بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی کشاورزی

گروه آب و خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی برهم کنش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم بر عملکرد و اجزا عملکرد نخود و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

سکینه دستورانی

استاد راهنما :

دکتر شاهین شاهسونی

استاد مشاور:

دکتر شاهرخ قرنجیک

بهمن ماه ۱۳۹۴

تقدیم به

قدسترین واژه ها در لغت نامه دلم ، مادر مهربانم که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت آن می دانم .

پدر، مهربانی مشفق، بردبار و حامی.

همسرم که نشانه لطف الهی در زندگی من است.

برادر و خواهرم همراهان همیشگی و پشتوانه های زندگیم

سپاسگزاری

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن توانند با تقدیر و تشکر شایسته از استاد فرهیخته جناب آقای دکترشاهین شاهسونی که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما وراه گشای نگارنده در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است.

بعد از مدت ها، پس از پیمودن راههای فراوان که با حضور شیرین اساتید عزیزم، با راهنمایی ها و دغدغه های فراوانشان و نگاه های دلسوز پدر ومادرم، با چشم های پر از برق شوق و زیبایی حضور خواهر و برادرانم در کنارم که خستگی های این راه را به امید و روشنی راه تبدیل کرده و امیدوارم بتوانم در آینده نزدیک جوابگوی این همه محبت آنها باشم.

با سپاس بی دریغ خدمت دوستان گران مایه ام خانم ها ازاده احسانی ،سمانه جوادی نژاد، مرجان عرب یار محمدی که مرا صمیمانه و مشفقانه یاری دادند.

از استادان شایسته جناب آقایان دکتر علی عباسپور و دکترهادی قربانی که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند، نهایت تشکر و قدردانی را دارم با تشکر خالصانه خدمت همه کسانی که بنوعی مرا در به انجام رساندن این مهم یاری نموده اند

تعهد نامه

اینجانب سکینه دستورانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی- علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه : بررسی برهم کنش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم بر عملکرد و اجزا عملکرد نخود و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

تحت راهنمائی دکتر شاهین شاهسونی 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.

چکیده

مطالعه حاضر به منظور ارزیابی تاثیر کاربرد باکتریهای ریزوبیوم، تیوباسیلوس و گوگرد بر گیاه نخود رقم محلی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل باکتریهای مزوریزوبیوم در۳ سطح (عدم تلقیح، تلقیح با مزوریزوبیوم سویه سیسری استرین ام اس ۱۹۰ که با M_1 نشان دادم و تلقیح با مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۹ که با M_2 نشان دادم) و تیوباسیلوس در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح) و گوگرد در سه سطح (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰Kg/ha) به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ای واقع در شهرستان جغتای استان خراسان رضوی به اجرا در آمد. اثرات اصلی و متقابل بر صفات کمی وکیفی بررسی گردید. نتایج حاصله نشان داده که تلقیح مزوریزوبیوم، تیوباسیلوس وکاربرد سطوح گوگرد تاثیری بر طول ساقه، وزن ریشه، تعداد غده در ریشه و ازت خاک نداشت، اما مزوریزوبیوم سویه نوع ۱ تاثیر مثبتی روی طول ریشه نخود داشت، و اثرمتقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر تعداد غلاف در بوته و درصد پروتئین تاثیر مثبتی داشت. کاربرد ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد همراه با سویه مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۱۹۰پروتئین دانه را ۱۹درصد افزایش داد. هم چنین عوامل گوگرد *تیوباسیلوس،گوگرد *مزوریزوبیوم و مزوریزوبیوم بر عملکرد نخود در سطح یک درصد معنی دار گشت، بطوریکه کاربرد همزمان مزوریزوبیوم و گوگرد بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد گیاه به میزان ۲۸ درصد گردید. در بین مزوریزوبیوم ها، مزوریزوبیوم سویهM_1 نسبت به مزوریزوبیوم سویه M_2 خود موفق تر عمل نمود. هم چنین نتایج حاصله نشان داده که استفاده از هریک از کودهای زیستی موجب افزایش غلظت عناصر غذایی از جمله پتاسیم، فسفر و گوگرد در خاک شد. از جمله اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس و هم چنین گوگرد و مزوریزوبیوم به ترتیب فسفر قابل جذب خاک را به میزان ۲۷ و ۵۱ درصد افزایش داد. در بررسی اثر کودهای زیستی بر خصوصیات شیمیای خاک مشخص شد که اثرات متقابل هر سه عامل بر pH، EC و گوگرد خاک مثبت بوده است.

واژهای کلیدی: باکتری مزوریزوبیوم، گوگرد، تیوباسیلوس، نخود

فهرست مطالب

عنوان .....صفحه_

فصل اول ۱

مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲- اهداف مطالعه ۵

فصل دوم ۷

بررسی منابع ۷

۲-۱- حبوبات ۸

۲-۱-۱- نخود ۸

۲-۱-۲- اهمیت نخود در ایران و جهان ۹

۲-۲- کلیات گیاه شناسی نخود ۹

۲-۲-۱- مورفولوژی گیاه ۱۰

۲-۲-۲- فیزیولوژی رشد ونمو ۱۱

۲-۲-۳- رشد و نمو زایشی ۱۱

۲-۲-۴- تشکیل غلاف و بذر ۱۱

۲-۲-۵- نیاز های اکولوژی نخود ۱۲

۲-۲-۶- عملیات زراعی ۱۳

۲-۳-کودهای بیولوژیکی ۱۶

۲-۳-۱- انواع کودهای بیولوژیک ۱۷

۲-۳-۲- ریزوبیوم نخود ۱۷

۲-۳-۳- عوامل موثر در تثبیت ازت ۲۱

۲-۳-۴- تاثیر کود بیولوژیک ریزوبیوم بر عملکرد و اجزاء عملکرد ۲۵

۲-۳-۵- تیوباسیلوس ۲۶
۲-۳-۶- گوگرد ۲۶
۲-۴-۱- باکتری گوگرد و مزوریزوبیوم بر درصد پروتئین دانه ۲۸
۲-۵-۱- تاثیر گوگرد بر عملکرد بیولوژیکی ۲۸
۲-۵-۲- تاثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر اسیدیته خاک ۲۹
۲-۵-۳- تاثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد بیولوژیک ۲۹
فصل سوم ۳۱
مواد و روش ها ۳۱
۳-۱ موقعیت محل و زمان اجرای آن ۳۲
۳-۲- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش ۳۲
۳-۳- طرح آماری و تیمارهای بکار رفته در آزمایش ۳۴
۳-۴- عملیات زراعی ۳۶
۳-۵- کود گوگردی ۳۶
۳-۶- تلقیح باکتری ۳۶
۳-۷- نمونه برداری و اندازه گیری صفات مورد بررسی گیاه ۳۷
۳-۷-۱- ارتفاع بوته ۳۷
۳-۷-۲-تعداد غلاف در بوته ۳۷
۳-۷-۳-تعداد گره در ریشه ۳۷
۳-۷-۴- طول ریشه ۳۸
۳-۷-۵- عملکرد دانه در هکتار ۳۸
۳-۷-۶- میزان پروتئین دانه ۳۸
۳-۸- صفات مورد اندازه گیری خاک ۳۹
۳-۸-۱- هدایت الکتریکی:EC ۳۹
۳-۸-۲- واکنش خاکpH ۳۹

۳-۸-۳- اندازه گیری میزان گوگرد خاک ۳۹
۳-۸-۴- اندازه گیری میزان ازت خاک ۴۱
۳-۸-۱-اندازه گیری میزان فسفات خاک ۴۱
۳-۸-۵- اندازه گیری میزان پتاسیم خاک ۴۳
۳-۹- تجزیه و تحلیل آماری داده ها: ۴۴
فصل چهارم ۴۵
نتایج و بحث ۴۵
۴-۱- صفات زراعی ۴۶
۴-۱-۱- ارتفاع بوته ۴۶
۴-۱-۲- تعداد غلاف در بوته ۴۶
۴-۱-۳- تعداد گره در ریشه ۴۹
۴-۱-۴- طول ریشه ۴۹
۴-۱-۵- وزن ریشه ۵۰
۴-۱-۶- پروتئین دانه ۵۰
۴-۱-۷- عملکرد دانه ۵۴
۴-۲- صفات مورد اندازه گیری خاک ۵۹
۴-۲-۱- گوگرد خاک ۵۹
۴-۲-۲- ازت خاک ۶۰
۴-۲-۳- فسفات خاک ۶۰
۴-۲-۴- پتاس خاک ۶۶
۴-۲-۵-هدایت الکتریکی (EC) ۶۷
۴-۲-۶- اسیدیته گل اشباع (pH) ۶۹
۴-۳- نتیجه گیری ۷۴
۴-۴- پیشنهادات ۷۵

منابع..... ۸۰

فهرست شکل.....صفحه

شکل ۴-۱- مصرف گوگرد بر تعداد غلاف ۴۸

شکل ۴-۲- اثر متقابل گوگرد بر تعداد غلاف دربوته..... ۵۰

شکل ۴-۳- تاثیر مصرف مزوریزوبیوم روی طول ریشه..... ۵۱

شکل ۴-۴- اثر اصلی گوگرد بر پروتئین دانه..... ۵۲

شکل ۴-۵- اثراصلی مزوریزوبیوم بر پروتئین دانه..... ۵۳

شکل ۴-۶- اثر متقابل مزوباکترو تیوباسیلوس بر پروتئین دانه..... ۵۴

شکل ۴-۷- اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر پروتئین دانه..... ۵۵

شکل ۴-۸-. اثر متقابل مزوریزوبیوم بر عملکرد نخود..... ۵۷

شکل ۴-۹-. مقایسه میانگین های اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر عملکرد نخود..... ۵۸

شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین های اثر متقابل گوگردو تیوباسیلوس روی عملکرد نخود..... ۵۹

شکل ۴-۱۱- اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر گوگرد قابل جذب خاک..... ۶۰

شکل ۴-۱۲- تاثیر گوگرد بر فسفر قابل جذب خاک..... ۶۱

شکل ۴-۱۳- اثر اصلی مزوریزوبیوم بر فسفات قابل جذب خاک..... ۶۲

شکل ۴-۱۴- اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر فسفات قابل جذب خاک..... ۶۳

شکل ۴-۱۵- اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم برفسفات قابل جذب..... ۶۴

شکل ۴-۱۶- اثر متقابل مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس بر فسفات قابل جذب خاک..... ۶۵

شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم و گوگرد بر فسفر قابل خاک. ۶۶

شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثر متقابل مزوریزوبیوم وگوگرد بر پتاسیم قابل جذب..... ۶۸

شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین اثرمتقابل مزوریزوبیوم و تلقیح تیوباسیلوس و گوگرد بر EC خاک... ۶۹

شکل ۴-۲۰- مصرف گوگرد بر روی pH خاک..... ۷۰

شکل ۴-۲۱- تاثیر تیوباسیلوس بر pH خاک.....۷۱

شکل ۴-۲۲-. مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر PH خاک.....۷۲

شکل ۴-۲۳- اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم برpH خاک.....۷۳

شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس و گوگرد بر PHخاک.....۷۴

فهرست جداول.....صفحه

جدول ۳-۱ .....۳۴

جدول۳-۲.....۳۶

جدول پیوست ۴-۱ .....۷۸

فصل اول

مقدمه

مقدمه

روش های کشاورزی متداول در جهان امروز موفقیت قابل قبولی را در استفاده از مدیریت منابع نداشته و با اتکا بیش از حد به نهاده های مصنوعی و تزریق انرژی کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ایجاد اکوسیستم های زراعی ناپایدار شده است (روبرتز،۲۰۰۸). در چند دهه ی اخیر، مصرف کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب بروز مشکلات زیست محیطی، از جمله آلودگی منابع خاک، آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و تاثیر منفی بر خصوصیات بیولوژیک خاک ها گردیده است (ملکوتی، ۱۳۷۵). فعالیت_های روزافزون انسان بر روی کره زمین سبب شده است که کارکرد بخش خاک که خود جزئی از بخش فراگیر پوسته زمین است، در مواردی دچار اختلال شود که این پدیده را میتوان آلودگی نامید (بای بوردی، ۱۳۷۲). یا به طور مختصر آلودگی خاک را سوء رفتار خاک به عنوان جزئی از محیط زیست، در نتیجه آلودگی آن با ترکیبات خاص، به ویژه در نتیجه فعالیت بشر دانست. کنترل آلودگی خاک وظیفه ای است که بر عهده متخصصان رشته های مختلف از جمله خاک شناسان، زیست شناسان، میکروبیولوژیستها، سمشناسان، اکولوژیست_ها و آگاهان از محیط زیست میباشد. با توجه به نقش خاک که تامین رشد گیاه و ایجاد مأوایی برای حیات جانداران است و با توجه به سیستم پیچیده ای که پذیرای انواع مواد و آلاینده_ها است، انتخاب نوع محصول، زمانبندی، رعایت اجرای به موقع عملیات زراعی،کاربرد کود، سموم دفع آفات و بیماریهای مختلف همگی فنونی برای برخی از صور محیط می باشند هدف این است که با استفاده از مواهب خاک، آب و نورخورشید از حداکثر ظرفیت بالقوه ی تولید محصول بهره برداری نمود (خلیلی محله و همکاران، ۱۳۸۵). علی رغم وسعت زیاد کشور، به علت محدودیت های مانند کوهستانی بودن شوری خاک و غیره با سطح اراضی قابل کشت بسیار محدود بوده. برای رسیدن به خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی لازم است میزان عملکرد در واحد سطح افزایش یابد (منطقی، ۱۳۶۵). رشد جمعیت و توسعه اقتصادی و اجتماعی در این دو دهه اخیر سبب شده است تا مصرف مواد پروتیئنی افزایش چشمگیری یابد بر این اساس بیشترین تولید مواد پروتیئنی به ویژه پروتیئن های گیاهی که منابع

