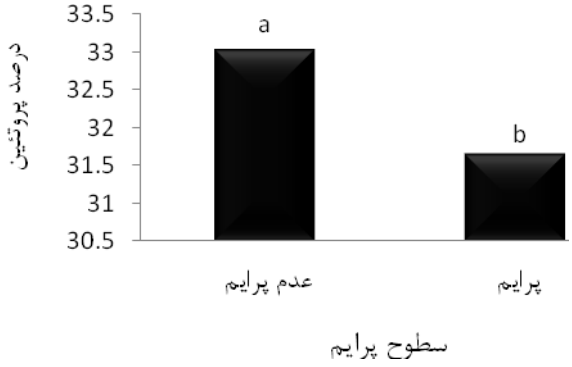
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) اثر متقابل سه جانبه تلقیح باکتری تیو باسیلوس و گوگرد گرانوله آلی و پرایمینگ بر صفت درصد روغن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین این تیمار (جدول۴-۷) نشان داد که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار و تلقیح باکتری و پرایمینگ بذر با تولید ۲۱/۱۳ درصد بالاترین میزان روغن و تیمار شاهد با تولید ۱۷/۷ درصد کمترین درصد روغن را نشان داد.

جدول(۴-۷)- مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ بر درصد روغن

عدم مصرف گوگرد	عدم تلقیح	عدم پرایم	e	۱۷/۷
		پرایمینگ	de	۱۷/۹
	تلقیح	عدم پرایم	cde	۱۸/۲۵
		پرایمینگ	cd	۱۸/۹۸
۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	bcd	۱۹/۴۳
		پرایمینگ	bcd	۱۹/۴۸
	تلقیح	عدم پرایم	abcd	۱۹/۷۵
		پرایمینگ	bcd	۲۰/۳۵
۲۲۵ کیلوگرم گوگردگرانوله آلی در هکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	abc	۲۰/۹
		پرایمینگ	ab	۲۱
	تلقیح	عدم پرایم	a	۲۱/۰۶
		پرایمینگ	a	۲۱/۱۳

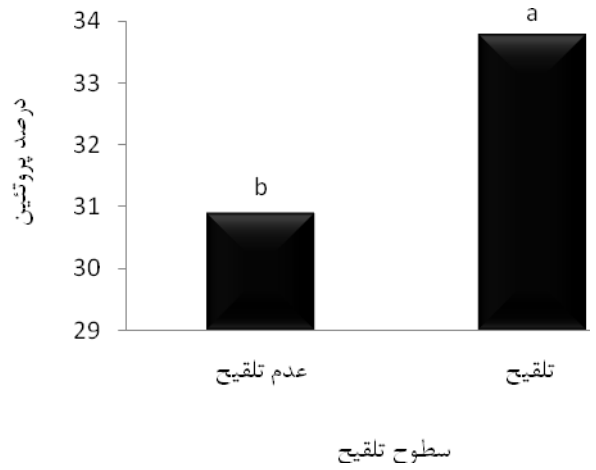
۴-۱-۷ درصد پروتئین

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) درصد پروتئین دانه در سطح ۱٪ تحت تاثیر پرایمینگ قرار گرفت. مقایسه میانگین (شکل۴-۳۵) نشان داد که پرایم تاثیر مثبتی بر درصد پروتئین دانه نداشت و حتی باعث کاهش آن گردید و بذور غیر پرایم بیشترین درصد پروتئین دانه را داشتند.



شکل(۴-۳۵)- تاثیر پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین دانه

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر کاربرد باکتری تیوباسیلوس در سطح ۱٪ بر صفت درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد. تلقیح با باکتری تیوباسیلوس ۲/۸۹٪، درصد پروتئین دانه را نسبت به عدم تلقیح (شاهد) افزایش داد(شکل۴-۳۶)



شکل(۴-۳۶). تاثیر تلقیح باکتری بر صفت درصد پروتئین دانه

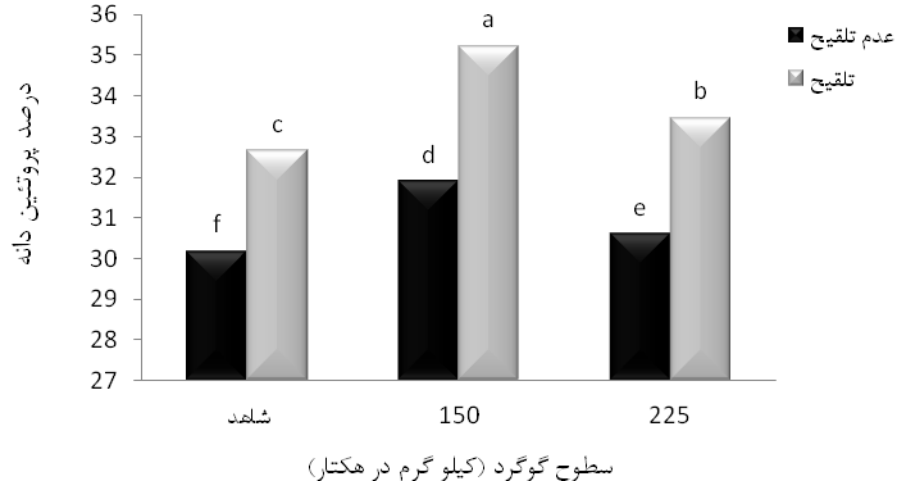
مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۲) سطوح مختلف گوگرد گرانوله آلی اثر معنی داری بر صفت درصد پروتئین دانه در سطح ۵ درصد داشت. مقایسه میانگین (شکل۴-۳۷) نشان داد که پروتئین دانه در اثر مصرف گوگرد افزایش یافت ولی مصرف معادل ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار این صفت را کاهش داد و بیشترین درصد پروتئین دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار

بدست آمد که ۲/۱۴۳٪، میزان پروتئین نسبت به شاهد افزایش یافت. عدم تاثیر مصرف بیشتر گوگرد بر این صفت، شاید بخاطر عدم اکسیداسیون گوگرد گرانوله آلی باشد.

شکل(۴-۳۷). تاثیر گوگرد بر صفت درصد پروتئین دانه

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر متقابل پرایمینگ و تلقیح باکتری تیوباسیلوس و همچنین اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر صفت درصد پروتئین دانه معنی‌دار نبود.

اثر متقابل گوگرد گرانوله آلی و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین (شکل ۴-۳۸) نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار به همراه تلقیح باکتری تیوباسیلوس ۵/۰۵٪، درصد پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش داد و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد درصد پروتئین را ۳/۲۷۵٪ نسبت به شاهد افزایش داد. کارایی گوگرد در آزادسازی عناصر غذایی به عوامل متعددی از جمله وجود شرایط لازم برای اکسیداسیون بیولوژیک آن، مقدار گوگرد مصرف شده و ظرفیت بافری خاک دارد.



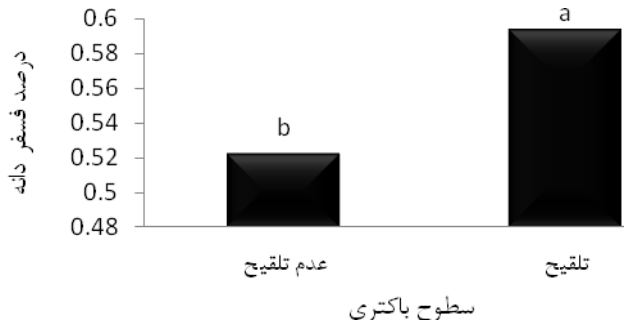
شکل(۴-۳۸). اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر صفت درصد پروتئین دانه

۴-۱-۸- درصد فسفر دانه

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) پرایمینگ اثر معنی داری بر صفت درصد فسفر دانه نداشت.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد که کاربرد باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد فسفر دانه در سطح ۱٪ معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۴-۳۹) نشان داد که با کاربرد باکتری تیوباسیلوس میزان درصد فسفر دانه نسبت به عدم کاربرد آن ۱۳/۶ درصد افزایش یافت. در خاک میکروارگانیسم هایی وجود دارند که با تولید متابولیت‌های اولیه و ترشح در خاک قادرند روی کانی های معدنی و ترکیبات آلی فسفاته اثر گذاشته موجب آزادسازی فسفر و حل شدن آن در محلول خاک گردند (طباطابی، ۱۳۸۶). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس از مهمترین و رایج‌ترین انواع باکتری-های اکسید کننده گوگرد در خاکهای زراعی می‌باشد. روش اصلی تغذیه این باکتری‌های شیمیولیتوتروفی است و از اکسایش گوگرد، انرژی لازم برای فعالیت‌های حیاتی را کسب می کنند. اسیدسولفوریک حاصل از اکسایش گوگرد، موجب حلالیت ترکیبات فسفاتی نا محلول