ارزشمندتری در تغذیه هستند اجتناب ناپذیر است حبوبات بعنوان یکی از مهمترین منابع گیاهی غنی از پروتیئن بعد از غلات دومین منبع غذایی انسان است و جزء اصلی رژیم غذایی بسیاری از مردم فقیر جهان را تشکیل می دهند چرا که مقادیر قابل توجهی پروتیئن مرغوب موجود در دانه این محصولات در ترکیب با غلات می تواند یک ترکیب بیولوژیک ارزشمند غذایی فراهم نماید. این گیاهان با تثبیت زیستی نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک بصورت گیاهان پوششی و یا درتناوب با بسیاری ازگیاهان زراعی در جلوگیری از فرسایش خاک موثر بوده است و نقش مهمی درنظام های پایدار کشاورزی ایفا می نماید و برای تنوع بخشی به نظام های کشت مبتنی بر غلات بعنوان محصولات ممتاز در نظر گرفته می شود (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). در ایران نخود (Cicer artinium .L) با سطح زیر کشت ۶۴۰ هکتار و تولید تقریبی ۴۰۰ تن مهمترین گیاه از زمره حبوبات محسوب می شود (سلیمانی و اصغرزاده، ۱۳۸۹). علاوه بر اهمیت نخود به عنوان یک منبع غذایی در رژیم غذایی انسان و علوفه دام این گیاه می تواند نقش به سزایی در حاصل خیزی خاک ایفاء نماید. با این که ۷۸ درصد اتمسفر زمین را گاز N_2 تشکیل می دهد. اما همچنان نیتروژن ازعوامل عمده محدود کننده محصولات زراعی به شمار می رود (سلیمانی و اصغرزاده، ۱۳۸۹). هر چند تثبیت N_2 به صورت همزیست حدود ۸/۵ درصد از کل جذب نیتروژن گیاه را تشکیل می دهد، ولی در مقایسه با نیتروژن معدنی شده خاک بسیار کمتر است. نکته قابل توجه این است که مقدار مصرف کود شیمیایی نیتروژنه حدود ۵۰ درصد تثبیت بیولوژیک برآورد شده که به دلیل کارایی جذب کمتر فقط ۲ درصد از کل گیاهان را شامل می گردد. همچنین مقدار تثبیت نیتروژن بر حسب گونه و رقم گیاه، گونه و سویه باکتری و اقلیم متفاوت است (ملکوتی، ۱۳۷۵). نخود گیاهی است که در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و سیستم های مختلف کشت، حاصل می شود. نخود وسایر بقولات به دلیل داشتن توانایی تثبیت ازت، نقش مهمی در افزایش نیتروژن خاک و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی دارند. این گیاه به عنوان یک محصول کم هزینه در سیستم زراعی مناطق خشک و نیمه خشک در تناوب با غلات کشت میشود. نخود به دلیل سازگاری با طیف وسیعی از شرایط محیطی و خاکی برای کشت در اراضی حاشیه ای مناطق

خشک مناسب شناخته شده است (سینگ و ساکسنا،۱۹۹۹).کافی نبودن منابع آب به عنوان مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان و تولید محصول در مناطق خشک شناسایی شده است.

محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت همراه با افزایش تقاضا برای مواد غذایی محققین بخش کشاورزی را با چالش بزرگی روبرو نموده است به همین جهت در شرایطی که عملا توسعه اراضی کشور مقدور نیست، بیشتر نگاه ها با افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف شده است. از مولفه های اساسی افزایش عملکرد محصولات مصرف بیشتر نهاده ها بویژه کودهای شیمیایی باعث بروز مشکلات زیست محیطی، بهداشتی- اقتصادی شده است تاثیر سویی بر چرخه زیستی وپایداری نظام های پایدار زراعی دارند.

کاربرد گسترده کودهای شیمیایی نیتروژن سبب آلودگی منابع آب و خاک گردیده و از این طریق باعث ایجاد بیماریهای مختلفی در انسان می شود (قربانی، ۱۳۸۶). برای کاهش این مخاطره ازت باید از منابع و نهادهای استفاده کرد که علاوه بر حداکثر تولید توجه به کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست لحاظ گردد یکی از راهکارهای مهم، استفاده از میکرواورگانیسم های مفید برای محیط زیست جهت زنده وفعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی مطرح می شوند. علاوه بر این تامین عناصر غذایی بصورتی کاملا متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت های حیاتی، بهبودکیفیت، و حفظ سلامت محیط زیست محسوب می شوند. کودهای زیستی در برخی موارد بعنوان جایگزین و بیشتر موارد بعنوان مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را در سیستم های کشاورزی تضمین می کنند (صالح راستین،۱۳۸۰).

اگرچه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهبود بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد امروز با توجه به مشکلات که مصرف بی رویه ی کودهای شیمیایی بوجودآورده است استفاده از آنها مجددا درکشاورزی مطرح شده است (آستارایی و کوچکی ۱۳۷۵)، و سعی برآن است تا از پتانسیل ارگانیسم های خاک و مواد آلی به منظور حداکثر رساندن میزان تولید ضمن توجه به کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست استفاده شود (معلم

و عشقی، ۱۳۸۶). امروزه کودهای بیولوژیکی بعنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی با هدف افزایش باروری خاک و تولید محصولات در کشاورزی پایدار محسوب می شوند (وو و همکاران، ۲۰۰۵). کودهای بیولوژیکی در مقایسه با کودهای شیمیایی مزیت های قابل توجهی دارد. از جمله اینکه درچرخه ی غذایی، تولید مواد سمی میکروبی نمی نمایند، قابلیت تکثیر خود به خودی دارند. باعث اصلاح خصوصیات شیمیای و فیزیکی خاک می شود (معلم و عشقی، ۱۳۸۶). و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است و از دیدگاه زیست محیطی قابل پذیرش هستند (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۱- اهداف مطالعه

کشاورزی پایدار به عنوان یک نظام زراعی شامل رهیافت هایی است که وابستگی کشاورزان به برخی نهاده های کشاورزی را کاهش می دهد و منجر به افزایش سودمندی مزرعه، کاهش تخریب محیط زیست و تعادل بین نسل ها می گردد. بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد،از جنبه های اقتصادی،زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر واقع شده و میتواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد(کاظمی و همکاران، ۱۳۸۶). از طرفی گوگردی که از عناصری است که میتواند به طورمستقیم وغیرمستقیم فرایند گره زایی و همزیستی را در گیاهان تثبیت کننده نیتروژن تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به اهمیت گوگرد در بهبود عملکرد گیاهان تثبیت کننده نیتروژن ضرورت استفاده ازآن در تغذیه گیاهان حساس می شود. گوگرد علاوه بر نقش تغذی_های خود از طریق اصلاح pH و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی گیاه می تواند موجب افزایش رشد و تثبیت نیتروژن درگیاه شود (امانی و همکاران، ۱۳۸۶). باکتری تیوباسیلوس نیز نوعی کود بیولوژیک محسوب می شود که باعث اکسایش بیولوژیکی گوگرد و در نتیجه افزایش قابلیت جذب آن برای گیاه می شود. علاوه بر این باعث افزایش قابلیت جذب برخی عناصر غذایی مانند روی، آهن، گوگرد و به ویژه فسفر می گردد. با توجه به توضیحات بالا اهداف اصلی این مطالعه عبارتند از:

- بررسی افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نخود با افزودن گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم.

- بررسی میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه نخود در اثر استفاده از باکتری تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم

- اثر استفاده‌ی همزمان کود گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر روی خصوصیات شیمیایی خاک از جمله EC و pH خاک.

- بهبود برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد قابل جذب خاک با افزایش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- حبوبات

اهمیت گیاهان خانواده حبوبات در حاصلخیزی خاک که از شش هزار سال قبل که مصریان آنها را در کشت خود قرار می دادند، روشن بوده است. حبوبات بعد از تیره کاسنی دومین تیره مهم گلدار می باشند (حاجی هاشمی، ۱۳۸۶). این گیاهان از منابع غذایی سرشار از پروتئین برای انسان و دام به شمار می روند. دانه حبوبات با دارا بودن حدود ۱۸-۳۲ درصد پروتئین در مقایسه با پروتیئن های حیوانی دررژیم غذایی مردم، بویژه در افراد کم درامد، اهمیت بسیار دارد. ارزش زیستی پروتئین حبوبات به سبب دارا بودن بسیاری از اسیدهای آمینه ضروری بالاست (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). وجود مقادیر بالای از اسید های آمینه لایسیین در حبوبات می تواند مقدار کم این اسید امینه را در غلات جبران نماید. (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). از دیگر ویژگیهای مهم این گیاهان میتوان به نقش آنها درثبات تولید اکوسیستم های کشاورزی جهان از طریق تناوب با سایر گیاهان زراعی و تثبیت زیستی نیتروژن اشاره کرد. اهمیت حبوبات بعد از غلات است در ایران بعد از گندم و برنج قرار دارد و در بین حبوبات، سویا، لوبیا و نخود از لحاظ سطح زیرکشت به ترتیب مقام اول تا سوم را حایز می باشند،(مجنون حسینی، ۱۳۸۷).

۲-۱-۱- نخود

لگوم ها ارزش زیادی در حاصلخیزی خاک و سیستم های کشاورزی ارگانیک دارند با توجه به ارزش غذایی بالای حبوبات، نخود (*cicer aritium.l.*) بخش جدایی ناپذیر از سیستم روزانه میلیون ها نفر از مردم هست و هنگامی که درترکیب با غلات است. یک تعادل غذایی و کالری مفید و ایده ال را برای انسان فراهم می کند. اکثر حبوبات دارای محتویات بالایی از نیتروژن هستند، توانایی بالای برای کسب نیتروژن اتمسفر از طریق همزیستی با میکروب های خاک دارند نخود منبع خوبی از انرژی، پروتئین، مواد غذایی، ویتامین ها و فیبرهاست و دارای پتانسیل بالقوهای برای تأمین مواد معدنی و ویتامین هاست (ویلیامز و سینگ، ۱۹۸۷). حضور بسیار زیادی از انواع مختلف پروتئین ها و دیگر مولکول های کوچکتر من جمله آلکالویید ها، ایزوفلاون ها، پلی فنولیدها و تنوع الیگوساکاریدها

هستند. دانه های نخود در درمان بیماریها ی مختلف و در رژیم های غذایی، یکی از راههای حفظ سلامت معرفی شده (وود و گراساک،۲۰۰۷).

۲-۱-۲- اهمیت نخود در ایران و جهان

از نظر ارزش اقتصادی خانواده حبوبات بعد از فامیل گندمیان در رتبه دوم قرار دارد، از حبوبات به عنوان گوشت مردم فقیر نام برده شده که مردم به عنوان جایگزین گوشت از آن استفاده می کنند حبوبات یکی از مهمترین منابع پروتئینی در غذای روزمره بسیاری از مردم کشور های در حال توسعه می باشد. مقدار پروتئین حبوبات حدوداً دو برابر پروتئین غلات است و می توان گفت منبع ارزان پروتئین با کیفیت مناسب می باشد که نهایتاً پروتئین غلات را تکمیل نموده و در نقاطی که غلات غذای اصلی مردم را تشکیل می دهند ارزش غذایی آن را افزایش می دهند. با وجود اینکه مقدار پروتئین نخود ۲۰/۷ درصد وزن خشک آن را تشکیل می دهد و این رقم کمتر از سایر نباتات مانند نسک (۸۲ درصد پروتئین) و باقلی (۹۲ درصد پروتئین) می باشد. باز هم نخود به عنوان مکمل غلات، مورد توجه بیشتر مردم جهان قرار گرفته است. نخود در بسیاری از مناطق جهان به صورت سنتی کشت می شود. علاوه بر اهمیت این نبات به عنوان یک منبع تغذیه مهم برای انسان ها و حیوانات این نبات می تواند در تقویت حاصلخیزی خاک به ویژه در مناطق خشک کمک نماید. براساس ارقام منتشر شده در سال ۱۹۹۵ میلادی توسط سازمان (FAO) کشت نخود حدود ۱۱ میلیون هکتار زمین را به خود اختصاص داده است (خسروجردی،۱۳۹۲).

۲-۲- کلیات گیاه شناسی نخود

نخود گیاهی است یکساله و از خانواده حبوبات که بلندی بوته آن به حدود ۳۰ سانتیمتر می رسد. ساقه این گیاه پوشیده از تارهای غده ای است. برگهای آن مرکب از ۱۳ تا ۱۷ برگچه کوچک و دندانه دار می باشد. گل‌های نخود دارای کاسه گلی بلند و باریک است که از ۵ کاسبرگ به‌هم پیوسته تشکیل یافته است. دارای یک تخمدان و ۱۰ پرچم به شکل دیادلفوس است. پرچم‌ها هم زمان با

بازشدن جداره غشاء بساک به طور دسته جمعی و قبل از باز شدن گل در بالای کلاله قرار می‌گیرند و لذا امکان دگرگشنی را کاهش می‌دهند. گلهای آن سفید رنگ مایل به قرمز یا آبی بطورتک تک بر روی ساقه قرار دارد. میوه آن بصورت نیام و غلاف آن کوچک، متورم و نوک تیز بطول ۲ تا ۳ سانتیمتر است که در آن یک دانه نخود به رنگ نخودی یا سیاه قرار دارد(خسروجردی، ۱۳۹۲).

۲-۲-۱- مورفولوژی گیاه

نخود گیاهی علفی یکساله، کوچک، کرکدار، روز بلند که تقریباً ۲۵ تا ۵۰ سانتی متر ارتفاع دارد. با تیب ایستاده یا نیمه ایستا، دارای پرزهای غده دار و بوته به رنگ سبز زیتونی تا سبز آبی است، ریشه آن بخوبی منشعب می شود و تا عمق یک الی دو متری خاک نفوذ می کند، دارای پتانسیل گره زایی می باشند. ساقه آن منشعب استوانه ای و پرزدار است. برگهای آن مرکب، متناوب که حدود ۵ سانتی متر طول داشته دارای ۹ تا ۱۵ جفت برگچه با یک برگچه منفرد در انتهاست. گلهای نخود به صورت منفرد و بر روی دمگل نسبتاً بلندی قرار گرفته است. رنگ گلها سفید یا آبی بنفش است. گلهای نخود دارای کاسه گلی بلند و باریک است که از ۵ کاسبرگ به هم پیوسته تشکیل یافته است. دارای یک تخمدان و ۱۰ پرچم به شکل دیادلفوس است. پرچم ها همزمان با باز شدن جداره غشای بساک بطور دسته جمعی و قبل از بازشدن گل در بالای کلاله قرار می گیرند و لذا امکان دگر گشنی را کاهش می دهند. با توجه به اینکه جدار غشای بساکها قبل از باز شدن غنچه ها از هم جدا و دانه گرده بر روی کلاله پخش می شود عقیم کردن مکانیکی آن مشکل است. میوه آن غلافی است متورم و پرزدار که حاوی ۱ تا ۳ دانه است. دانه نخود به رنگ سفید، کرمی رنگ، زرد، قرمز قهوه ای و یا سیاه است. سطح دانه در بعضی ارقام صاف و در برخی دیگر چروکیده است. وزن یک صد دانه آن بین ۹ تا ۴۰ گرم متغیر بوده و هر چه رنگ بذر روشن تر باشد وزن آن بیشتر است (خسروجردی، ۱۳۹۲).

۲-۲-۲- فیزیولوژی رشد ونمو

رشد و نمو، در نخود رشد و نمو را می توان به چهار مرحله فنولوژیکی تقسیم کرد. این مراحل عبارتند ۱- جوانه زنی۲- رشد رویشی ۳- گل دهی۴- غلاف بندی و رسیدگی نهایی، جوانه زنی مناسب نیاز اولیه برای استقرار گیاه است و رشد رویشی شامل شاخه دهی و توسعه کانوپی گیاه است گلدهی نخود از نوع رشد نامحدود می باشد تا مرحله ی نمو، غلاف ادامه می یابد و رسیدگی نیز معمولا با پیر شدن برگ ها توام است مدت زمان هر یک از مراحل فنولوژیکی بسته به رقم، فتوپریود، درجه حرارت، آب قابل دسترس متفاوت است (گنجعلی نظامی، ۱۳۸۷).

۲-۲-۳- رشد و نمو زایشی

گلدهی، در حبوبات نظیر سایر گیاهان زراعی، تقویم زمانی تشکیل گل ها به فتوپریود و درجه حرارت وابسته است. در ارتباط پاسخ گونه های متفاوت، برخی از آنها نظیر لوبیا که بعنوان گیاهان روز بلند نامیده می شود. در فتوپریود های کوتاه وارد رشد زایشی می شوند و برخی دیگر مانند نخود و عدس بعنوان گیاهان روز بلند شناخته می شوند. در شرایط روزهای بلند وارد شرایط رشد و نمو زایشی می شوند هر گیاهی در طول روز معینی که خاص آن گونه یا واریته است تحریک به رشد و نمو زایشی می شوند. بعبارت دیگر در این طول روز سرعت انجام وقایع برای شروع زایشی حداکثر است. به این طول روز اصطلاحا"فتوپریود مطلوب می گویند. گلدهی غیر موثر زمانی است که گل های اولیه تشکیل شده ولی نمی توانند توسعه پیدا کنند و در مناطق گرمسیری معمول است (ایکریست،۱۹۷۸).

۲-۲-۴- تشکیل غلاف و بذر

پس از گلدهی، گیاه بالقوه قادر به تشکیل غلاف و بذر میشود. درحبوبات مرحله ی اول رشد و نمو بذر با تقسیم سلولی آغاز می شود و متعاقب آن دوره ی افزایش حجم سلولی اغاز می شود و پس از آن با تجمع ترکیبات ذخیره ای در سلول ها رشد بذر تداوم می یابد. بسیاری از حبوبات تعدادی زیادی گل تولید می کنند، اما تنها درصد کمی از آنها به غلاف و بذر تبدیل می شوند. غلاف نخود متورم بوده و

به یک نوک باریک منتهی می شود بطوریکه گاهی اوقات تقریبا به صورت خار (تیغ) مشاهده می شود. تحقیقات در مورد تشکیل غلاف در رقم های مختلف نخود نشان داده که این مقدار به طور متوسط ۳۲ درصد است در این ارتباط عوامل محیطی از جمله نور، درجه حرارت و میزان رطوبت خاک به مقدار زیادی تاثیر گذار می باشند. تحقیقات نشان داده است که در اکثر حبوبات، رشد غلاف ها منجر به پیری برگ هایی که در محدوده غلاف ها هستند می شود (سینک،۱۹۹۷). که برگ ها توانای انجام فتوسنتر را سریع از دست می دهند این عمل تعداد گل های را که تبدیل به غلاف می شوند را محدود می کند.

۲-۲-۵- نیاز های اکولوژی نخود

نخود گیاهی است مقاوم به خشکی و نیاز به اقلیمی خشک و سرد دارد. و دارای دو تیپ زمستانه و تابستانه است تیپ زمستانی آن دارای دانه های ریز بوده و بیشتر در ممالک شرقی آسیا و ایران کاشته می شود. این دسته از گیاهان کوچک با گلهای صورتی و فوم رویش خوابیده هستند. دانه های آنها به رنگهای مختلف بوده و دارای رنگیزه آنتوسیانین می باشند.

تیپ تابستانه آن دارای دانه های درشت و به رنگ کرم است. این تیپ نخود را در کشورهای غرب آسیا و همچنین ایران می کارند. این دسته از گیاهان فاقد آنتوسیانین بوده و گلهای آنها سفید است. این نوع نخودها به تیپ مدیترانه ای هم مشهور هستند. نخود نه تنها دمای بالا بلکه دمای پائین را نیز به خوبی تحمل می کند.

جوانه زنی بذرهای آن در دمای ۲ تا ۵ درجه سانتی گراد آغاز می شود. و شاخ و برگ آن تا دمای ۸- الی ۱۱- درجه سانتی گراد را تحمل می کند. دمای مطلوب برای رشد آن ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد است. این گیاه در طی دوره گل دهی نیاز به دمایی معتدل دارد و هوای داغ وتنش خشکی باعث کاهش محصول می شود دوره گل دهی آن ممکنست بیش از یک ماه طول بکشد و با توجه به اینکه نخود گیاهی است با رشد نامحدود غلاف های آن به طور همزمان به مرحله بلوغ نمی رسند. هنگامیکه دمای روز ۳۵ درجه سانتی گراد و دمای شب ۱۴ الی ۱۵ درجه سانتی گراد باشد این گیاه بهتر می

رسد. رطوبت بالا و هوای ابری اثری نامطلوبی بر روی گل دهی و غلاف دهی آن داشته و مقدار مواد قابل ذخیره در بذر را کاهش می دهد. نخود گیاهی روز بلند است و عمل متقابل درجه حرارت و طول روز تاریخ گل دادن آن را تحت کنترل دارد. بین مقدار شاخه های فرعی گیاه و عملکرد گیاه رابطه مستقیم وجود دارد. تراکم بوته در واحد سطح تعداد شاخه های فرعی گیاه و غلاف های آن را تحت تاثیر قرار می دهد، با افزایش تراکم و دور شدن از تراکم مطلوب تعداد شاخه های فرعی گیاه در نتیجه غلاف های آنها کاهش می یابد از طرفی دیگر با کاهش تراکم و دور شدن از تراکم مطلوب نیز قادر به جبران کاهش محصول حتی با افزایش تولید بیشتر شاخه های فرعی نمی باشد. با بزرگ شدن غلاف معمولاً تعداد گل و تعداد غلاف در گیاه کاهش پیدا می کند. غلاف نخود با توجه به برداشتن کلروفیل و انجام عمل فتوسنتز در مناطق خشک دارای اهمیت است ریشه های نخود قوی و انبوه هستند و معمولاً ریشه های واریته های دیررس به مراتب از واریته های زودرس راست تر و انبوه تر هستند (خسروجردی، ۱۳۹۲).

۲-۲-۶- عملیات زراعی

عوامل زراعی مانند مالچ و تراکم کاشت می تواند به طور غیر مستقیم با تاثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک گره زایی و تثبیت ازت خاک را تحت تاثیر قرار دهد بنابراین تغییر در عملیات زراعی می تواند برای بهبود بیولوژیکی تثبیت ازت مورد ملاحظه قرار گیرد نخود معمولا در اراضی حاشیه ای در بقایای رطوبت حاصل در خاک بدون دقت کافی در بستر بذر کشت می شود از انجا که پوشش کافی گیاه مورد نظر است. کشاورزان باید برای اطمینان از جوانه زنی بذر را در عمق مناسبی کشت نمایند متاسفانه کاشت عمیق بذر در خاک های سیاه سنگین منجر به کاهش گره زایی و تثبیت ازت می شود. در خاکهای سبک تر گره زایی در عمق انجام می شود و بنابراین لازم است که مطالعات کافی در مورد کاشت عمیق انجام شود.

اسیدیته خاک کمتر از ۶ نیز تاثیر منفی درتثبیت ازت دارد، چون تثبیت نیتروژن یک فرآیند ناشی از همزیستی بین میزبان و باکتری است، هرعاملی که رشد گیاه را مختل سازد، به احتمال زیاد بر تثبیت

ازت تاثیر خواهد داشت. بنابراین برای حصول حداکثر نتیجه از فعالیت ریزوبیوم، گیاه نخود را باید در شرایط مطلوب کشت نمود (کوچکی وهمکاران،۱۳۷۶).

۲-۲-۶-۱- کاشت نخود

نخود بر روی اکثر خاکها مخصوصاً لومهایی که به اندازه کافی دارای آهک هستند رشد می کند بافتهای سنگین، رسی و مرطوب مناسب گیاه نیستند . استفاده صحیح از کود می تواند افزایش عملکرد نخود را باعث شود. این گیاه اکثراً برای افزایش محصول نیاز به کودهای فسفره پتاس دارو آهک دارد. آهک را بایستی قبل از کاشت استفاده کرد و بطور کامل آنرا با لایه شخم خاک مخلوط می کنند. بهتر است آنرا همراه با شخم پائیزه با خاک مخلوط کرد. هنگامی که نیاز به منیزیم باشد، سنگ آهک دولومیت، مصرف می شود زیرا دارای کلسیم و منیزیم می باشد.در موقع کاشت نخود حدود ۲۰ کیلوگرم ازت در هکتار استفاده می شود واکنش نخود به فسفر متغیر است جایی که آب عامل محدود کننده ای برای رشد گیاه باشد معمولاً گیاه به فسفر واکنش نشان می دهد حتی اگر خاک از نظر فسفر در دسترس گیاه فقیر باشد. نخود هنگامیکه درخاک تنها ppm ۲ فسفر قابل دسترس وجود داشته باشد کمبودی نشان نمی دهد. میزان نیاز به پتاسیم ۵۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. برای دستیابی به حداکثر عملکرد نخود نیاز به مقدار کافی گوگرد است بدون گوگرد نخود قادر به تثبیت ازت به میزان لازم نخواهد بود .پس از آزمایش خاک چنانچه مقدار گوگرد آن حدودppm ۱۰ باشد بایستی حدود ۲۰ الی ۳۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار مصرف نمود. واکنش نخود به روی بسیار کم است و در صورتیکه مقدار آن در خاک کمتر از ppm ۶ باشد بایستی به مقدار ۵ کیلوگرم روی در هکتار مصرف نمود. در صورت کمبود منگنز نیز حدود ۱۰ کیلوگرم در هکتار استفاده می شود. چنانچه PH خاک کمتر از ۵/۵ باشد و یا نخود برای سومین سال در مزرعه کاشته شود ناچاراً باید مولیبدن مصرف کرد. نخود به شوری خاک بسیار حساس است. جوانه زنی ضعیف در خاکهای شور منجر به عدم یکنواختی در سبز شدن آن می شود. دانه های نخود در خاکهای شور پروتئین کمتری داشته و درصد جوانه زنی کاهش می یابد. کاشت نخود در فاصله بین ماه های اسفند و اردیبهشت کاشته می شود.

شخم خاک درصورتیکه زمین تحت فرسایش نباشد در پائیز انجام می شود، تا ضمن نرم کردن خاک امکان کاشت گیاه در بهار زودتر فراهم شود. عمق شخم خاک بایستی حدود ۱۰ الی ۱۲ سانتی متر باشد. برای کشت آن نیز به بستری فارغ از علف هرز و حاصلخیز می باشد. در ابتدای بهار هنگامی دمای خاک کمتر از ۵ درجه سانتی گراد نباشد، کشت می کنند. کاشت آن معمولاً با یک بذر کار معمولی انجام پذیر است (دانشنامه رشد).

ضدعفونی بذور قبل از کاشت نخود با قارچ کش های نظیر کاربندازیم، مانکوزب، بنومیل و...جهت کنترل بیماریهای برق زدگی الزامی است. بهترین زمان کشت نخود پاییزه ۱۵ آبان لغایت ۱۵ آذر ماه پس از بارندگی های موثر پاییزه است، روش های کشت یا به صورت سنتی یا به روش مکانیزه می باشد، در روش سنتی پس از آماده سازی زمین بذرها را بصورت تصادفی و یکنواخت با دست در سطح مزرعه پاشیده، میزان بذر مصرفی در شرایط کشت بهاره حدودا ۵۰-۶۰ کیلوگرم در هر هکتار می_باشد.

در روش مکانیزه که بهترین روش برای کشت نخود برای تهویه و رطوبت می باشد بدین منظور از دستگاه های کاشت غلات (خطی کار) و پنوماتیک دستگاه کاشت ذرت و چغندر قند می توان استفاده کرد. بهترین دستگاه برای کاشت پنوماتیک می باشد. کشت نخود با این دستگاه موجب اطمینان از کشت مناسب و تامین شرایط محیطی مناسب برای گیاه نظیر کنترل عمق کاشت ۶-۸ سانتیمتر و فواصل ردیف ها ۵۰ سانتیمتر و فواصل بین بوته ها روی ردیف کارها ۶-۸ سانتیمتر و صرفه جویی درمیزان بذر مصرفی به مقدار ۵۰-۶۰ کیلومتر وغلبه بر علف های هرز و یکنواختی سطح زیر کشت و نهایتا افزایش میزان نخود در واحد سطح زیر کشت می شود.