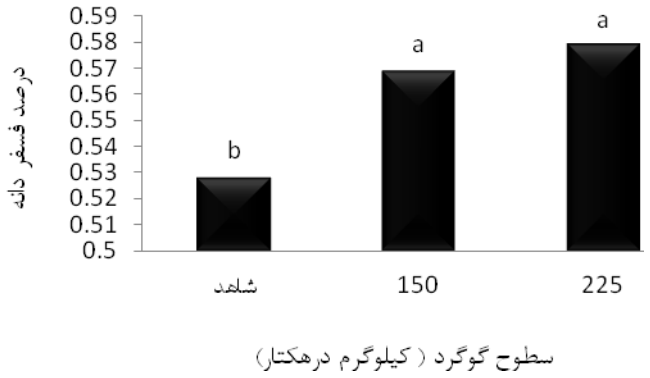
میگردد (ایدمان، ۱۹۹۴) همچنین میکروارگانیسم های خاکزی با استفاده از منـابع کربنـه ترکیبـات آلی حاوی فسفر، موجب معدنی شدن فسفر آلی می‌گردند. معمـولاً فراینـد معـدنی شـدن بـه کمـک واکنش‌های آنزیمی صورت می‌گیرد. معروفترین آنزیم‌های موثر روی این ترکیبات فسـفاتازها هسـتند که بیشتر به دو صورت فسفاتاز اسیدی و قلیایی وجود دارند. فسفری که از فرآیندهای فوق آزاد مـی-گردد به صورت‌های مختلف توسط میکروارگانیسم‌های دیگر و گیاهـان مصـرف مـی‌گـردد (جـانزن و کوسی، ۱۹۸۹).



شکل(۴-۳۹). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد فسفر دانه

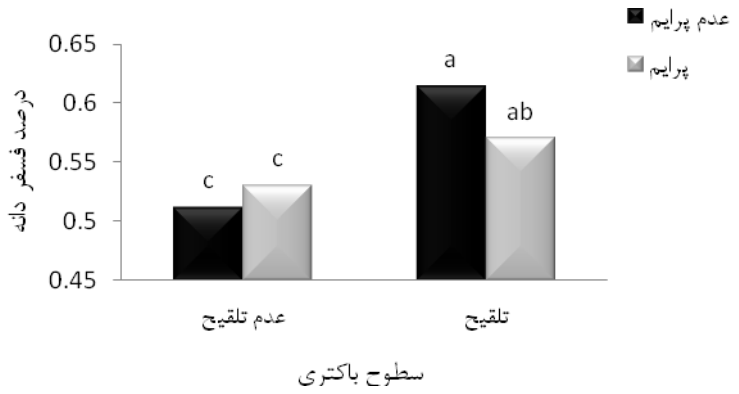
مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) صفت میزان فسفر دانه تحت تـاثیر مصـرف کـود گوگرد گرانوله در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. مقایسات میانگین این صفت (شکل ۴-۴۰) نشان داد درصد فسفر دانه نسبت به شاهد (عدم کاربرد) افزایش معنی داری یافت. از بـین سـطوح گـوگردی اسـتفاده شده مصرف ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌دار با هم نداشت. ولی مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار ۹/۶۵، درصد فسفر دانه را نسبت به شاهد افزایش داد. در بررسی انجام گرفتـه بوسـیله رزا و همکاران (۱۹۸۹) کاربرد گوگرد همراه با باکتری تیوباسیلوس باعث افزایش فراهمی فسفر از خاک شد. باکتری‌های تیوباسیلوس گوگرد را به اسید سولفوریک تبدیل نمود. افزایش فسـفر در خـاک بـه علـت اسیدی شدن موضعی و کاهش pH در خاک می باشد. مصرف بهینه گوگرد مـی توانـد در خـاک‌هـای آهکی منجر به افزایش میزان فسفر قابل جذب خاک و جذب آن توسط گیاه گردد ولی مصرف بیش از

اندازه گوگرد با تبدیل مقدار زیادی از کربنات کلسیم خاک به گچ باعث افزایش شوری خاک و غلظت بالای یون کلسیم در محلول خاک شود. غلظت بالای یون کلسیم در محلول خاک نیز با تبدیل یـون-های فسفات به صورت فسفات‌های مختلف کلسیم منجر به کاهش غلظت فسـفر قابـل جـذب خـاک می‌گردد. بنابراین تعیین مقدار گوگرد مورد نیاز به منظور اجتنـاب از بـه هـم خـوردن تعـادل عناصـر غذایی در خاک امری لازم و ضروری است.



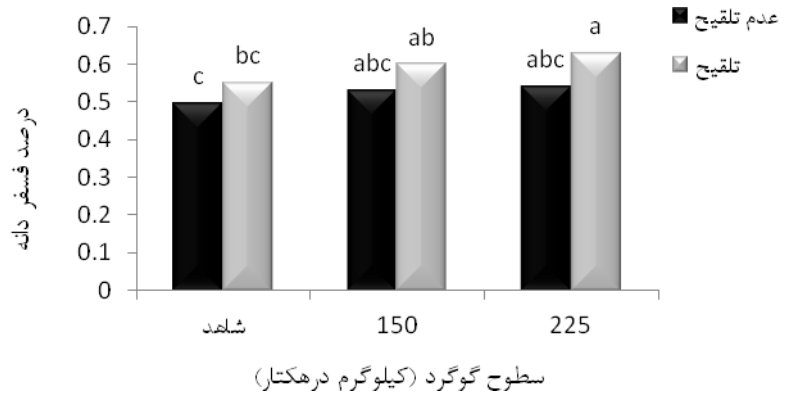
شکل(۴-۴۰). تاثیر سطوح گوگرد بر درصد فسفر دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) نشان داد اثر متقابل پرایمینگ و باکتری تیوباسیلوس بـر صفت درصد فسفر دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسات میانگین (شـکل ۴-۴۱) نشـان داد که تیمار تلقیح باکتری تیوباسیلوس چه در تیمار پرایم و چه در تیمار عدم پرایم بیشترین درصـد فسفر دانه را تولید نمودهر چند که این دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنـی‌داری نداشـت. تیمـار بـذور پرایم نشده وتلقیح باکتری تیوباسیلوس ۱۹/۹۲٪ نسبت به شاهد در افزایش درصد فسـفر دانـه تـاثیر گذار بود. جذب عناصر غذایی غیر متحرک در خاک مانند فسفر، روی و مس بر سـرعت رشـد ریشـه، رشد طولی ریشه و سرعت جذب توسط ریشه گیاه موثر هسـتند (بـولان، ۱۹۹۹؛ لـی و همکـاران،b، ۱۹۹۱).



شکل(۴-۴۱). تاثیر سطوح گوگرد بر درصد فسفر دانه

مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۲) اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و مصرف کود گوگرد گرانوله آلی بر صفت درصد فسفر دانه سویا در سطح ۱ درصد معنی دار شد. مقایسات میانگین درصد فسفر دانه (شکل۴-۴۲) نشان داد که تیمار تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس و مصرف ۲۲۵کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار درصد فسفر دانه را ۲۰/۹۸ درصد و همچنین تیمار تلقیح بذر با باکتری تیو باسیلوس و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار درصد فسفر دانه را ۱۷/۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج نشان داد که مصرف کود گوگرد همراه با تلقیح بذر با کاهش pH خاک باعث افزایش قابلیت جذب برخی عناصر مانند فسفر می‌گردد به طبع آن مقدار جذب این عنصر در بخش‌های هوایی و دانه نیز افزایش می‌یابد.

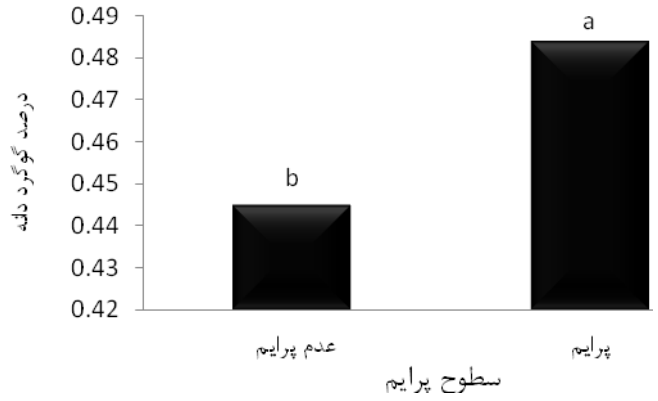


شکل(۴-۴۲). اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد فسفر دانه

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی و اثرات سه گانه پرایمینگ و تلقیح باکتری تیوباسیلوس و کود گوگرد گرانوله آلی بر صفت درصد فسفر دانه معنی دار نشد.

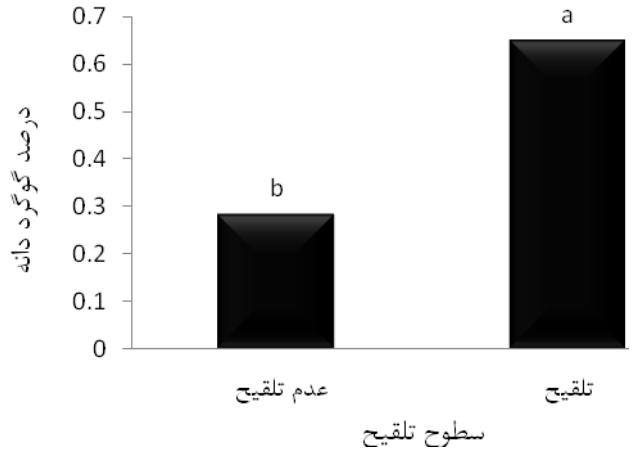
۴-۱-۹ درصد گوگرد دانه

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) صفت درصد گوگرد دانه تحت تاثیر معنی‌دار تیمار پرایمینگ در سطح ۱٪ قرار گرفت. مقایسات میانگین این صفت (شکل۴-۴۳) نشان داد که پرایمینگ سبب افزایش معنی دار درصد گوگرد دانه نسبت به شاهد (عدم پرایم) گردید. با توجه به نتایج حاصل شده پرایمینگ ۸/۰۵، درصد گوگرد دانه را نسبت به شاهد افزایش داد.



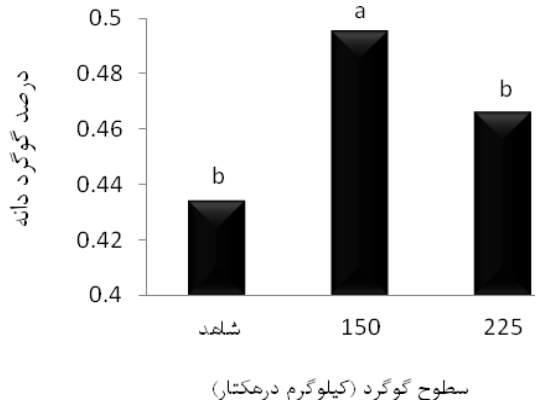
شکل(۴-۴۳): تاثیر پرایمینگ بر روی درصد گوگرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۲) نشان داد که کاربرد باکتری تیوباسیلوس بر میزان گوگرد دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج مقایسات میانگین (شکل۴-۴۴) نشان داد که با کاربرد باکتری تیوباسیلوس میزان گوگرد دانه نسبت به عدم کاربرد آن افزایش داشت و ۵۴/۴۸ درصد این صفت نسبت به شاهد افزایش داد. باکتری تیوباسیلوس نیز با افزایش گوگرد قابل جذب موجود در خاک سبب افزایش دسترسی گیاه به گوگرد و جذب بیشتر آن می‌شود.



شکل(۴-۴۴). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر روی درصد گوگرد دانه

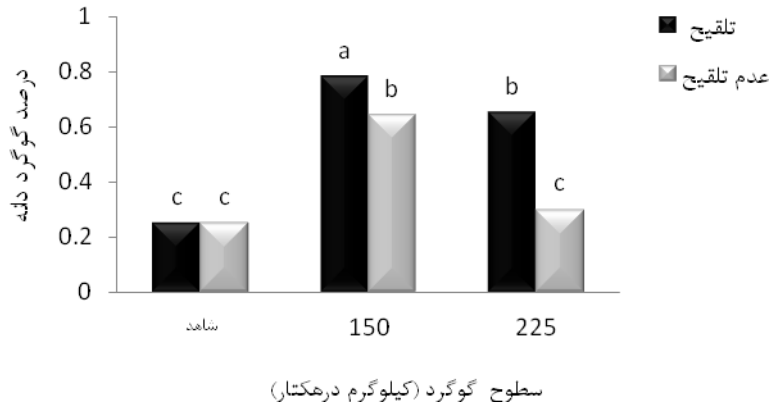
مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (۴-۲) اثر تیمار گوگرد بر صفت درصد گوگرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسات میانگین این صفت (شکل۴-۴۵) نشان داد کاربرد گوگرد سبب افزایش میزان درصد گوگرد دانه نسبت به شاهد گردید. کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد اثر بیشتری از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار در افزایش درصد گوگرد دانه داشت. بطوریکه میزان افزایش در این سطح نسبت به ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار ۶/۸۶ درصد و نسبت به شاهد ۱۲/۳۲ درصد بود.



شکل(۴-۴۵). تاثیر سطوح گوگرد بردرصد گوگرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) نشان داد اثر متقابل گوگرد گرانوله آلی و باکتری تیوباسیلوس بر صفت درصد گوگرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسات

میانگین (شکل ۴-۴۶)نشان داد که بیشترین درصد گوگرد دانه با کاربرد ۱۵۰ کیلـوگرم در هکتـار و استفاده از باکتری تیوباسیلوس نسبت به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار و شاهد بدست آمد. تیمار مصـرف ۱۵۰ کیلـوگرم گـوگرد گرانولـه آلـی در هکتـار همـراه بـا تلقـیح بـاکتری تیوباسیلوس به میزان ۰/۷۸ درصد گوگرد دانه را نسبت به مصـرف ۲۲۵ کیلـو گـرم در هکتـار و بـه میزان۰/۶۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد تـوام گـوگرد و بـاکتری تیوباسـیلوس بـا تـاثیر مستقیم بر روی اکسیداسیون گوگرد و افزایش میزان سولفات در دسترس گیـاه سـبب جـذب بیشـتر سولفات در گیاه شده و میزان تجمع گوگرد دانه را افزایش می‌دهد. مـی‌تـوان گفـت وجـود درصـدی گوگرد و یا وجود باکتری‌های تیوباسیلوس می‌تواند تا حدی در افزایش درصد گوگرد دانه تـاثیر گـذار باشد. همچنین از آنجا که سویا جزو گیاهان روغنی محسوب می‌شود درصد بیشتری از گـوگرد جـذب شده در گیاه صرف ساخت و تولید اسیدهای چرب در دانه‌های سویا مـی‌شـود. گـوگرد در سـاختمان آنزیم نیتروژناز نقش داشته و از طریق تاثیر بر متابولیسـم گیـاه میزبـان موجـب افـزایش جـذب ازت مولکولی توسط گره های ریشه‌ای و همچنین افزایش روغن در لگوم‌های روغنی (نظیر سویا) می‌گردد (یادگاری، ۲۰۰۱). شاهسونی واردلان (۱۳۸۶) گزارش کردند که کـاربرد همزمـان گـوگرد و بـاکتری تیوباسیلوس سبب افزایش میزان گوگرد در دانه گندم شد. نیک نیایی (۱۳۸۶) نیز گزارش داد کـاربرد توام گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش میزان گوگرد و نیز افـزایش کیفیـت نـانوایی دانه شد. بیشترین میـزان گـوگرد در دانـه در اثـر کـاربرد ۶۰۰ کیلـوگرم گـوگرد در هکتـار و تلقـیح تیوباسیلوس نسبت به شاهد در گیاه بدست آمد (سلسبیلی،۱۳۸۹).

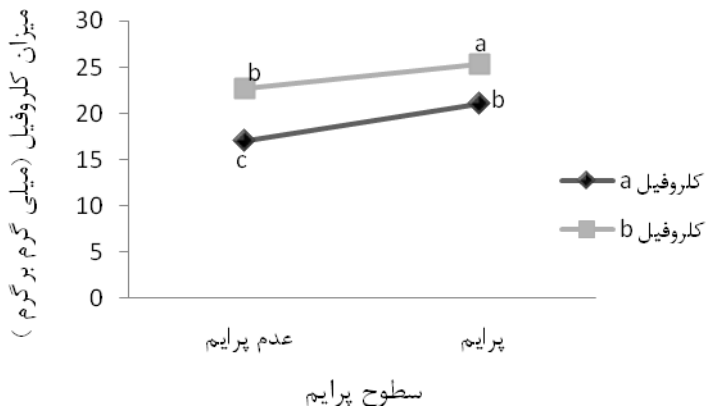


شکل(۴-۴۶). اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر درصد گوگرد دانه

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) اثر متقابل پرایمینگ و باکتری تیوباسیلوس و هچنین اثر متقابل پرایمینگ و گوگرد و اثرات سه گانه بر درصد گوگرد دانه معنی‌دار نشد.