۲-۲-۶-۲-داشت

آبیاری به موقع و منظم یکی از عملیات لازم داشت نخود است. نخود همچنان که از کم آبی صدمه می بیند زیادی آب نیز اثر منفی برعملکرد آن دارد. فواصل بین آبیاری گیاه در هر منطقه را بایستی

به طور مجزا با در نظر گرفتن وضعیت اقلیمی و شرایط گیاه تعیین کرد. در عین حال آبیاری بیشترین اثر خود را در مرحله گل دهی گیاه نشان می دهد. بطور کلی نخود بین ۱۱۰ تا ۲۴۰ میلی لیتر آب مصرف می کند تا حدود ۹۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر تولید کند. نخود قادر است آب را از اعماق بیشتر از ۱۵۰ سانتی متر خاک جذب کند. اما بیشترین جذب آن از عمق ۶۰ سانتی متری خاک که بیشتر ریشه ها در آنجا متمرکز شده اند انجام می شود.

۲-۲-۶-۳-تناوب

نخود را در تناوب پس از ذرت قرار می دهند. ترتیب معمولی مورد استفاده ذرت، نخود، غلات دانه ریز و یک گیاه علوفه ای است. تناوبی که دارای سیب زمینی است برای نخود مفید نیست زیرا برای کنترل جرب Scab سیب زمینی نیاز به pH اسیدی است. بعد از انواع زودرس نخود گیاهی چون لوبیا سبز یا سویا می کارند و به عبارتی سیستم کاشت مضاعف را به اجرا می گذارند این امر از بعضی لحاظ موفقیت آمیز است اما خطر آفات و بیماری را افزایش می دهند مخصوصاً از این نظر که این گیاهان به برخی از ارگانیسم های مشترکاً حساس هستند. کشت مداوم نخود باعث افزایش بیماری و حشرات می شود. لذا در یک مزرعه هر ۴ الی ۵ سال یکبار بایستی اقدام به کشت نخود کرد.

۲-۳-کودهای بیولوژیکی

از زمانی که درکشاورزی علاوه بر واژه های تولید و افزایش بهره برداری از گیاهان، واژهای پایدارتر نیز اضافه شد، شامل:۱- خاک۲- آب ۳- منابع انرژی تجدید ناپذیر۴- کیفیت محیط زیست هستندکودهای شیمیایی به دلیل اتکای زیادی که منابع تجدید ناپذیر دارند، بر مبنای مفاهیم ذکر شده نمی باشند، لذا اتکا به این مواد در تولید پایدار با جایگزین کردن آنها با مواد دیگری کاهش می یابد (خاوازی،۱۳۷۷). در حال حاضر استفاده از بیوتکنولوژی خاک با هدف استفاده از پتانسیل ارگانیسم های مفید خاکزی به منظور تولید حداکثر محصول، در ضمن توجه به بهبود کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی زیست، مورد توجه قرار گرفته است. زمینه های کاربرد علم بیوتکنولوژیک

خاک علاوه بر تولید کودهای بیولوژیک، شامل استفاده از اورگانیسم های خاکزی به منظور حذف سموم و سایر آلایندهای خاک، تجزیه سریع بازمانده های گیاهی، بهبود ساختمان فیزیکی خاک، اصلاح خاک های فرسوده،کمک به حفظ سلامت گیاه و موارد دیگری از این قبیل هستند (صالح راستین، ۱۳۷۷).

۲-۳-۱- انواع کودهای بیولوژیک

مهم‌ترین کودهای بیولوژیک عبارتند از:

۱) تثبیت کننده ازت هوا؛

۲) قارچ‌های میکوریزی، که با ریشه بعضی از گیاهان ایجاد همزیستی کرده و اثرات مفیدی ایجاد می‌کند؛

۳) میکرو ارگانیزم‌های حل کننده فسفات، که فسفات نا محلول خاک را به فسفر محلول و قابل جذب گیاه تبدیل می‌کنند؛

۴) اکسید کننده گوگرد (تیو باسیلوس)، کودی که دارای باکتری تیو باسیلوس بوده و باعث اکسایش بیولوژیکی گوگرد می‌شود؛

۵) کرم‌های خاکی،که در تولید هوموس مورد استفاده قرار می‌گیرند و نوعی کود کمپوست به نام ورمی کمپوست(Vermicompost) تولید می‌کنند.

۲-۳-۲- ریزوبیوم نخود

نژاد های ریزوبیوم که در نخود گره ایجاد می کنند بسیار اختصاصی هستند (راجو، ۱۹۳۶) و تلقیح آنها با دیگر اعضای گروه های تلقیحی شناخته شده هیچ گونه شباهتی را نشان نمی دهد. باکتری مزوریزوبیوم سیسری یکی از انواع سویه‌های ریزوبیوم است این باکتری همزیستی مؤثری با نخودهای یکساله برقرار می‌کند و می‌تواند ۶۰ تا ۹۰ درصد نیتروژن خود را از اتمسفر بدست آورد.

۲-۳-۲-۱-همزیستی لگوم – ریزوبیوم

برهمکنش همزیستی بین دو جزء همزیست لگوم و ریزوبیوم بسیار اختصاصی است و به وسیله تغییرات سیگنال بین گیاه و باکتری در مراحل مختلف تعیین می شود. در ابتدا لگوم میزبان ترکیبات سیگنال (عمدتاً فلاونوئیدها) را در ریزوسفر آزاد می کند و ریزوبیوم با تولید ترکیباتی که فاکتورهای گره زایی گفته می شود، به این سیگنالها واکنش نشان می دهد. پس از آن فاکتورهای گره زایی نمو گره ها در گیاهان را به عهده می گیرند (محمودی،۱۳۸۴).

۲-۳-۲-۲- اکولوژی ریزوبیوم نخود

دانش محدود در مورد اکولوژی ریزوبیوم تا حد زیادی به عدم وجود متدولوژی مناسب بر می گردد که بوسیله الکساندر (۱۹۷۷) مورد بررسی قرار گرفته است. اندازه گیری رشد و فعالیت میکرو ارگانیسم ها در محیط طبیعی آن بسیار مشکل و نامطمئن بوده، و بدون تخریب شدید سیستم طبیعی نمی تواند انجام دهد بنابراین بیشترین اطلاعات موجود در مورد اثر محیط بر روی فعالیت موجودات تثبیت کننده بر اساس شواهد غیر مستقیم است، مضافا بر این به لحاظ وجود اثر فاکتور های غیر زنده خاک بر موجودات تثبیت کننده ازت دیگر موجودات خاک و اثر متقابل آنها ممکن است از فعالیت های متابولیکی به طور غیر مستقیم سبب تغییرات محیطی می گردد. مطالعات در مورد اکولوژی ریزوبیوم ها نیاز مند تلاش های بیشتری است. در خاک های ورتی سول اکثر گره ها ی موجود در ریشه در سطح ۱۵ سانتیمتری خاک پیدا می شوند در حالی که ریشه ها به عمق بیشتر از یک متر رسیده و ریزوبیوم ها در آنجا بقا دارند. عدم وجود گره در عمق ۳۰ سانتیمتری خاک های سنگین شاید مربوط به اثر ممانعت کننده گی گره های قسمت بالایی (طوقه) روی تشکیل گره های روی ریشه های جوان تر و یا غلظت پایین اکسیژن باشد (محمودی،۱۳۸۴).

۲-۳-۲-۳- مکانیسم تشکیل گره

تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بدون شک یکی از مهم ترین فرآیندها در کشاورزی است که در بیش تر اکوسیستم ها رخ می دهد. این فرآیند به دست آمده از یک ارتباط متقابل بین میکروارگانیسم پروکاریوت و گیاه میزبان و در نتیجه تشکیل گره بر روی ریشه گیاه می باشد. سالانه مقدار زیادی از نیتروژن اتمسفری از این طریق وارد خاک می شود. گره های ایجاد شده توسط باکتری ریزوبیوم می توانند۵۰-۸۰ درصد نیتروژن کل گیاه را تشکیل دهند. بدیهی است که مهمترین شرط ایجاد همزیستی بین لگومها و باکتری مزوریزوبیوم، وجود سویه کاملاً موثر و اختصاصی برای گیاه میزبان است که باید از مراحل ابتدائی رویش، به تعداد کافی در اختیار آن قــرار داشته باشد. در اکثر موارد چنین شرطی به طــور طبیعی موجود نیست، زیرا از یک سو در خاک هایی که گونه هایی از لگومینوز جدیداً و یا پس از مدت طولانی در آنها کشت شده اند، باکتری اختصاصی به تعداد کافی وجود ندارد و از سوی دیگر درخاکهایی که چندین سال زیرکشت لگومینوز ها بوده اند و تعداد ریزوبیومهای آنها زیاد است، باکتری ها اکثراً از نظر قدرت تثبیت ازت ضعیف هستند. بطور معمول سوش های کاملاً مؤثر کمتر از ۲۵ درصد تعداد کل ریزوبیوم های بومی خاک را تشکیل می دهند، به همین دلیل دخالت انسان از طریق انتخاب فعال ترین و موثرترین سوش های باکتری برای شرایط اقلیمی مورد نظر و قرار دادن آنها به مقدار کافی در اختیار گیاه ضرورت پیدا می کند (صالح راستین، ۱۳۷۵). فرآیند گره زایی با تراوش برخی ترکیبات شامل فلاونوئیدها و ایزوفلاونوئیدها از ریشه گیاه که به عنوان سیگنال ملکولی گیاه به باکتری محسوب می شوند آغاز می گردد. این ترشحات باعث جذب ریزوبیوم ها به سمت ریشه گیاه، افزایش رشد و تکثیر آن ها در منطقه ریزوسفر در رقابت با سایر میکروارگانیسم ها و مهم تر از همه باعث تحریک ژن های نود ۱ در باکتری می گردد که نتیجه آن بیان ژن های نود و ترشح یک نوع لیپوکیتوالیگوساکارید به نام فاکتور نود توسط باکتری است (پریتیویراج و همکاران، ۲۰۰۳). فاکتور نود باعث پاسخ های فیزیولوژیکی پیچیده ای در گیاه از جمله:

[1] - *Nod* Genes

خمیده شدن و تغییر شکل ریشه های موئین، تمایز سلول های کورتکس ریشه و تحریک مریستم های گره می شود (میرانصاری و همکاران،۲۰۰۶). در گیاه سویا و لوبیا ایزوفلاونوئیدهای جنیستئین و دایدزئین[1] اصلی ترین تحریک کننده های ژن های گره زایی باکتری ریزوبیوم هستند (کسکو و همکاران، ۲۰۱۰). بر طبق نتایج به دست آمده غلظت ۵ میکرومولار جنیستئین اضافه شده به محیط کشت باکتری برای حداکثر تحریک ژن های نود باکتری کافی است (کوسلاک و همکاران ،۱۹۸۷).

۲-۳-۲-۴- شروع تشکیل گره، رشد و ساختمان آن

وقایع اولیه تشکیل گره شامل تشخیص میزبان و تمایل مخصوص ریزوبیوم به سمت تار های کشنده اخیرا مورد بررسی قرار گرفت (کارلوسون،۱۹۸۲) نقش لستین های میزبان و پلی ساکارید های ریزوبیومی در این وقایع عموما شناسایی شده است. فرایند آلودگی، شروع گره زایی و رشد گره در لگوم ها در حد قابل قبولی شناخته شده است که در اینجا مورد بررسی قرار نمی گیرد تنها گزارشی که در مورد نخود تایید می شود این است که ریزوبیوم نخود به وسیله تشکیل رشته های آلوده تار های کشنده را آلوده می کند. تحت شرایط مطلوب مزرعه حدود ۸ الی ۱۰ روز بعد از کاشت بدون توجه به نوع خاک گره های متورم جوان را می توان در انتهای ریشه گیاهچه مشاهده نمود. در اکثر مناطق کشت نخود گره های صورتی روشن را می توان ۱۵ روز بعد از کاشت بطور واضح مشاهده کرد. ابتدا غده ها کروی تا استوانه ای شکل هستند اما بعد از (حدود ۳۰ روز بعد) غده ها منشعب و بصورت ساختمان های چند وجهی تغییر شکل می یابند. یک گره به تنهایی می تواند به اندازه ۲ الی ۳ سانتیمتر رشد کند.گره هایی به اندازه های مختلف را می توان در یک گیاه مشخص مشاهده نمود که اندازه گره ها موید سنین مختلف گره ها می باشد. قرار گرفتن نزدیک به هم گره ها در گیاهی که در آن گره ها به خوبی تشکیل شده باشد، سبب اتصال آنها به یکدیگر شده و این موضوع شمارش گره ها را مشکل می سازد. ولی از آنجا که هر گره تنها از یک نقطه به ریشه متصل می باشد شمارش گره ها راحت است. اندازه و شکل گره ممکن است تا حدودی تحت تاثیر نژاد ریزوبیوم، میزان و اثر متقابل

[1] - Genistein and Diadzein

آنها و همچنین محیط قرار گیرد. معمولا گره های متفرق تعداد را بوسیله افزایش اندازه غده جبران می کنند. در بسیاری از لگوم ها وزن غده همبستگی بهتری با تثبیت بیولوژیکی ازت نسبت به تعداد گره در گیاه دارد پتانسیل یه گره برای بزرگ شدن ممکن است حالت تضمینی برای شرائط نامناسب ایجاد نماید. (بروک ول و همکاران، ۱۹۹۵) روشی را برای درجه بندی ایجاد نمودند که برای نخود مناسب است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). وظیفه بیولوژیکی گره ها و ارتباط بیوشیمیایی و فیزیولوژی آنها با لگوم های میزبان در رابطه با تثبیت ازت را بررسی کردند، نشان داد که فعالیت احیای استیلن در گیاه نخود وقتی که غده ها کوچک اما صورتی هستند در محدوده زمانی ۱۵ روز اولیه قابل اندازه گیری است. بعد از شروع گلدهی معمولا با کاهش وزن گره همراه است. در یک مطالعه گلدانی بر روی نخود های گره دار شده در خاک شنی با میزان ازت کم، با شروع تشکیل بذر به ماکزیمم مقدار خود رسید و همچنین موجب کاهش تشکیل غلاف و بذر گردید. از آنجا که فعالیت ویژه گره ها طی گلدهی کاهش می یابد، مقادیر بالا در طی گلدهی مربوط به افزایش وزن گره ها ست رابطه معکوس بین وزن گره و فعالیت ویژه گره ها می تواند نشان دهنده محدودیت سوبسترا برای آنزیم نیتروژناز باشد. گره های نخود بعد از ۳ هفته شروع به سبز رنگ شدن می کنند رنگ سبز که ناشی از تخریب حلقه همی پور فرین و دناتره شدن پروتئین ها می باشد با گذشت زمان تا انتهای مرحله پر شدن غلاف ها و تا وقتی که غلاف ها هنوز سبز هستند افزایش می یابد با پیر شدن گیاه غده ها چروکیده و خشک می شوند اما معمولا متصل به ریشه باقی می مانند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

۲-۳-۳- عوامل موثر در تثبیت ازت

همزیستی لگوم –ریزوبیوم تا حد زیادی تکامل یافته و خود تنظیم است این همزیستی بویژه در شرایط محیطی مانند خشکی، شوری و درجه حرارت های بالا حساس است به طوری که در این شرایط ریزوبیوم ها به طور آزاد در خاک زندگی می کنند اگر چه اکثر مطالعات مربوط به تاثیر این

فاکتور ها روی زندگی همزیستی در شرایط آزمایشگاه انجام شده است اما این مطالعات شناخت قابل توجهی را از چگونگی عکس العمل همزیستی به تنش های مختلف را نشان نمی دهد. مقدار تثبیت ازت از طریق همزیستی از یک نقطه تا نقطه دیگر ممکن است بسیار متفاوت باشد، این امر به عوامل خاک از قبیل pH، فراهم بودن پتاس، فسفر، وجود فلزات سنگین و وضع رطوبت خاک بستگی بسیار دارد (منگل وکرکبی، ۱۹۹۷).

۲-۳-۳-۱- رطوبت

کمبود رطوبت و رطوبت بیش از حد می توانند در گره زایی و تثبیت ازت موثر باشند ممکن است مستقیما به علت کاهش خلل و فرج جذب اکسیژن توسط گره ها را کاهش داده و یا به صورت مستقیم فعالیت فتوسنتزی را کاهش دهد. اثرات غرقابی روی تثبیت ازت از طریق کمبود اکسیژن صورت می گیرد و در این ارتباط بعضی از لگوم ها ممکن است نسبت به بقیه تحمل بیشتری نسبت به کمبود اکسیژن داشته باشند در حالتی که نخود در رطوبت باقی مانده ناشی از بارندگی، تثبیت ازت کاسته شده باشد. استفاده از آبیاری در مناطقی که تبخیر در آنها بوده است منجر به افزایش رشد رویشی شده در حالی که در مناطقی که میزان تبخیر در آنها زیاد بوده آبیاری اساسا باعث افزایش عملکرد دانه کشته است. در حالت دوم با انجام آبیاری گره زایی و تثبیت ازت چندین برابر افزایش یافته، در شرایط کنترل شده رطوبت در گلدان زمانی که میزان رطوبت در خاک الفی سول از ۱۲ درصد به ۲۴ درصد و در خاک ورتی سول از ٪۱۵ به ۴۵٪ برسد که بیانگر دامنه ای از کمبود تا زیادی رطوبت در خاک است حداکثر گره زایی در بالاترین میزان رطوبت اتفاق می افتد (محمودی، ۱۳۸۴).

۲-۳-۳-۲- درجه حرارت

حرارت ۳۰ درجه و بالاتر در ناحیه ریشه اثرات نامطلوبی بر آلودگی ریشه توسط باکتری و فرآیند تثبیت ازت دارد. گیاهان نخودی که ریشه آنها به طور ممتد در معرض درجه حرارت ۳۳ درجه گذاشته شده اند گره ای تولید نکرده اند. قرار دادن گیاه در دوره های مطلوب و نامطلوب درجه

حرارت نشان داد، زمانی که ریشه های گیاه در درجه حرارت ۳۵درجه قرار می گیرد شروع مجدد فعالیت نیتروژناز دچار توقف می شود. در مرکز ایکریست (۱۷ درجه شمالی) جایی که گره زایی و تثبیت ازت در مقایسه با منطقه حصار (۲۹ درجه شمالی) در شمال هندوستان پایین است درجه حرارت در عمق ۱۰ سانتیمتری خاک در سال۱۹۸۱ در ۶۰ روز اول بعد از کاشت بیش از ۳۰ درجه به مدت ۶ ساعت در هر روز رسید. در حصار تا ۱۶۰ روز درجه حرارت بالاتر از ۳۰ درجه نرسید. بنابر این ممکن است درجه حرارت پایین تر خاک حداقل به مقدار جزئی مسئول فعالیت بیشتر تثبیت ازت در حصار نسبت به مرکز ایکریست بوده باشد (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). در یک مطالعه گلخانه ای در مرکز ایکریست دمای ریشه در بالاتر از ۳۰ درجه منجر به کاهش تثبیت ازت و رشد ضعیف گیاه شده است. در یک آزمایش دمای خاک اطراف ریشه های نخود از طریق فرو بردن گلدان های حاوی خاک ورتی سول با مقادیر بالای ریزوبیوم در مخازن آب ۲۵ ، ۳۰،۳۲ ،۳۵ درجه به مدت ۸ ساعت (از ساعت ۸ الی ۱۶) در یک دوره ۴۰ روزه از روز ششم بعد از کاشت ثابت نگه داشته شد. (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۸).

۲-۳-۳-۳- کود ازت

در لگوم ها گره زایی معمولا با افزایش ازت خاک کاهش می یابد. به نظر می رسد برای نخود نیز این روند صادق باشد در یک آزمایش با کنترل شرایط محیطی در گلدان تعداد گره و وزن تا ۳ میلی مولار نیترات افزایش یافت اما در تیمار ۶ میلی مولار کاهش یافت. در مطالعه گلدانی دیگری کاربرد ۲۰ میلی مولار نیترات به گیاهان کاشته شده در گلدان به فواصل هفتگی یا در مراحل رشد رویشی و غلاف دهی به طور کلی منجر به کاهش وزن گیاه حداقل طی دو ماهه رشد اول شد (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). اثر تحریک کنندگی مقدار کم ازت در تشکیل و توسعه گره ها در نخود برای گیاهان کشت شده در مزرعه گزارش شده است با این حال مقادیر زیاد ازت مثل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سود مندی بر عملکرد نداشته است عدم واکنش به دزهای بالای ازت احتمالا مربوط به سطوح

زیاد ازت در خاک و یا کافی بودن گره زایی در تامین ازت مورد نیاز می باشد (باقری و همکاران، ۱۳۷۶).

۲-۳-۳-۴- محدودیت ریزوبیوم

گستره وسیعی از پارامترهای محیطی شناخته شده اند که توانایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن را مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می دهند ازجمله دما، رطوبت، میزان نیتروژن، pH، شوری و.... تأثیر معکوس شوری بر فرآیند هم زیستی از طریق تأثیر سمیت یونی و فشار اسمزی روی رشد و زنده ماندن ریزوبیوم ها، محدودیت در ایجاد هم زیستی، جلوگیری از فعالیت گره ها، کاهش توانایی گیاه برای انجام فتوسنتز و در نیتجه کاهش تراوش فلاونوئیدها از گیاه می باشد (سینگلتون و همکاران، ۱۹۸۲). تنش شوری می تواند تقریباً به طور کامل فرآیند تثبیت نیتروژن را متوقف کند. حساس ترین مرحله گره زایی به تنش های خاکی همان اولین مرحله یا تماس باکتری با ریشه گیاه، خمیده شدن ریشه های موئین و مرحله شروع تشکیل نخ آلودگی می باشد. شوری با ایجاد محدودیت در بیوسنتز فلاونوئیدها توسط ریشه گیاه و در نتیجه کاهش تجمع این ترکیبات در ریزوسفر باعث اختلال در عملکرد سیگنال های ملکولی شده که احتمالاً مهم ترین فاکتور محدود کننده گره زایی و تثبیت نیتروژن در لگوم ها خواهد بود هم چنین پژوهش ها نشان داده که میزان فلاونوئیدهای تراوش شده از گیاه در خاک پس از گذشت ۲۸ روز در اثر تنش شوری کاهش می یابد(تلسینسکی و همکاران، ۲۰۰۸). نژادهای خاصی از باکتری (*Rhizobium ciceri*) وجود دارند که سبب تشکیل غده های باکتریایی در نخود و تعداد معدودی از گونه های خویشاوند وحشی می شوند. نژاد مزبور *Mesorhizobium ciceri* نامگذاری و رده بندی شده است. این باکتری از طریق ریشه های موئین به گیاه نخود وارد می شود. در شرایط مناسب مزرعه غده های متورم صورتی رنگ را می توان ۱۵-۱۰ روز پس ازکشت نخود روی ریشهٔ گیاهچه ها به راحتی مشاهده کرد. در ابتدا غده ها کروی یا سیلندری هستند، اما بعداً راس آنها شاخه ای شده و تشکیل لبهای چندگانه ای می دهند. اندازه غده ها می تواند تا قطر ۳ سانتیمتر برسد. تعداد غده ها نیز متفاوت بوده ولی تعداد کم آنها توسط اندازه

های بزرگتر غده ها جبران می گردد. هر دو عامل اندازه و تعداد غده ها تحت تاثیر شرایط محیطی هستند. غده های فعال را می توان با برش مقطعی آنها و مشاهدهٔ رنگ صورتی تشخیص داد. غده های غیر فعال سفید تا سبز رنگ هستند. در مراحل نهائی رشد نخود، رنگ غده ها به سبز گرایش پیدا می‌کند که نشانه ای از پیرشدن آنهاست. پس از این مرحله غده ها چروکیده و خشک می شوند اما عموماً به ریشه چسبیده باقی می مانند. در این مرحله باکتری ها از غده ها جدا شده و به خاک باز می گردند. (باقری و همکاران، ۱۳۷۶)

۲-۳-۴-تاثیر کود بیولوژیک ریزوبیوم بر عملکرد و اجزاء عملکرد

اولین تحقیق در زمینه ی همزیستی نخود و ریزوبیوم سیسری در ایران توسط اصغرزاده و صالح راستین انجام شد که نشان داده شد تلقیح با باکتری رایزوبیوم موجب افزایش معنی دار وزن خشک کل اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد می شود و هم چنین تلقیح همزمان سویا با باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و قارچ‌های میکوریز موجب افزایش وزن خشک گیاهی، تثبیت N، افزایش وزن غده های ریشه‌ای گردید (علی اصغر زاده و صالح راستین، ۱۹۹۶).

الهادی و الشیخ و همکاران(۱۹۹۹) گزارش کردند که تلقیح با باکتری رایزوبیوم موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی و عملکرد نخود می‌گردد. استفاده از هر یک از کودهای زیستی (شامل کود مزوریزوبیوم و میکوریزا) موجب افزایش عملکرد دانه و افزایش غلظتهای روی و فسفر شد (خسروجردی، ۱۳۹۲).

در تایید تاثیر مثبت تلقیح بر عملکرد نخود، محققان در ساسکاچوان کانادا و ترکیه نشان دادند که با تلقیح ریزوبیومی، عملکرد دانه نخود به ترتیب در این دو مکان ،۳۶ و ۲۰ درصد افزایش یافت (کانتر و همکاران ،۲۰۰۳).

۲-۳-۵-تیوباسیلوس

تیوباسیلوس، گروهی از باکتریهای گرم منفی و شیمیولیتوتروف واسید دوست می باشند که انرژی مورد نیاز خود را از طریق اکسیداسیون ترکیبات غیرآلی گوگرددار تأمین مینماید. و مهمترین باکتری اکسید کننده گوگرد در خاک است. و این باکتریها قادر به اکسیداسیون ترکیبات آهن دار می باشند. تیوباسیلوس ها نقش بسیار مهمی در جلوگیری از آبشویی ترکیبات معدنی به خصوص گوگرد داشته و منجر به بازگشت ترکیبات فلزی می شوند سطوح پروتئین های فسفوریلاسیون توسط تیوباسیلوس افزایش مییابد. تحت تأثیر مس و تعدادی از فلزات سنگین این باکتری اسید دوست قرار میگیرد (ترسا و همکاران، ۲۰۰۰). اکسیداسیون سولفید آهن به سولفات فریک یا اسید سولفوریک را تسریع می کند (گومز و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۳-۶- گوگرد

گوگرد یکی از مهمترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است. گرچه میزان گوگرد مورد نیاز گیاه درمقایسه با سایر عناصر اصلی کم است، با این حال جزو عناصر اصلی محسوب میشود. گوگرد در گیاه نقش اساسی و مستقیمی در انتقال انرژی ایفا میکند (سالاردینی، ۲۰۰۵). خاک یکی از اجزای مهم و منابع پایه است که به عنوان بستر اصلی کشت گیاه و نیز محیطی منحصر به فرد برای انواع حیات محسوب میشود (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۵). بعضی از باکتریهای هتروتروف، اکتینومیستها و قارچها دارای توانایی اکسیداسیون سولفید هیدروژن میباشند. با این حال اکسیداسیون گوگرد عنصری به طور عمده توسط گونه های شیمیوسنتزکننده تیوباسیلوس انجام میشود. خلدبرین (۱۳۸۰) گوگرد جز ساختمان اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین و در نتیجه جزوه ساختمان پروتئین هاست. هر دو این اسیدهای آمینه، برای ساخت دیگر ترکیبات دارای گوگرد مانند کوآنزیم ها و فرآورده های ثانوی گیاهان لازم هستند.گوگرد یکی ازعناصری است که میتواند به طور مستقیم و غیرمستقیم فرایند گره زایی و همزیستی را در گیاهان تثبیت کننده نیتروژن تحت تاثیر قرار دهد. امانی و همکاران (۱۳۸۶) با توجه به اهمیت گوگرد در بهبود عملکرد گیاهان تثبیت کننده نیتروژن ضرورت استفاده از آن در

تغذیه گیاه احساس میشود. گوگرد علاوه بر نقش تغذیه ای خود از طریق اصلاح pH و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی گیاه میتواند موجب افزایش رشد و تثبیت نیتروژن در گیاه شود. به علت نقش مستقیم گوگرد در عملکرد گیاهان تثبیت کننده نیتروژن ضرورت استفاده از آن در تغذیه گیاهان احساس می شود. از سوی دیگر اکسایش گوگرد از طریق کاهش pH و افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی می تواند موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان شود. افزایش معنی دار در عملکرد (۹۱ درصد) به واسطه گوگرد تحت شرایط مزرعه ای برای بیشتر محصولات روغنی از جمله سویا و بادام زمینی مشاهده شد. به طوریکه متوسط افزایش عملکرد برای سویا ۸۶ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (باو و همکاران، ۱۹۹۸). امانی و همکاران (۱۳۸۶) درآزمایش گلخانه ای ارزیابی اثرات گوگرد بر غلظت نیتروژن و جذب آن از منابع مختلف توسط سویا به روش رقت ایزوتوپی، بررسی و مشاهده کردند که با افزایش سطح گوگرد و مساعد شدن شرایط خاک مقدار نیتروژن در کل گیاه افزایش یافته اما این افزایش برای رقم سحر تا سطح ۵ تن گوگرد در هکتار و برای رقم ویلیامز تا سطح ۱۰تن گوگرد در هکتار ادامه داشت. کاپلان و آرمان (۱۹۹۸) در آزمایش گلخانه ای و مزرعه ای در خاک های آهکی پی بردند که مصرف گوگرد، عملکرد محصول و نیز مقدار آهن، روی، منگنز، و فسفر جذب شده توسط سورگوم را افزایش داد. دوبی و بیلر (۱۹۹۵) در آزمایش مزرعه ای در خاکی با pH برابر ۷/۵ در هندوستان اثر مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰ ، ۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد برتثبیت نیتروژن سویا، وزن خشک گیاه و تعداد غده در مراحل مختلف رشد گیاه را مثبت ارزیابی نمودند. کاچا و همکاران (۱۹۹۷) در یک آزمایش مزرعه ای اثر منابع و سطوح مختلف گوگرد را بر روی گره زایی، عملکرد و جذب مواد غذایی توسط لوبیا بررسی و مشاهده کردند، مصرف ۴۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تعداد گره ها را به طور معنی داری افزایش می دهد. هم چنین جذب ازت، فسفر و گوگرد با افزایش مقدار گوگرد افزایش یافت.