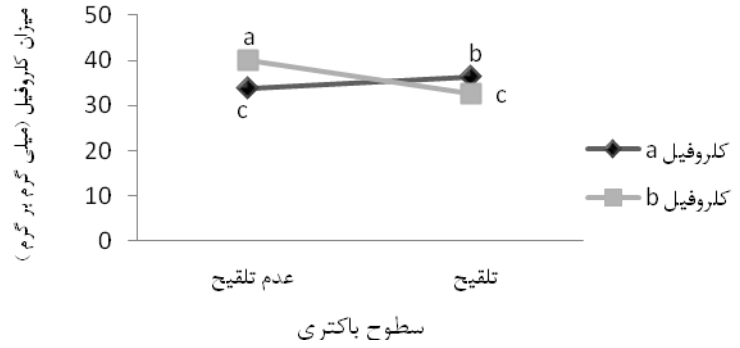
۴-۱-۱۰ کلروفیل برگ

مولکول کلروفیل با دریافت انرژی خورشید و تبدیل آن به انرژی شیمیایی نقش اساسی در فرآیند فتوسنتز دارد. هر گونه تغییرات در مقدار و یا نسبت آن ها (a/b) می تواند با تاثیر بر تولید مواد فتوسنتزی باعث تغییراتی در عملکرد دانه گیاهان زراعی شود. گوگرد بر میزان کلروفیل تاثیر مهم و به سزایی دارد. نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) نشان داد تیمار پرایمینگ اثر معنی‌داری بر صفت کلروفیل برگ در سطح ۱ درصد داشت. مقایسات میانگین ها (شکل۴-۴۷) نشان داد که در تیمار پرایمینگ میزان کلروفیل b معادل ۲۱/۰۹ و میزان کلروفیل a ۲۵/۳۷ میلی گرم برگرم بود که کلروفیل a ۴/۸۹ درصد وکلروفیل b ۱۰/۶۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. پرایمینگ کلروفیل b را نسبت به کلروفیلa بیشتر تحت تاقیر قرار داد. بر اساس نتایج رویو سریواتاوا (۲۰۰۰) هیدرو پرایمینگ بذر می‌تواند محتوی کل کلروفیل و میزان فتوسنتز را افزایش دهد.



شکل(۴-۴۷): تاثیر پرایمینگ بر میزان کلروفیل a وb

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) نشان داد تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس اثر معنی‌داری بر صفت کلروفیل برگ در سطح ۱ درصد بر مقدار کلروفیل a و b دارد. مقایسات میانگین‌ها (شکل۴-۴۸) نشان داد که در تیمار تلقیح با باکتری تیوباسیلوس میزان کلروفیل a ۲۳/۰۸ میلی گرم بر گرم بود که ۱۳/۳۴ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس ۲۶/۸ میلی گرم بر گرم کلروفیل b بدست آمد که ۰/۷۵ درصد نسبت به عدم تلقیح بیشتر بود. می توان گفت که باکتری تیوباسیلوس بر آزادسازی بیشتر عناصر غذایی که در ساختمان کلروفیل b نقش دارند، تاثیرگذار بود.



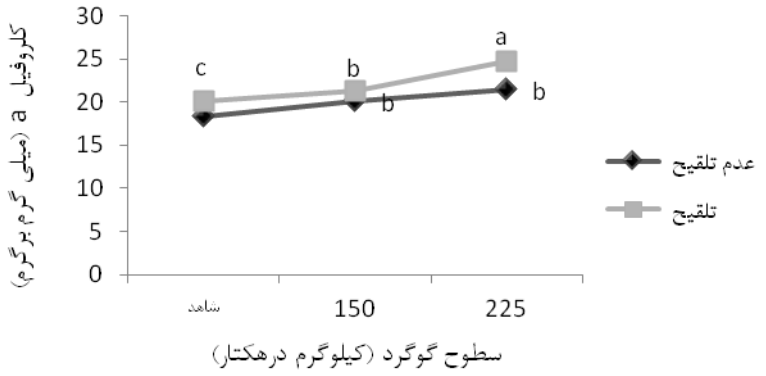
شکل(۴-۴۸). تاثیر تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر میزان کلروفیل a و b

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۴-۳) کاربرد کود گوگرد گرانوله آلی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسات میانگین‌ها نشان داد (شکل۴-۴۹) مصرف بیشتر کود گوگرد بر میزان کلروفیل a تاثیر مثبتی داشت. با افزایش مصرف گوگرد، میزان کلروفیل a افزایش می یابد میزان کلروفیل b در سطح مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی روند صعودی ولی سپس کاهش نشان داد در صورتی که کلروفیل a همچنان در حال افزایش می‌باشد.

شکل(۴-۴۹). تاثیرگوگرد بر میزان کلروفیل a و b

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) اثر متقابل تلقیح باکتری و گوگرد و اثر متقابل پرایمینگ و تلقیح باکتری بر میزان کلروفیل a و b معنی‌دار نشد.

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) اثر متقابل کاربرد همزمان باکتری تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله آلی بر میزان کلروفیل a در سطح ۱٪ معنی دارشد. مقایسات میانگین (شکل۴-۵۰) نشان داد چه با تلقیح و چه با عدم تلقیح تیوباسیلوس تا سطح مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد میزان کلروفیل a افزایش یافت و با مصرف بیشتر کود گوگرد در تیمار عدم تلقیح میزان کلروفیل ثابت ماند. ولی همزمان مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی به همراه باکتری تیوباسیلوس میزان کلروفیل را افزایش داد.



شکل(۴-۵۰). اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان کلروفیل a

مطابق نتایج تجزیه واریانس(جدول ۴-۳) اثر متقابل تلقیح باکتری تیوباسیلوس و گوگرد و اثر متقابل پرایمینگ و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر میزان کلروفیل b معنی‌دار نشد.

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) نشان داد که اثر متقابل باکتری و مصرف کود گوگرد گرانوله آلی و پرایمینگ بر میزان کلروفیل a و b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین (جدول۴-۷) اثر متقابل سه جانبه پرایمینگ و تلقیح باکتری و مصرف کود گوگرد نشان داد که در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تلقیح بذور با باکتری تیوباسیلوس و همچنین پرایم با تولید ۶۲/۰۵ میلی گرم بر گرم کلروفیل a افزایش معادل ۱۶/۱۴ درصد نسبت به شاهد شد.

جدول (۸-۴). مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، باکتری تیو باسیلوس و پرایمینگ بر میزان کلروفیل a و b(میلی گرم برگرم)

عدم مصرف گوگرد	عدم تلقیح	عدم پرایم	ef	۵۲/۰۳
			b	۶۵/۳
		پرایمینگ	f	۵۲/۵۷
			a	۶۸/۷
	تلقیح	عدم پرایم	f	۵۲/۱۵
			d	۵۲/۹
		پرایمینگ	e	۵۴/۰۴
			ef	۴۷/۱۲
۱۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله آلی در هکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	f	۵۲/۸۴
			g	۴۱/۶
		پرایمینگ	d	۵۷/۶۱
			f	۴۴/۹
	تلقیح	عدم پرایم	c	۵۵/۶۹
			b	۶۵/۹
		پرایمینگ	b	۵۸
			e	۴۹/۰۱
۲۲۵ کیلوگرم گوگردگرانوله آلی در هکتار	عدم تلقیح	عدم پرایم	c	۵۶/۲۹
			c	۵۴/۲۳
		پرایمینگ	c	۵۵/۶۹
			f	۴۶/۴
	تلقیح	عدم پرایم	d	۵۶/۲۹
			c	۵۳/۶۵
		پرایمینگ	a	۶۲/۰۵
			d	۵۲

کلروفیل a	
کلروفیل b	

۴-۳- جمع بندی نتایج

نتایج بدست آمده از این تحقیق به طور خلاصه شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- مصرف کود گوگرد گرانوله آلی بجای گوگرد که از مزایای این کود علاوه بر دارا بودن مواد غذایی پخش آن در مزرعه راحت بوده و همچنین فعالیت میکرو ارگانیسم های خاک بخصوص باکتری های تیوباسیلوس اضافه شده به خاک را افزایش می‌دهد.

۲- با کاربرد گوگرد و باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش میزان اکسیداسیون گوگرد و در نتیجه میزان سولفات موجود در خاک شد که این امر سبب افزایش میزان گوگرد دانه و درصد روغن و پروتئین دانه سویا شد.

۳- ترکیب تیماری پرایمینگ و تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، ارتفاع و درصد روغن شد.

۴- اثرات متقابل سه گانه سبب افزایش صفات ارتفاع، درصد روغن، کلروفیل a و b، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف شد.