۲-۴-۱- باکتری گوگرد و مزوریزوبیوم بر درصد پروتئین دانه

امانی وهمکاران (۱۳۸۶) درآزمایش گلخانه ای ارزیابی اثرات گوگرد بر غلظت نیتروژن و جذب آن از منابع مختلف توسط سویا به روش رقت ایزوتوپی، بررسی و مشاهده کردند که با افزایش سطح گوگرد ومساعد شدن شرایط خاک مقدار نیتروژن در کل گیاه افزایش یافته.

تلقیح سویه های ریزوبیومی نسبت به شاهد و حتی نسبت به تیمار۱۰۰درصد کود شیمیایی نیتروژن،عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و درصد نیتروژن دانه بیشتری تولید کردند (محمدی، ۱۳۹۰).

استفاده از نژادهای باکتری ریزوبیوم نسبت به شاهد، میزان نیتروژن بیشتری را تثبیت و در اختیار گیاه قرار داد و منجر به افـزایش سـطح فتوسـنتز کننده، هم چنین افزایش طول عمر برگ ها گردید که در نتیجه درصد پروتئین بیشتر و درصد روغن کمتری حاصل شد (فرنیا و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۵-۱-تاثیر گوگرد بر عملکرد بیولوژیکی

نتایج تحقیقات نشان می دهدکه کمبود گوگرد به میزان متوسط عملکرد را از طریق تاثیر بر رشد گیاه در دوره ی پر شدن دانه کاهش می دهد، این تاثیر دیر هنگام از کمبود گوگرد می تواند نتیجه تحرک زیاد گوگرد در خاک و انتقال مجدد گوگرد در گیاه باشد، لذا فراهمی گوگرد در گیاه می تواند بر پر شدن دانه و افزایش عملکرد اقتصادی آن تاثیرگذار باشد (فلاویو، ۲۰۰۷).کاپلان و آرمان (۱۹۹۸) در آزمایش گلخانه ای و مزرعه ای در خاک های آهکی پی بردندکه مصرف گوگرد، عملکرد محصول و نیز مقدار آهن، روی، منگنز، و فسفر جذب شده توسط سورگوم را افزایش داد. امانی وهمکاران (۱۳۸۶) درآزمایش گلخانه ای ارزیابی اثرات گوگرد بر غلظت نیتروژن و جذب آن از منابع مختلف توسط سویا به روش رقت ایزوتوپی، بررسی و مشاهده کردند که با افزایش سطح گوگرد و مساعد شدن شرایط خاک مقدار نیتروژن در کل گیاه افزایش یافته اما این افزایش برای رقم سحر تا سطح ۵ تن گوگرد در هکتار. مراد سپه وند (۱۳۸۹) به منظور بررسی تاثیر گوگرد میکرونیزه بر عملکرد و کیفیت (درصد

روغن و پروتئین) دانه سویا (رقم کلارک)، یک طرح تحقیقاتی دو ساله (۱۳۷۸و۱۳۷۹) در دشت الستر (استان لرستان) اجرا گردید. این طرح تحقیقاتی با انجام آزمایشی دارای ۵ تیمار گوگرد میکرونیزه تولید داخل(۱۰۰،۰،۲۰۰،۵۰۰ و۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی، اجرا نمود. تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) داده های بدست آمده نشان داد که در مجموع دو سال، اثر تیمارهای گوگرد بر عملکرد دانه سویا در سطح ۱درصد معنی دار اما بر درصد روغن و پروتئین دانه معنی دار نشده است. برای رقم ویلیامز تا سطح ۱۰تن گوگرد در هکتار ادامه داشت.

۲-۵-۲- تاثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر اسیدیته خاک

خاوازی و همکاران (۱۳۸۲و۱۳۸۱) به منظور بررسی اثر بخشی خاک فسفات به همراه گوگرد و مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس بر عملکرد کمی وکیفی سویا و اثرات باقی مانده آن بر گیاه ذرت، در ایستگاه تحقیقات آب و خاک کرج تحقیقی انجام دادند و ابراز داشتند که یکی از روشهای مصرف مستقیم خاک فسفات، استفاده از مواد اسید زا است. در بین مواد اسیدزا کاربرد گوگرد به همراه باکتریهای تیوباسیلوس، یکی از روشهای کاهش موضعی pH میباشد. اسید سولفوریکی که از اکسیداسیون گوگرد توسط باکترهای اکسید کننده گوگرد تولید می شود. با خاک فسفات واکنش داده و تولید مواد محلولتری مانند دی و مونو کلسیم فسفات می کند (زهران،۱۹۹۷).

۲-۵-۳- تاثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد بیولوژیک

بشارتی و فلاح (۱۳۸۸) در یک بررسی گلخانه ای کارایی کود بیولوژیک حاوی باکتری های تیوباسیلوس بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در خاکهای آهکی زیر کشت گندم مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که مصرف یک تن گوگرد در هکتار همراه با تیوباسیلوس به اندازه ۵۸/۴۹ درصد کود سوپر فسفات در تامین فسفر مورد نیاز گیاه و افزایش عملکرد موثر واقع شد. فلاحتگر و همکارانش (۱۳۹۰) در بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس و عملکرد ماده

خشک، میزان کلروفیل و جذب آهن و روی و بخش هوایی در دو رقم سویا، نیز نتیجه گرفتند که افزایش سطوح گوگرد و تلقیح تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک شد.

مسعود دادیور و محمدعلی خودشناس (۱۳۸۶) در آزمایش مزرعه ای تاثیر مصرف گوگرد بر جذب عناصر کم مصرف در لوبیا مشاهده نمودند که کاربرد گوگرد به میزان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به همراه باکتری تیوباسیلوس باعث افزایش معنی دار در عملکرد و باعث افزایش جذب عناصرکم مصرف آهن، روی، منگنز و مس شده است.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱ موقعیت محل و زمان اجرای آن

این آزمایش در فروردین ماه سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه ای واقع در ۱۲ کیلومتری شهرستان جغتای اجرا شد. بر اساس تقسیم بندیهای اقلیمی منطقه جغتای دارای آب و هوایی گرم و نیمه خشک می باشد میانگین بارش درسال ۹۳-۹۲، ۲۱۱/۲ میلیمتر بود. سردترین دمای سال منفی ۱۴/۲ درجه سانتیگراد، که در ماههای دی و بهمن ماه و گرمترین دمای سال از اواخر اردیبهشت تا اواخر مرداد ماه با ۴۵ درجه سانتیگراد، و میانگین دمای سالانه ۱۱/۲درجه سانتیگراد بود. به منظور بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۱۹۰ و مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۹، تیوباسیلوس و سطوح مختلف کودی گوگرد بر عملکرد نخود و پارامترهای خاک آزمایشی طی سال زراعی در اول فروردین ماه سال۱۳۹۳ در مزرعه ای واقع در شهرستان جغتای انجام شد.

۳-۲- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

نمونه گیری از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک محل اجرای طرح قبل از کشت جهت تعیین پارامترهای O.C، N، P، K، بافت، گچ، تخلخل، هدایت الکتریکی، رطوبت اشباع، pH ، آهک و وزن مخصوص ظاهری انجام گردید.

نتایج حاصل از آزمون خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۳-۱ قابل مشاهده است.

جدول (۳-۱) نتایج آزمایش خاک

عمق (Cm)	درصد اشباع (Sp)	EC (ds/m)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	درصد تخلخل	درصد رطوبت	درصد کربن آلی (O.C)	درصد ازت کل	فسفر قابل جذب (Ppm)	پتاسیم قابل جذب (Ppm)	درصد آهک	اسیدیته گل اشباع PH	رس clay%	لای silt%	ماسه sand%	کلاس بافت خاک
۰-۳۰	۴۱/۹	۰/۵۳	۱/۴۶	۴۸/۷	۶/۴۶	۰/۹۵	۰/۰۹	۵/۸	۵۵۸	۶	۷/۶۹	۴۰	۴۵	۱۵	L- Si

۳-۳- طرح آماری و تیمارهای بکار رفته در آزمایش

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و هجده تیمار (۲×۳×۳) انجام گردید. در این آزمایش، سه سطح کود گوگردی (صفر و۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هر هکتار) و باکتری تیوباسیلوس در دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح تیوباسیلوس نئوپاروس استرین تی بی ۹۳) مزوریزوبیوم سیسری در سه سطح (عدم تلقیح، تلقیح با مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۱۹۰ و تلقیح با مزورزوبیوم سیسری استرین ام اس ۹). کرت ها به ابعاد ۲×۴ متر، فاصله ی بین خطوط کشت ۶۰ سانتی متر و فاصله‌ی کشت روی خطوط ۲۰ سانتی متر، بین هر کرت تا کرت بعدی ۶۰ سانتی تر و فاصله ی بین دو تکرار از یکدیگر ۱ متر در نظر گرفته شد. باکتری به صورت بذرمال همراه با هر بذر وارد خاک گردید. برای تعیین برخی خصوصیات شیمیایی خاک مثل EC و pH و فسفر، نیتروژن، پتاسیم، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک بصورت تصادفی از همه کرت‌ها نمونه برداری شد. همچنین برخی خصوصیات رشد و در نهایت عملکرد نخود اندازه گیری شد.

جدول ۳-۲اجرای آزمایش فاکتوریل ۳×۳×۲ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی را نشان می دهد

جدول ۳-۲- اجرای آزمایش فاکتوریل ۳×۳×۲ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی

بلوک اول

R0T0S0	R0T0S2	R0T0S3	R0T1S0	R0T11S2	R0T1S3	R1T0S0	R1T0S2	R1T0S3	R1T1S0	R1T1S2	R1T1S3	R2T0S0	R2T0S2	R2T0S3	R2T1S0	R2T1S2	R2T1S3

بلوک دوم

R2T1S3	R0T0S2	R0T0S0	R0T0S3	R0T1S0	R1T1S0	R1T1S2	R1T0S0	R2T1S2	R2T0S0	R0T11S2	R0T1S3	R1T0S2	R1T1S3	R1T0S3	R2T1S0	R2T0S3	R2T0S2

بلوک سوم

R1T1S0	R1T0S0	R0T1S3	R0T0S3	R0T0S2	R0T0S0	R0T1S0	R1T1S2	R1T0S2	R1T1S3	R1T0S3	R2T0S0	R2T0S3	R2T1S2	R2T1S3	R2T1S0	R2T0S3	R2T0S2

۳-۴- عملیات زراعی

زمین مورد نظر قبل از انجام آزمایش در فصل تابستان زیر کشت هندوانه بود، و در زمستان آیش بود، در اسفند ماه زمین مورد نظر آبیاری و بعد از چند روز که زمین گاورو بود توسط گاو آهن برگرداندار شخم عمیق زده شد. به منظور خرد کردن کلوخه ها و آماده سازی بستر بذر، عملیات دیسک زنی و تسطیح انجام گردید. و کودهای شیمیای اوره ۲۰ کیلوگرم و فسفاته و پتاسه هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کشت به زمین افزوده شد. در تاریخ ۹۳/۱/۱ زمین زیر کشت رفت. پس از کاشت و استقرار بوته ها در مرحله ۴-۲ برگی نسبت به انجام عملیات تنک و وجین اقدام گردید. با توجه به رشد علفهای هرز، عملیات وجین تا پایان رشد رویشی ادامه یافت. مبارزه با علفهای هرز و آبیاری در تمامی کرت ها به طور یکسان صورت گرفت. و براساس عرف محل سه بار آب به همه کرت داده شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک برداشت محصول آغاز گردید. علائم رسیدگی فیزیولوژیک عبارتند از: زرد شدن برگها، سفت شدن دانه ها. و سپس از همه کرت ها نمونه خاک برداشته و برای آنالیز به آزمایشگاه انتقال یافت.

۳-۵- کود گوگردی

با توجه به تصادفی بودن تیمار بلوک ها، به تیمارهای که حاوی گوگرد بود، برحسب نوع تیمار مقدار (۰،۵۰۰،۱۰۰۰)کیلوگرم در هکتار گوگرد گرانوله اضافه شد.

۳-۶- تلقیح باکتری

بعد از آماده سازی زمین بذور نخود در کرتهایی به مساحت ۸ متر مربع (۲ × ۴) کشت گردید. عملیات کاشت به وسیله دست انجام گرفت. رقم مورد کشت در این آزمایش، رقم محلی بود بذر مصرفی به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. به منظور تثبیت بیولوژیکی مناسب در گیاه نخود باکتری های تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم بلافاصله قبل از کشت با بذور نخود تلقیح گردید. که باکترهای تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم از مرکز تحقیقات گرگان تهیه گردید. بذرهای نخود قبل از

کاشت رویه یک کیسه با باکتری تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم (۱۰۰ گرم مایه تلقیح باکتری برای ۲۰ کیلوگرم بذر نخود)، یک لیتر آب، ۱۰۰ گرم شکر (محلول ۱۰ درصد شکر) با هم دیگر مخلوط شدند. افزودن محلول ۱۰ درصد شکر برای افزایش گرایش باکتری ها به پوسته بذر، هم چنین شکر منبع غذایی مناسبی برای باکتری تا موقع کاشت است. ذکر این نکته ضروری است که آغشته نمودن بذور با باکتریها در محوطه ی سایه دار صورت پذیرفت زیرا باکتری به نور حساس می باشد، و همچنین به منظور جلوگیری از اتلاف باکتری ها، کشت در کوتاه ترین زمان انجام شد.

۳-۷- نمونه برداری و اندازه گیری صفات مورد بررسی گیاه

در طی فصل رشد و در مرحله برداشت صفات گیاهی مورد بررسی شامل بعد از رشد فیزیولوژیکی گیاه به منظور اندازه گیری صفات زراعی گیاه از قبیل تعداد غلاف در بوته، تعداد گره در ریشه، طول ساقه، طول ریشه، با رعایت حاشیه ها، نمونه برداری این صفات بر روی ۱۰ بوته رقابت کننده در هر کرت بطور تصادفی انتخاب شدند.

۳-۷-۱- ارتفاع بوته

از ده بوته انتخابی در هرکرت ارتفاع بوته هر گیاه نخود بطورجداگانه شمارش و سپس میانگین ارتفاع بوته گیاه نخود در هر کرت در نظر گرفته شد.

۳-۷-۲-تعداد غلاف در بوته

از ده بوته انتخابی در هرکرت تعداد غلاف در هر بوته بطورجداگانه شمارش و سپس میانگین ارتفاع بوته گیاه نخود در هر کرت در نظر گرفته شد.

۳-۷-۳-تعداد گره در ریشه

از ده بوته انتخابی در هرکرت تعداد گره در ریشه در گیاه نخود بطور جداگانه شمارش و سپس میانگین تعداد گره در ریشه در گیاه نخود در هر کرت در نظرگرفته شد.

۳-۷-۴- طول ریشه

از ده بوته انتخابی در هرکرت طول ریشه در گیاه نخود بطور جداگانه شمارش و سپس میانگین میانگین طول ریشه در گیاه نخود در هر کرت در نظر گرفته شد.

۳-۷-۵- عملکرد دانه در هکتار

از هر کرت با حذف ردیف های کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر ردیف وسطی به عنوان اثر حاشیه ای، مساحتی معادل ۱ متر مربع برای تعیین عملکرد دانه در هکتار برداشت شد.

۳-۷-۶- میزان پروتئین دانه

به منظور قرائت پروتئین دانه از دستگاه کجلدال استفاده گردید. ابتدا یک گرم پودر نخود را توزین کرده و داخل لوله های هضم ریخته و برای سرعت بخشیدن به عمل هضم ۱/۱ گرم از مخلوط سولفات ها (۲۰۰گرم سولفات پتاسیم، ۴۰گرم سولفات مس، و ۲گرم سلنیوم)که پودر شده و با هم مخلوط شدند و بعنوان کاتالیزور به ماده خشک پودر نخود اضافه شد سپس ۶ سی سی اسید سولفوریک غلیظ و ۳سی سی آب مقطر اضافه شد و یک شب بماند، روز بعد نمونه را در دستگاه هضم به مدت یک ساعت روی دمای ۲۷۰درجه و سپس به آرامی روی دمای ۳۷۰ درجه سانتیگراد گذاشته در پایان عمل هضم رنگ خاک از حالت لجنی به رنگ سبز روشن، عصاره شفافی در می اید و بعد از سرد شدن بالن نمونه برای تقطیر مهیا می گردد، نمونه هضم شده پودر نخود را داخل لوله ریخته و چند بار عمل شستشو را تکرارکرده، و سپس توسط دستگاه کجلدال عمل تقطیر انجام شد (در مرحله تقطیر برای هر نمونه ۲۰ سی سی سود ده نرمال و اسید بوریک ۲ درصد ۲۵ سی سی، و ۲۵ سی سی اب مقطر لازم است) در پایان مرحله با اسید سولفوریک پنج صدم نرمال تیتر می کنیم، معرف که ترکیبی از ۶۶ میلی گرم متیل رد، ۹۹ میلی گرم بروموکروزول گرین است را در ۱۰۰میلی لیتر اتانول ۹۶ درصد بدست می آید، اضافه کرده تا محلول را از بی رنگی به رنگ قرمز آلبالویی تبدیل کرده.

مقدار ازت دانه نخود از رابطه زیر بدست می آید (احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۳).

رابطه (۳-۲) % N=[(a –b)/s] * 1.4 * mcf

میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای نمونه=a

میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای شاهد=b

وزن پودر دانه نخود خشک=s

نرمالیته اسید سولفوریک=m

mcf=moisture correction factor= (۱۰۰ + ٪ رطوبت)

درصد ازت ضرب در۶/۲۵ درصد پروتئین گیاه نخود بدست می آید.

۳-۸- صفات مورد اندازه گیری خاک

بلافاصله پس از برداشت محصول نسبت به نمونه برداری خاک اقدام گردید. پارامترهای مورد بررسی در آزمایشگاه خاک عبارتند از: هدایت الکتریکی(EC)، واکنش خاک (pH)، میزان فسفر قابل جذب خاک، میزان پتاسیم قابل جذب خاک، میزان ازت خاک.

۳-۸-۱- هدایت الکتریکی(EC)

مقدار EC عصاره حاصل از سوسپانسیون یک به دو با استفاده از دستگاه EC سنج اندازه گیری شد.

۳-۸-۲- واکنش خاک (pH)

مقدار pH عصاره حاصل از سوسپانسیون یک به دو با استفاده از دستگاه pH متر اندازه گیری شد.

۳-۸-۳- اندازه گیری میزان گوگرد خاک

اندازه گیری سولفات خاک به روش استات :

روش کار : ۱۰ گرم خاک (که از الک ۲۰ مشی گذرانده شده باشد) با ۲۵ میلی لیتر از محلول عصاره گیری در یک ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری برای مدت ۳۰ دقیقه ریخته شد سپس ۰/۲۵ گرم ذغال اکتیو در آن ریخته و برای ۳ دقیقه تکان دادن ادامه دادیم مخلوط خاک را با کاغذ صافی ۴۲ واتمن

که سولفات آن آزاد شده است صاف کرده ۱۰ میلی لیتر از محلول صاف شده را در یک ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری ریخته و ۱ سی سی از محلول اسید (اسید کلریدریک ۶ نرمال شامل۲۰ pmm گوگرد از K_2SO_4) اضافه کرده و محلول را دوران داده سپس ۰/۵گرم از کریستال کلرید باریم ($BaCl_2 ,2H_2O$) اضافه کرده و به مدت یک دقیقه این مخلوط را گذاشته و با شیکر حرکت چرخشی داده تا کریستال ها به خوبی حل شود در فاصله ۲ تا ۸ دقیقه بعد از حل شدن کریستال ها، پراکنش یا جذب نور با اسپکتوفتومتر مناسب در طول موج ۴۲۰ میلی میکرو خوانده و غلظت سولفات را با استفاده از منحنی استاندارد پیدا خوانده شد.

برای تهیه منحنی کالیبراسیون از رویه زیر پیروی کردیم؛

۰/۵۴۳۴ گرم از معرف پایه K_2SO_4 در محلول عصاره گیری در ارلن حجمی یک لیتری ریخته و با محلول عصاره گیری به حجم یک لیتر رساندیم. محلول حاصل دارای غلظت ۱۰۰ppm از گوگرد است با استفاده از نسبت های مختلف از محلول عصاره گیری و استاندارد ppm ۱۰۰ از گوگرد است. استانداردهای ۰، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ پی پی ام از گوگرد تهیه شد. برای این عمل از ارلن حجمی حداقل ۲۵ میلی لیتر استفاده کردیم. سپس ۰/۲۵ گرم از ذغال فعال به استاندارد ها اضافه و برای ۳ دقیقه هر کدام را بهم زدیم. سپس از کاغذ صافی ۴۲ واتمن عبور داده و ۱۰ سی سی از هر محلول در ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری ریخته و یک میلی لیتری از محلول اسید (اسید کلریدریک ۶ نرمال شامل۲۰ pmm گوگرد از K_2SO_4) به آن اضافه شد. ترکیب را بهم زده و نیم گرم از کلرید باریم اضافه شد. اجازه دادیم تا ارلن حاوی محلول به مدت یک دقیقه ثابت بماند. سپس ترکیب ارلن را حرکت چرخشی داده تا کریستال های نمک به خوبی حل شود. در مرحله بعد میزان جذب یا پراکنش نور در ۲ تا ۸ دقیقه بعد ازحل شدن کریستال ها بوسیله اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۲۰ قراعت شد نمودار استاندارد که رابطه بین درصد جذب یا پراکنش نور و غلظت است، رسم کرده تا گوگرد محلول بدست آید. و در هر آزمایش، یک نمونه شاهد صرف نظر از خلوص کاغذ صافی و مواد شیمایی تهیه شود.

محاسبات: اگر a غلظت گوگرد در نمونه برحسب میلی گرم بر لیتر و b غلظت گوگرد در شاهد برحسب میلی گرم بر لیتر باشد و w وزن نمونه خاک بر حسب گرم و v حجم عصاره گیری بر حسب میلی لیتر باشد؛

$$Ppm\ S=(a-b)*v/w$$ رابطه (۳-۱)

که دراینجا v=25 میلی لیتر، w=۱۰ گرم خاک می باشد. (احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۳).

۳-۸-۴- اندازه گیری میزان ازت خاک

برای اندازه گیری ازت خاک، از روش کجلدال استفاده شد. که روش اندازه گیری ازت خاک شبیه اندازه گیری پروتئین دانه نخود است با این تفاوت به جای پودر نخود از یک گرم خاک استفاده شد. مقدار ازت خاک از رابطه زیر بدست می آید (احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۳).

$$\%\ N=[(a-b)/s] * 1.4 * mcf$$ رابطه (۳-۲)

a=میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای نمونه

b=میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای شاهد

s=وزن خاک خشک

m=نرمالیته اسید سولفوریک

mcf=moisture correction factor= (۱۰۰ + ٪ رطوبت)

۳-۸-۱-اندازه گیری میزان فسفات خاک

فسفر به روش اولسن (۱۹۵۴)، اندازه گیری شد. طبق این روش یک گرم خاک را در لوله فالکون ریخته وسپس ۲۰ میلی لیتر$NaHCO_3$ بیکربنات سدیم (pH سدیم بیکربنات بایدد۸/۵ باشد که می توان از NaOH یک مولار جهت تنظیم pH استفاده کرد) به آن اضافه گردید و برای شفاف تر شدن محلول از ذغال اکتیو به اندازه نصف قاشق چای خوری استفاده شد. لوله ها روی شیکر افقی با سرعت

دویست به مدت سی دقیقه شیک شدند. سپس محلول با کاغذ صافی صاف شد. برای آنالیز نمونه به روش اسپکتوفتومتری احتیاج به ساخت دو محلول جداگانه است.

محلول A شامل:

۱- حل کردن ۱۲گرم آمونیوم مولیبدات در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر.

۲- حل کردن ۲۹۱/.گرم آمونیوم پتاسیم تارتارات در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر

۳- اضافه کردن این دو محلول در ۱۰۰۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۲.۵ مولار

۴- رساندن حجم محلول به ۲۰۰۰ میلی لیتر با استفاده از آب مقطر

نگه داری محلول در مکان تاریک و دور از نور (این محلول را تا چند روز می توان نگه داری کرد).

محلول B شامل:

حل کردن ۱.۰۵۵۶ از اسیدآسکوربیک در ۲۰۰میلی لیتر از محلول(A عمر این محلول ۲۴ ساعت است و باید روزانه ساخته شود). برای اندازه گیری فسفر خاک استانداردها ۰/۵، ۰، ۱، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، پی پی ام ساخته شد. از NaHCO3 به عنوان محلول BLANK (شاهد) استفاده شد. در داخل هر کووت مقدار ۳۰۰ میکرولیتر ازعصاره شفاف تهیه شده و ۱۰۰۰ میکرولیتر آب مقطر و ۳۰۰ میکرولیتر محلول B ریخته شد که طیف رنگ آبی را تشکیل دادند. جهت خواندن اعداد در دستگاه اسپکتوفتومتری مدل JENWAY 6305 طول موج روی ۸۸۲ نانومتر تنظیم شد و پس از صفر کردن عدد دستگاه در زمان قرائت محلول شاهد به ترتیب استاندارد ها و بعد از آن عصاره ها خوانده شد و میزان فسفر قابل جذب خاک به دست آمد (احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۳).

۳-۸-۵- اندازه گیری میزان پتاسیم خاک

استخراج پتاسیم قابل استفاده گیاه در شرایط خاکهای ایران با استفاده از استات آمونیوم نرمال خنثی صورت می گیرد. در اینجا نیز مقدار ۲/۵ گرم خاک عبور داده شده از الک دو میلیمتری توزین و ۵۰ میلی لیتر استات آمونیوم یک نرمال با pH=۷ به آن اضافه شد. محلول حاصل بعد از یک شبانه روز از کاغذ صافی عبور داده شد و مقدار پتاسیم هر محلول با دستگاه فلیم فتومتر Jenway (PFP7) بعد از قرائت استانداردها مورد سنجش قرار داده شد.