۴-۴- توصیه ها وپیشنهادات

- ✓ انجام آزمایش به مدت ۲ سال دیگر و همچنین در مناطق مختلف
- ✓ مطالعات گسترده تر در مورد اثر تلقیح باکتری تیوباسیلوس و پرایمینگ و گوگرد گرانوله آلی بر روی گیاهان روغنی دیگر
- ✓ بررسی اثرات متقابل این باکتری با انواع دیگر ریز موجودات خاکزی
- ✓ بررسی سایر تیمارهای پرایمینگ بذر سویا
- ✓ مطالعه و بررسی سطوح کودی دیگر گوگرد گرانوله آلی
- ✓ بررسی جمعیت و شمارش باکتری های تیوباسیلوس در خاک

پیوست ها

جدول(۴-۱) تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف دربوته	تعداد دانه درغلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار(R)	۳	۷۸/۷۸ns	۲۷۸۸۶۷/۱۸^{ns}	۱۱/۸۵۸^{ns}	۶۷۹۸۸/۷۹	۷۸۹۰۴۸/۵۶^{ns}
پرایمینگ (A)	۱	۱۴۱/۳۹۷**	۱۰۵۴/۶۸**	۳/۰۳**	۱۳۷۹۳۲۱/۸۱۸**	۲۸۷۷۶۸/۳۱۱**
باکتری (B)	۱	۲۳۲/۱۲۲*	۲۰۱۱۰۵/۶۸**	۵۷/۶۴**	۲۷۳۱۷۶۸/۱۵**	۲۹۳۰۹۴/۱۵**
گوگرد گرانوله (C)	۲	۱۶۶/۳۲۴**	۵۲۹۱/۶۵۲**	۰/۰۵۶**	۴۴۶۳۳۱/۲۸**	۱۴۳۴۹۱/۶۸**
پرایمینگ * باکتری (AB)	۱	۱۲۱/۶۳۵*	۱۹۹۰۴/۶۸^{ns}	۰/۷۵۹^{ns}	۱۱۸۷۸/۶۷۴^{ns}	۱۳۲۵۱۰/۱۴^{ns}
پرایمینگ * گوگرد (AC)	۲	۹۷/۳۱۵*	۲۹۲۵۰۰^{ns}	۵۷/۶۴**	۳۴۰۷۸۲/۳۵^{ns}	۳۴۰۷۸۲/۳۵**
گوگرد * باکتری (BC)	۲	۵۹/۷۵۹*	۴۵۰۴۶۸/۷۵**	۰/۰۱۸۷**	۲۷۴۳۷۶۰/۳۴**	۶۵۳۳۹/۳۸**
پرایمینگ * باکتری * گوگرد(ABC)	۲	۱۲۳/۷۸*	۱۴۱۰۹۳/۷۵**	۹/۵۵*	۳۹۰۲۷/۳۳۲^{ns}	۷۸۲۵۴/۳۳^{ns}
خطا	۳۳	۲۳/۸۶۵	۱۴۱۴۸۰/۸۳	۷/۰۸	۱۳۰۲۸۸/۳۳	۹۰۲۱/۸۳۵
%CV		۱۰/۶۷	۶/۶۹	۰/۳۲	۱۳/۶	۱۹/۱۸

** معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱
* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵
ns عدم معنی داری

جدول(۴-۲) تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	درصد روغن	درصد پروتئین	درصدفسفر	درصد گوگرد
تکرار(R)	۳	۱/۲۸۴ ns	۰/۲۶۱ns	۰/۶۶۷ns	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲ ns
پرایمینگ (A)	۱	۶۸۶/۲۹۷**	۰/۲۳۴*	۲۲/۵۵ **	۰/۰۱۲ns	۰/۰۱۸**
باکتری (B)	۱	۱۰۵۷/۵۰۲**	۶/۹۵۴**	۱۰۰/۰۵۲**	۰/۰۳۴**	۱/۶۰۲*
گوگرد گرانوله (C)	۲	۳۶۶/۰۹۸**	۰/۱۹۸**	۸۴/۰۰۵*	۰/۰۰۱**	۰/۱۵*
پرایمینگ * باکتری (AB)	۱	۳۵۲/۶۲۵**	۰/۶۱۹ns	۳۹/۰۱۶ns	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۴ns
پرایمینگ *گوگرد (AC)	۲	۵/۴۳۶ns	۰/۶۲۸ns	۲۰/۸۲۵ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۱ns
گوگرد* باکتری (BC)	۲	۱۷۷/۳۸۷**	۰/۴۴۸**	۱/۴۹۶**	۰/۰۰۲**	۰/۰۱*
پرایمینگ*باکتری *گوگرد(ABC)	۲	۳۷/۹۵۶*	۰/۱۸۹*	۰	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۹ns
خطا	۳۳	۱/۶۵۶	۰/۰۵۱	۲/۹۲۵	۰/۰	۰/۰۰۶
%CV		۱/۸۹	۱/۴۱	۶/۳۲۷	۳/۳۸	۱۷/۰۶

** معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵

ns عدم معنی داری

جدول(۴-۳). تجزیه واریانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b
تکرار (R)	۳	۰/۰۱۳	۰/۰۶۵
پرایمینگ (A)	۱	۰/۲۶۴**	۰/۶۴۲
باکتری (B)	۱	۰/۰۴۶**	۰/۳۱۹**
گوگرد گرانوله (C)	۲	۰/۳۹۵*	۰/۱۷۷*
پرایمینگ * باکتری (AB)	۱	۰/۱۹۵**	۰/۵۷۲ns
پرایمینگ *گوگرد (AC)	۲	۰/۰۲۹ns	۰/۳۲۸ns
گوگرد* باکتری (BC)	۲	۰/۰۴۸**	۰/۰۸۶ns
پرایمینگ*باکتری *گوگرد (ABC)	۲	۰/۰۵۲**	۰/۵۰۵**
خطا	۳۳	۰/۰۰۸	۰/۰۳۸
درصد CV		۱۱/۶۷	۸/۴

** معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱
* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵
ns عدم معنی داری

منابع

آلیاری ه، (۱۳۷۹)" **دانه های روغنی زراعت و فیزیولوژی** " انتشارات عمیدی، تبریز، ۱۸۲ صفحه.

آلیاری ه. و شکاری، ف، (۱۳۷۹) " **دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی)** " انتشارات عمیدی، تبریز. ۱۸۲ صفحه.

بشارتی کلایه ح، (۱۳۷۷) **"بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه های تیوباسیلوس درافزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی در خاک "** پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی،دانشگاه تهران.

بشارتی ح. و صالح راستین ن، (۱۳۷۹)، **" تاثیر مصرف گوگرد و مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس بر مقدار آهن و روی جذب شده توسط ذرت در شرایط گلخانه ای "**، مجله علوم خاک و آب، ش ۷، صفحه ۷۲-۶۳.

بشارتی کلایه ح، خاوازی و، صالح راستین ن (۱۳۷۹)، **" بررسی قابلیت چند نوع ماده برای تولید مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس و مطالعه اثر آن همراه با گوگرد بر افزایش جذب برخی از عناصر غذایی ورشد ذرت "** مجله علوم و آب. ۱۲(۱۱):۱-۹ صفحه.

پارسا ا و باقری ع، (۱۳۸۷) "حبوبات" جلد اول، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، صفحات ۲۱-۲۶

حامدی ف و جعفری ح، (۱۳۸۶) **"بررسی اثرات مصرف گوگرد، باکتری تیوباسیلوس وکود دامی بر خواص کمی و کیفی کلزا "** مجموعه مقالات دومین سمینار علمی- کاربردی دانه های روغن وروغن های نباتی ایران . صفحه ۱۱۷-۱۱۳.

حسین زاده گشتی ع، اصفهانی م، اصغری ج، صفرزاده ویشکایی م وربیعی ب، (۱۳۸۸) " **تاثیر مصرف کودهای گوگرد دار بر شاخص های رشد و عملکرد بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)** " مجله علوم وفنون کشاورزی منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ۴۸.

خاوازی ک و ملکوتی ج، (۱۳۸۰) **" ضرورت تولید صنعتی کودهای بیو لوژیک درکشور"** جلد اول،چاپ اول، انتشارات آموزش کشاورزی، تهران، ۶۰۰ صفحه.

خواجه پور م (۱۳۸۵)**" گیاهان صنعتی "**(چاپ دوم) انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.

خواجه پور م، (۱۳۸۳)**" گیاهان صنعتی"** انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۲ صفحه.

خلدربین ع و اسلام زاده خ، (۱۳۸۰)**" تغذیه معدنی گیاهان عالی"**، انتشارات دانشگاه شیراز، ۹۰۲ صفحه.

رضوی، م. و مظاهری تیرانی، م، (۱۳۷۴)**" فراورده های غذایی سویا"** (ترجمه). چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۲۵ صفحه.

رئیسی س، (۱۳۸۰) **" بررسی اثر تاریخ های مختلف کاشت بر نمو،اجزا، عملکرد وعملکرد دو رقم سویا با تیپ های مختلف رشد "** پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان.۹۵ صفحه.

رستگار م ، (۱۳۸۴)**" زراعت گیاهان صنعتی "** چاپ اول، انتشارات برهمند تهران. ۴۰۰ صفحه.

سید شریفی ر، (۱۳۸۷)**" گیاهان صنعتی "** انتشارات عمیدی، ۱۴۲ صفحه.

سلمان زاده س،(۱۳۹۱) " مطالعه تاثیر کاربرد کودزیستی بارور ۲ تلقیح با رایزوبیوم ژاپونیکوم وپرایمینگ بررشد وعملکرد سویا "پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شاهرود دانشکده کشاورزی،۷۱ صفحه.

شاهسونی ش واردلان م (۱۳۸۶) **" بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد درعملکرد گندم ومقدار گوگرد دانه درمنطقه نیمه خشک وشرایطمزرعه "** مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.

گیلانی **(۱۳۷۷) " بررسی اثرات تراکم و سن نشا بر شاخصهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج درشرایط خوزستان "** پایان نامه کارناسی ارشد زراعت، دانشگاه شهد چمران، دانشکده مجتمع آموزشی وپژوهشی ورامین ،۲۳۹ صفحه.

گودرزی ک (۱۳۸۹) **" بررسی اثر گوگرد و کمپوست بر افزایش قابلیت جذب عناصرغذایی و عملکرد گندم "** مقالات همایش منطقه ای دستاوردهای نوین در زراعت ونانوتکنولوژی. شهر قدس ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس.

کریمی نیا آ ،(۱۳۷۶) **" شناسایی گونه های تیوباسیلوس جدا شده از برخی خاکهای ایران و بررسی تاثیر آنها در کاهش pH خاکهای مختلف "** دانشکده کشاورزی،دانشگاه تربیت مدرس.

کریمی نیا آ و شهرستانی م، (۱۳۸۲) **" ارزیابی توان اکسایش گوگرد توسط میکروارگانیسمهای هتروتروف در خاکهای مختلف "** مجله علوم خاک وآب . شماره ۱،جلد ۱۷،صفحه ۷۹-۶۹.

کریمی م. و رنجبر غ، (۱۳۷۶)، **"مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا در تاریخ های مختلف کاشت در اصفهان"**، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۱۹، شماره۳و۴.

کوچکی ع، راشد محصل م، نصیری م و صدر آبادی ر(۱۳۶۷)**" مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی "**(ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۶۸ صفحه.

کوچکی ع، و سرمدنیا غ م، (۱۳۷۸) ***"فیزیولوژی گیاهان زراعی "*** (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.

کوچکی ع ، و سرمدنیا غ م، (۱۳۸۲) ***"فیزیولوژی گیاهان زراعی "*** انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ صفحه.

فتحی ق، (۱۳۸۷) **" رشد و تغذیه گیاهان زراعی "**(ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

قاسمی ا ودهقان ر (۱۳۸۹) **" بررسی اثرات گوگرد،تیوباسیلوس ومنیزیم برعملکرد دانه روغنی آفتابگردان "** همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشا روغنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد.

قربانی نصر آبادی ر، صالح راستین ن وعلیخانی ح، (۱۳۸۱) **" بررسی تاثیر مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس وبرادی رایزوبیوم بر تثبیت نیتروژن وشاخص های رشد "** مجله علوم آب وخاک ، جلد ۱۶،شماره۲: ۱۷۸-۱۶۹ صفحه.

قربانی نصرآبادی ر، صالح راستین ن و علیخانی ح (۱۳۸۱)" ع.علیخانی.۱۳۸۱.بررسی تاثیر مصرف گوگرد بامایه تلقیح **بررسی تاثیر مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس وبرادی رایزوبیوم بر تثبیت نیتروژن وشاخص های رشد سویا"** مجله علوم خاک وآب .جلد ۱۶،شماره۲. ۱۷۸-۱۷۰صفحه.

لطیفی ن، (۱۳۷۵)" **زراعت سویا** "(ترجمه)، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۵ صفحه.

لطیفی ن، (۱۳۷۲) **"زراعت سویا"** (ترجمه)، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۲ صفحه.

محنت کش ع (۱۳۸۲) **" بررسی مصرف گوگرد و تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد کمی و کیفی کلزا "** هشتمین کنگره علوم خاک ایران ۸۶-۸۴.

ملکی س (۱۳۸۷) **" اثر کاربرد آهن و کود گوگرد بر رشد ،عملکرد و کیفیت بادام زمینی (Arachis hypogaea L.)،"**پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۱۱۹صفحه.

ملکوتی م(۱۳۸۴)**" کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران"** نشر سنا . ۴۹۶صفحه .

ملکوتی م، ریاضی همدانی س (۱۳۷۰) " کودها و حاصلخیزی خاک " جلد اول، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۸۰۰ صفحه.

مجتهدی ع و لشگری ح(۱۳۶۰) **"زراعت سویا"**(چاپ ششم) شرکت سهامی خاص توسعه وکشت دانه های روغنی. ۲۸ صفحه.

مختارپور ح، (۱۳۸۳) ***"کشاورزی در استان گلستان"*** گرگان: روابط عمومی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.

مصطفویان س، پیردشتی ه، رمضانپور م وعباسعلی ا، (۱۳۸۶) **" بررسی اثر کودهای بیولوژیک میکوریزا وتیو باسیلوس بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا (*Glycine max* L.)"** مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.

ناصری ف ، (۱۳۷۰) **"دانه های روغنی"** انتشارات آستان قدس رضوی مشهد، ۵۷۲ صفحه.

نور بخش ف وکریمیان اقبال م،(۱۳۷۶) **" اگواکولوژی"** جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد،۴۶۰ صفحه.

نجف زاده ز،شعبان پور شهرستانی م وکریمی نیا ا (۱۳۸۷) **" تاثیر ماده آلی و گوگرد بر جمعیت میکروارگانیسم های اکسیدکننده گوگرد در خاک دو جمعیت هتروتروف های اسید دوست وخنثی دوست اکسید کننده گوگرد "** علوم کشاورزی ایران،شماره ۳۹.۱۱۶-۱۰۷ صفحه.

نیک نیایی ا (۱۳۸۶) **" بررسی امکان بهره گیری از توان بالقوه گوگرد وباکتری تیوباسیلوس بومی خاکهای ایران در افزایش ذب برخی عناصر غذایی وعملکرد گندم در خاکهای آهکی "** دانشکده کشاورزی،دانشگاه تهران.

نورقلی پور ف ،خاوازی ک، بشارتی ح، فلاح ا(۱۳۸۵) **"بررسی تاثیرکاربردخاک فسفات،گوگردوباکتری تیوباسیلوس برعملکردکمی وکیفی سویا واثرات باقی مانده آن برذرت "** ،مجله علوم خاک وآب .جلد۲۰.شماره ۱. ۱۳۲-۱۲۲صفحه

یزدی صمدی ب و عبد میشانی س(۱۳۷۳)**" اصلاح نباتات زراعی"** چاپ دوم.انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. ۲۸۷ صفحه.

Asare E and Scarisbric H (1995) " **Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components, and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus L.*)** " Field Crops 44(1):41-46.

Ashraf, M. and Rauf, H(2001)" **Inducing salt tolerate in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages** " Acta Physiologiae Plantarum.23:407-414.

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.

Arif, M., Jan, M. T., Marvat, K. B. and Khan, M. A(2008)" **Seed priming improves emergence and tield of soybean** " Pakistan Journal of Botany.40:1169-1177.

Artola, A., G. Carrillo-Castaneda and G. D. L. Santos(2003**) " Hydropriming : a strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigor "** Seed Science and Technology.31:455-463(3)

AsgharMalik M, Aziz I, Khan H.Z and Ashfaq Wahid M, 2004. Growth, seed yield and oil content response of canola (Brassica napus L.) to varying levels of sulphur. International Journal of Agricultural and Biology 6(6):1153-1166.

Ahmad A and Abdin M.Z (2006) " **Interactive effect of sulphur and nitrogen on the oil and protein contents and on the fatty acid profiles of oil in the seeds of rapeseed (*Brassica compestris*) and mustar (*Brassica juncea L. czern* and *coss*) genotypes** " Journal of Agronomy Crop Science 185:49-5.

Basra, S. M. A., Zia, M. N., Mehmood , T., Afzal, I. and Khaliq, A(2002) " **Comparison of different invigoratin techniques in wheat(*Tiriticum aestivum* L.) seeds "** Pakistan Journal of Arid Agriculture.5:325-329.

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.

Bahmanyar M and Kazemi Poshtmasari H (2010) " **Influence of nitrogen and sulfur on yield and seed quality of three canola cultivars "** Journal of Plant Nutrition 33:953-965**.**

Bao L(1998) **" The changes of fertilizer structure & effectiveness inchian "** jaingxi Scientific and Technology publisher ,China.

Boem G. F. H., P . Prysupa and G. Ferraris (2007**) "Seed number and yield determination in sulfur deficient soybean crops"** J. Plant Nutr.30(1):93-104.

Bolan N.S(1991) A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil, 134:189–207.

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

Bharathi C and Poongothai S, (2008) "**Direct andresidual effect of sulphur on growth, nutrient uptake, yield and its use efficiency in mayze and subsequent greengram "** Research Journal of Agriculture and Biological Science 4(5):368-372.

Besharati H, Khavazi K and Saleh-Rastin N, (2001) "**Evaluation of some carriers for Thiobacillus inoculants used along with sulphur to increase uptake of same nutrients by corn and improve its performance** " Plant and Soil Science 672-673.

Caviness C.E (1966) "***Estimates of natural cross-pollination in Jackson soybeans in Arkansas*****"** *Crop Sci. 6*, 110 – 112.

Carlson J and Lerston N, (1987) "***Reproductive morphologhy. In:Wilcoxj.R(ed) Soybean:improvement, production, and uses***", 2nd edn.=16 Argon Ser ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin P 95-134.

Chaudhary, S.K., Gogulwar, N.M., and Singh, A.K. 1992. Effect of sulphur and nitrogen on seed yield and oil content of mustard (Brassica juncea L.) " Indian J. Agron .37:839-840.

El-Fatah M.S, and Khaled S.M, (2010) " **Influence of organic matter and different rates of sulphur and nitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil** " Journal of American Science 6(11):1078-1084.

Eldor A.P (2007) **" Soil Microbiology, Ecology and biochemistry "** Colorado State University Fort Collins, Co, USA, PP 400-431.

El-Damaty, D. & Linser H (1964) **" Preliminary investigation on inceasing salt tolerance of plant by application of CCC "** Technical hand book on symbiotic nitrogen fixation . Legum/ Rhizobiom Rome**.**

EL- Habbassha S. F. , Abdel salam M. S and Kabesh M. O ,(2007) **" Response of two sesame varieties (sesame indicum L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizer "** Research Journal of Agriculture and Biology Science 3: 563-571.

Elwan M. W.M and Abd El-Hamed K.E, (2011)**"Influence of nitrogen form ,growing season andsulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli "** Scientia Horticulturae, 127,181-187.

El-Fatach M.S, and KHaled S.m,(2010) **"Influence of organic matter and different ratesof sulphur andnitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil "**

Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E. A., and Khaliq, A.(2006 b) **" Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration"**Seed Sci. Technol.34:529-534.

Feher W.R., Caviness C.E , Burmood D.T and Pennington J.S (1972)**" Stage of development descriptions for soybeans"** Crop Sci. 11: 929-931.

Feher W.R. and Caviness C.E(1997**) " Stage of soybean development. Lowa satate**" Uni. Press. PP:80.

Fewrnandez, C., Voiriot, S., Me vy, G., Vila, B., Ormen O. E., Dupouyet, S. and Bousquet-Me lou, A. (2008) **" Regeneration failure of Pinus halepensis Mill. The role of autotoxicity and some abiotic environmental parameters "** Forest Ecology and Management.93:165-184.

Forester J. C. (1994) "**Soil sulfur**" 94-96 in K. Alef and P. Nannipieri (ed.). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic press. London.

Fujikura Y., H. L. K raak., A. S. Basra and C. M. Karssen (1993) **" Hydropriming, a simple and inexpensive priming method "** Seed Science and Technology.21:639-642.

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

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

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

Harris , S. D.& Piter , G. A. (2001**) " Effect of priming on germination and nitrogen fixation for food and fiber production "** Crop Sci , 197 , 332-339.

Harris D(2005) **" Priming seed. DFID Plant Scicences Research Programme "** Centre for Arid Zone Studies.
University of Banglor.

Harris, D.,(2006) **" Development and testing of 'on-farm' seed priming** " Advanced Agronomy. 90: 129–178.

Harris D., Rashid A., Miraj G., Arif M and Shah, H (2007) **"Priming seeds with zinc sulfate solution increases yields of maize (*Zea mais* L.) on zinc deficient soils "** Field Crops Research. 102:119-127.

Heydecker, W (1974) **" Germation of An idea: The priming of seeds** " University of Nottingham School of Agriculture Report. P P.50-67.

Jaggi RC, Aulakh MS and Sharma R (2005) " **Impacts of elemental S applied under various temperature and moisture regimes on pH and available P in acidic, neutral and alkaline soils "** Biology Fertilizer Soils 41:51-58.

Jaggi RC, Aulakh MS and Sharam R, (2005) "**Impacts of elemental S applied under various temperature and moisture regimes on PH and available P in acidic**, **neutral and alkaline soils**" Biology Fertilizer Soils 41:52-58.

Janzan, H. H. , and J. R. Bettany (1987) **" Oxidation of elemental sulfur under field condition in central "** Saskatchewan Canada. Can. J. Soil Sci. 67:609-618.

Janzan, H. H. , and J. R. Bettany (1987) **" Measurment of sulfur oxidation in soil "** Soil Sci . 143(6) :444-452.

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

Killham K (1994) "**Soil Ecology**" Cambridge University preess, Cambridge, Great Britian, pp. 141-150.

Kaya M, Kucukyumuk Z and Erdal I, (2009) "**Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil** " African Journal of Biotechnology 8(18):4481-4489.

Konopka, A. E., R. H. Miller, and L. E. Sommers.(1986) **" In M.A.Tabatabai (ed). Sulfur in agriculture**" Agronomy 27:23-55.
Kachhave K. G, S.D. Gawand O. D. Kohirea and S.S .Mane(1997)"**Influence of various soureces and levels of sulfur on nodulation, yield and uptake of nutrients by chickpea. J. Indian SOC** " Soil Sci .45:590-591.

Kalbasi M. , Manuchehri and F. Filsoof , (1986) "**Local acidification of soil as means of alleviate iron chlorosis on quince " J. Plant Nutr.** , 9:1001-1007.

Kaplan M and Oramn S ,(1998) **" Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in Turkey "** Journal of Plant Nutrition and Soil Science.

Khavazi K,Besharati H, Nourgholipor F and Malakouti M. J ,(2001) "**Effect of Thibacillus bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn grown on the calcareous soils of Iran "** International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and Related Appropriate Technology- Latest Development and Practical Experince, Kuala Lumpur, Malayisa.

Khan, A.A1993. Preplant physiological seed conditioning, Hort.Rew., 13:131-181.

Kucey R.M . , Janzen H . H. and Leggett M. E .(1989) " **Microbially mediated increases in plant-anailable phosphorus" Advance in Agronomy** , 42: 199-228.

Lawrence J. R, and J. J. Germida (1988) "**Most-Probable-Number Procedure to enumerate S^0-sulfur oxidation in agricultural soils** " Soil Biol. Biochem. 20(4):577-578.

Liuch C. , J. A Campos and F. Ligero (1983) "**Effect of nitrogen and sulfur fertilization and seed inoculation with Rhizobium Leguminosarum bv. Phaseoli on the nitrogen-sulfur relationship of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**" J. of Plant Nutr .6(12):1033-1042.

Malakoti, M.J., and Tehrani, M.M. 2001**. Effects of Micronutrients on the Yield and Quality of Agricultural Products 'Micro Nutrients with Macro Effects'**. Second Impression, Tarbiat Modares University Press, 299p.(In Persian).

Mc Grath S.P and Zhao F.J (1996) "**Sulphur uptake**, **Yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*)** " Journal of Agriculture Science (Cambridge) 126:53-62.

Malhi S.S and Gill K.S(2006) " **Cultivar and fertilizer state interaction effects on canola yield, seed quality and S uptake"** Candian Journal of Plant Science 86: 91-98.

Murungu, F. S., Chinduzea, C., Nyamugafata, P., Clark, L. J., Whalley, W. R., and Finch savage, E. 2004. E(2004) "**Effect of on-farm seed priming on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of Maize in semi-arid Zimbabwe**" Field Crop Research.89(1):49-57.

McCready R. G and Krouse H. R, (1982) **" Sulfur isotope fractionation during the oxidation of elemental sulfur by Thiobacilli in solonetzice soil "** Can. J. Soil Sci.62:105-110.

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

Nor Y. M and M. A. Tabatabai (1977) " **Oxidation of elemental sulfur in soils** " Soil Sci . Soc. Am. J. 41:736-741.

Noggle G. R and Fritz G. R, (1983) " I**ntroductory plant physiology. 2nd edition, Prentice Hall Inc** " Engle Wood Cliffs New Jersey 625 pp.

Nicolson, A. J. (1970) "**Soil sulfur balance studies in the presence and absence of growing plants "** Soil Sci . 109:345-350.

Pill, W.G. and Finch-savage.W.E(2001) **" Effect of combining priming and plant growth regulator treatments on the synchronization of carrot seed germination ".**Annals of Applied Biology1114:383-389.

Purvimath S.S, Manure G.R, Badige M.K and Kavallappa B.N, 1993. **Effect of fertilizer levels of N, P , S and B on the seed and oil yield of sunflower on vertiso**l.Journal of Indian Society Soil Science 41(4):780-781.

Penalosa A. P. S and M. T. S. Eira (1993) **" Hydration-dehydration treatments on tomato seeds(Lycopersicon esculentum Mill.) "** Seed Science and Technology.21:309-316.

Oldeman L. R (1994) **" The global extent of soil degradation "** In D. J. Greenland and I. Szabolcs, eds. Soil resilience and sustainable land use pp. 99-118. Wallingford, UK, **CAB** International.

Ravi S, Channal H. T, Hebsur N.S, Patil B.N and Dharmatti P.R(2008) **" Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower(CARTHAMUS TINCTORIUS L) "**.Karnataka Journal of Agriculture Science 21(3):382-385.

Rashid, A. , Hollington, P. A. , Harris, D. and Khan, P.(2006) **"On- farm seed priming for barely on normal, saline and saline-sodic soils in north west frontier province**" Pakistan. European Journal of Agronomy. 24: 276-281.

Razeto B.(1982) **" Treatment of iron chlorosis in peach trees** " J. Plant Nutr. ,5: 917-922.

Roy, N.K., and Srivastava, A.K(2000) **" Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through pre-soaking treatments"** Indian J. Agric. Sci., 70: 777-778.

Rosa M. C., J. J Muchovej and V. H Alvarez (1989) **" Temporal relations of phosphorus fractions in an oxisoil amended with rock phosphate and Thiobacillus thiooxidatons"** Soil Sci .Soc .Am. J. 53:1096-1100.

Sarker A.K, Chowdhury M.A.H and Zakir H.M(2002) **" Sulphur and boron fertilization on yield quality and nutrition uptake by banglades soybeen"** Journal of Biotechnology Science 2(11):729-733.

Singh R., Sharma R.R., Kumar, S., Gupta, R.K. and Patil R.T, (2008) "***vermicompost substitution in fluencies growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch)***", Bioresource Technology . 99:8507-8577.

Sepahvand M (2004) **" Effect of sulfure on yield and quality of soybean grain, Proceeding of e rd national conference on the development in the application of biological products & optimum utilization of chemical fertilizers & pesticides in agriculture Bureau of Educational Tech "** Services Agricultural Education Puplication Unitublication Unit . , Karaj, Tehran, 24PP.

Sing D and Chhibba I. M ., (1991) **" Evaluation of some sources of sulfur using maize and wheat as test crops "** J. Indain Soc. Soil Sci. ., 39: 514-516.

Shinde D.B, Kadam R.M and Jadhav A.C, (2004) **" Effect of sulfur oxidizing micro-organism on growth of soybean "** Journal of Maharashtra Agriculture University 29:305-307.

Sattar, (1985) **" *Biofertilizers in crop production* "**, ADAB NEWS, vol.xll.No.

Swaby R (1975) **" Biological Superphosphate. In: Mclachlan., K. D (ed.) Sulfur in Australian Agriculture "** Sydney University Press., Sydney.

Stevenson F. J and Cole M. A .,(1999) **" Cycles of Soil "** Second Edition . PP. 427. John Wiley and Sons. Inc. ., New York.

Scherer, H.W(2001) " **Sulphure in crop production** " European J. Agron. 14: 81-111.

Stamford N.P , Silva J.A , Freitas A.D.S and Araujo Filho J.T ,(2003) **" Effect of sulphur inoculated with Acidithiobacillus in a saline soil grown with Leucena and mimosa tree legumes"** .Bioresource Technology , 81 ,pp 53-59.

Tabatabai, M. A (1986) " **Sulfur in Agriculture. Am "** Soc of Agronomy Inc. V Madison, Wis. U. S. A.

Tate R. L (2000) **" Soil Microbiology.2 nd ed "** John Wiley and Sons, Inc. , New York.

Tate III , R. L (1995) **" The sulfur and related biogeochemical cycles "** In soil microbiology John Wiley & sons Inc. , New York. P.359-372.

Taylor A. G. , Allen P. S. , Bennet M. A. , Bradford K.J. , (1998) **" Seed enhancements "** Seed Science Research 8:245-256.

Tisdale, S.L. , Nelson, W. L. , Beaton, J. D. and Havalin .J. L (1993) **" Soil Fertility and Fertilizers "** 5th ed. Mcmillon Publishing Co. , New York.

Tylkowska, k., and R. W. Van den bulk (2001) **" Effects of Osmo-and hydropriming on fungal infestation levels and germination of carrot (*Daucus carota* L.) seed contaminated with Alternaria spp** " SeedScience and Technology.29:365-375.(15)

Vidyalakshmi R, Paranthaman R and Bhakyaraj R, (2009) **" Sulphur Oxidizing Bacteria and Pulse Nutrition "** World Journal of Agricultural Science, 5(3) : 270-278.

Wain wright M (1984) **" Sulfur oxidation in soils "** Advances in Agronomy.37:346-396.

Wainwright M. , W. Nevell, and S. J. Graystone (1986**) " Effects of organic matter on sulphur oxidation in soil and influence of sulphur oxidation in soil nitrification "** Plant & Soil.96:369-376.

Watkinson J.H, Lee A and Lauren D.R (1987) "**Measurment and analysis by high-performance liquid chromatography "** Journal Soil Res.25:167-178.

Yarniua, M., Ahmadzadeh, V., Farajzadeh Memari Tabrizi, A. and Noori, N (2008) **" Effect of priming andseed size and treated with tumbleweed extract on germination and growth of soybean "** In :Proceeding of the First Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran.(In FARSI).

Yadegari M (2001) **" Evaluation of soybean{ Glycine Max (L.) Merr} Sesds Inoculation with Brayrhizobium japonicum on yield and Yield Components., to select the Best Combination (Inoculant-Cultivar) "** Tehran University., Thesis of Master of Science in Agriculture.

Zhi hui Y, Stoven K, Haneklaus S, Singh B. R and Schnug E. (2010) **" Elemental sulfur Oxidation by Thiobacillus spp. And Aerobic Heterotrophic Sulfur-Oxidizing Bacteria "** Soil Sciences Socirnty of China, 20, 1, pp 71-79.

Abstract

A factorial experiment in a randomized complete block design with four replications was conducted in Shahrood University in 1391 to assess the effect of priming on the field and inoculated with Thiobacillus bacteria and different levels of sulfur on yield and yield components of soybean. Factors include priming, Thiobacillus bacteria and organic granular sulfur. Priming at two levels: non-prime and prime in farm, Bacteria in two levels: consumption and non-consumption and organic granular sulfur in three levels: Non consumption, consumption of 150 kg per ha (recommended), 225 kg per ha (1.5 times more than recommended). Results showed that main effect of priming, Thiobacillus bacteria and organic granular sulfur had significant impact on number of pods per plant, grain weight, biological yield, grain yield, plant height, oil percentage, protein percentage and grain sulfur. The interaction of Thiobacillus bacteria and organic granular sulfur showed significant impact on grain phosphorous content and the amount of chlorophyll **b** on 1% level. The overall conclusion from this experiment confirms that priming technic, Thiobacillus bacteria and organic granular sulfur increase the growth and yield of soybean and better establishment of plants. Consumption of Thiobacillus bacteria and organic granular sulfur also reduce soil pH and improve chemical properties of the soil.

Keywords: Soybean, Thiobacillus, Organic Granular Sulfur, Yield

Shahroud University of Technology

Faculty of Agronomy Science

M.Sc.Thesis

The effects of Thiobacillus bacteria, different levels of sulfur and priming on growth and yield of soybean (Glycin max L.)

F.Dashtpeyma

Supervisors

Dr. H. Abbasdokht

Dr. H. Makarian

Advisors

Dr. A. Gholami

Dr. M. Gholipour

Winter 2014