تهیه محلولهای مورد نیاز:

محلول عصاره گیر استات آمونیوم نرمال

مقدار۷۷/۰۸گرم استات آمونیوم خالص را در آب مقطر حل کرده و به حجم یک لیتر رسانده شد.

محلول های استاندارد :

ابتدا محلول ۱۰۰۰ پی پی ام پتاسیم ساخته شد، بدین صورت که مقدار ۱/۹۰۶۸گرم کلرور پتاسیم را دربالن یک لیتری حل نموده و به حجم یک لیتر رسانده شد. برای تهیه سری استاندارد ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و پنجاه میلی لیتر از استاندارد ۱۰۰۰ پی پی ام پتاسیم را برداشته و در بالن یک لیتری ریخته شد، سپس مقدار ۵۰ میلی لیتر از استات، آمونیوم دو نرمال به آن اضافه نموده و با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شد. این محلولها شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، و ۵۰ پی پی ام پتاسیم می باشند. صفر استاندارد روی صفر دستگاه فلیم فتومتر و بیشترین مقدار استاندارد روی صد دستگاه تنظیم شد سپس استانداردهای دیگر با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر قرائت شدند. و بعد مقدار پتاسیم محلول توسط دستگاه فلیم فتومتر مورد سنجش قرار رفت. منحنی استاندارد ها را رسم و از روی معادله خط آن، مقدار پتاسیم محلول به دست آمد. عدد به دست آمده از فرمول در بیست ضرب شده و مقدار پتاسیم قابل جذب بر حسب پی پی ام به دست آمد(نمونه ها بیست برابر رقیق شدند) (احیائی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۳).

۳-۹- تجزیه و تحلیل آماری داده ها:

تجزیه و تحلیل داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار spss انجام شد .برای رسم شکل ها ازنرم افزار اکسل استفاده شد و مقایسه میانگین ها با آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) و در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

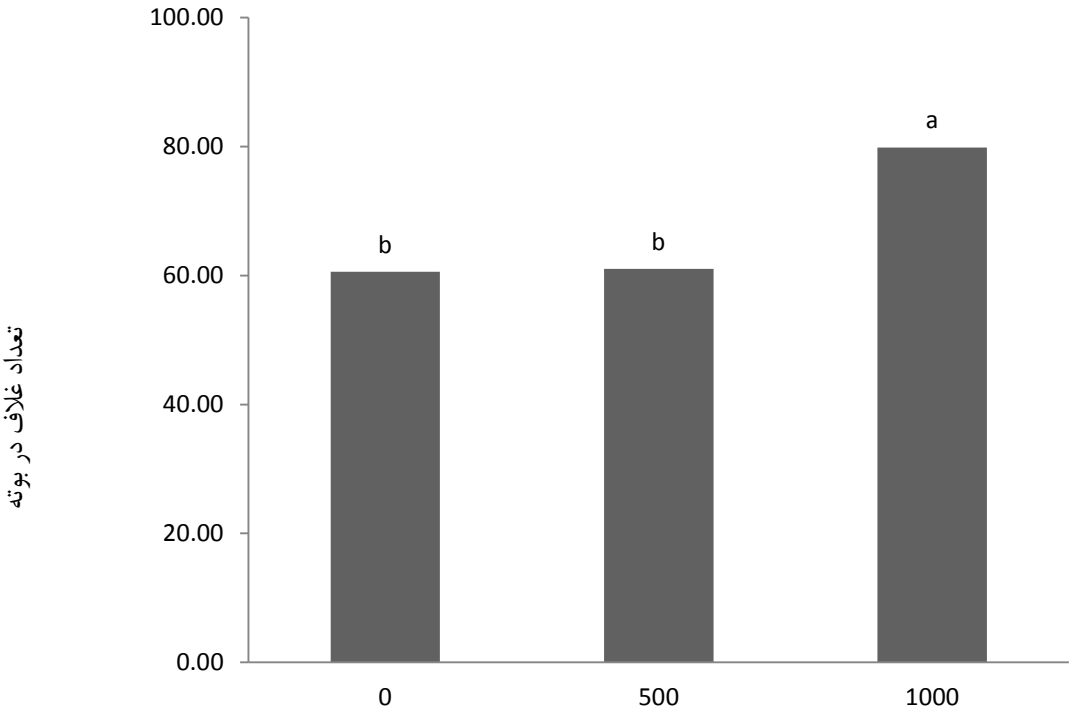
۴-۱- صفات زراعی

۴-۱-۱- ارتفاع بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس جدول (پیوست ۴- ا) مشاهده شد که اثر عوامل اصلی و متقابل تیمارها تفاوت معنی داری بر ارتفاع گیاه نداشت. افشاری و همکاران (۱۳۹۲) اظهار داشت که سویه های مختلف ریزوبیوم و باکتری محرک رشد گیاه در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته معنی دار نبود. دور از انتظار نیست که دربرخی موارد وضعیت مواد غذایی خاک اثرچشمگیری بر این صفت نداشته باشد.

۴-۱-۲- تعداد غلاف در بوته

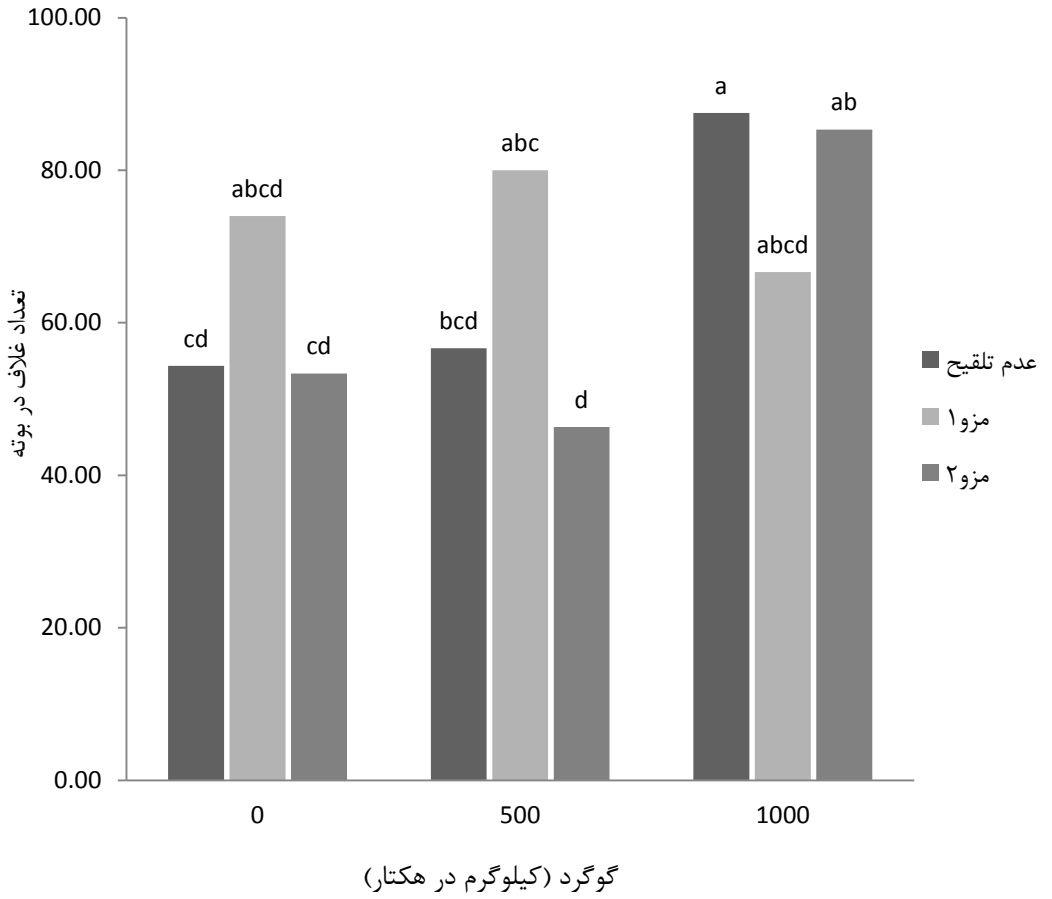
با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴-۱) اثر اصلی گوگرد تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل گوگرد ، مزوریزوبیوم در سطح پنج درصد بر تعداد غلاف در بوته درگیاه نخود گردید. کود گوگرد تاثیر مثبتی روی تعداد غلاف در بوته داشت که نتایج به دست آمده با نتایج سایرمحققان همخوانی دارد به این صورت که سلیمانی و اصغر زاده (۱۳۸۹) اظهار داشتند که مصرف سولفات روی، تفاوت معنی داری در تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد ایجاد نمود. مقایسه میانگین اثر گوگرد بر تعداد غلاف در بوته شکل (۴-۱) نشان می دهد که کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار، بیشترین تاثیر افزایش روی تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد گردید. به علت این که گوگرد نیز جزء عناصر ضـروری و پـر مصـرف برای رشد گیاهان به شمار می اید (التافت و همکاران، ۲۰۰۵). ولی در سطح ۵۰۰ کیلوگرم براین صفت مذکور معنی دار نبود.



شکل ۴-۱ تاثیر گوگرد بر تعداد غلاف در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس جدول (پیوست ۴-۱)نشان می دهد اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققان همخوانی دارد. افشاری و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که سویه های مختلف ریزوبیوم و باکتری محرک رشد گیاه تاثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر روی تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشتند. گزارش های علمی نشان می دهد که تلقیح باکتری همراه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه نیز در این تیمار نسبت به شاهد به ترتیب ۵۰ و ۶۰ درصد افزایش یافت (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۹). این امر را می توان به نقش کودهای بیولوژیک در فراهمی بهتر مواد غذایی گیاه و به تبع آن رشد بیشتر گیاه نسبت داد.

شکل (۴-۲) مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر تعداد غلاف در بوته نشان می دهد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، با ۳۱ درصد افزایش نسبت به شاهد می باشد. این امر را می توان به نقش کودهای بیولوژیک در فراهمی بهتر مواد غذایی گیاه و به تبع آن رشد بیشتر گیاه نسبت داد. گوگرد علاوه بر نقش تغذیه ای خود از طریق اصلاح pH و افزایش قابلیت جذب عناصرغذایی گیاه میتواند موجب افزایش رشد و تثبیت نیتروژن و در نتیجه افزایش رشد در گیاه شود و کمترین تعداد مربوط به تیمار کاربرد مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۹ و گوگرد در سطح ۵۰۰کیلوگرم در هکتار که باعث کاهش ۱۷ درصد تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد گردید.به دلیل اینکه قبل از نخود در زمین هندوانه کشت شده و کشت هندوانه به صورت جوی و پشته می باشد در قسمت جوی کود مرغ و کود های شیمیایی از قبیل اوره فسفات و ریزمغذی ها از جمله آهن و کودهای رشد دیگر اضافه میشود که در این قسمت از زمین، کشت محصول سال بعد عملکرد بهتری دارد و درقسمت پشته که هیچ نوع کودی اضافه نشده نسبت به قسمت جوی عملکرد بهتری ندارد، و کرت این تیمار در قسمت پشته قرار داشت.



شکل ۴- ۲- اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر تعداد غلاف دربوته.

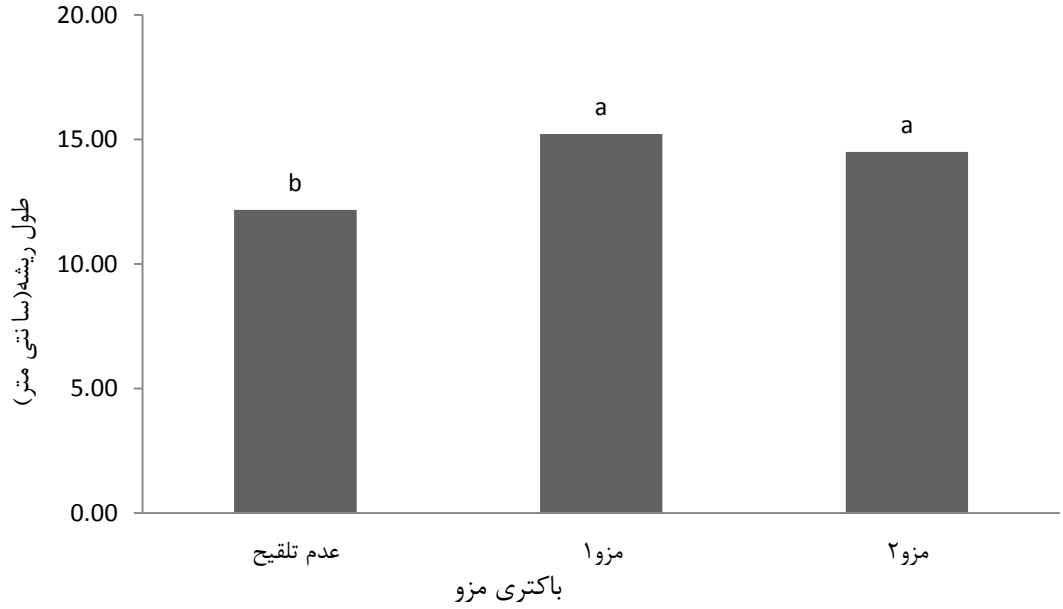
۴-۳-۱- تعداد گره در ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس جدول (پیوست ۴-۱) مشاهده می شود که اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها تفاوت معنی داری بر تعداد گره در ریشه نداشت.

۴-۱-۴- طول ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها بجز مزوریزوبیوم بر طول ریشه تفاوت معنی دار نداشت، و کاربرد مزوریزیبوم در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ریشه تفاوت معنی دار گردید. مقایسه میانگین اثر مزوریزوبیوم بر طول ریشه شکل (۴-۳) نشان می دهد که بیشترین طول ریشه نسبت به شاهد مربوط به تیمار مزوریزوبیوم سیسری

استرین ام اس ۱۹۰ که طول ریشه افزایش یافت. بدلیل اینکه باکتری های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن جو و متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت های هوایی گیاهان می شوند و با محافظت از ریشه ها در برابر عوامل بیماری زای خاکزی موجب افزایش محصول می گردد (گیلیک و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۴-۳- تاثیر مصرف مزوریزوبیوم بر طول ریشه.

۴-۱-۵- وزن ریشه

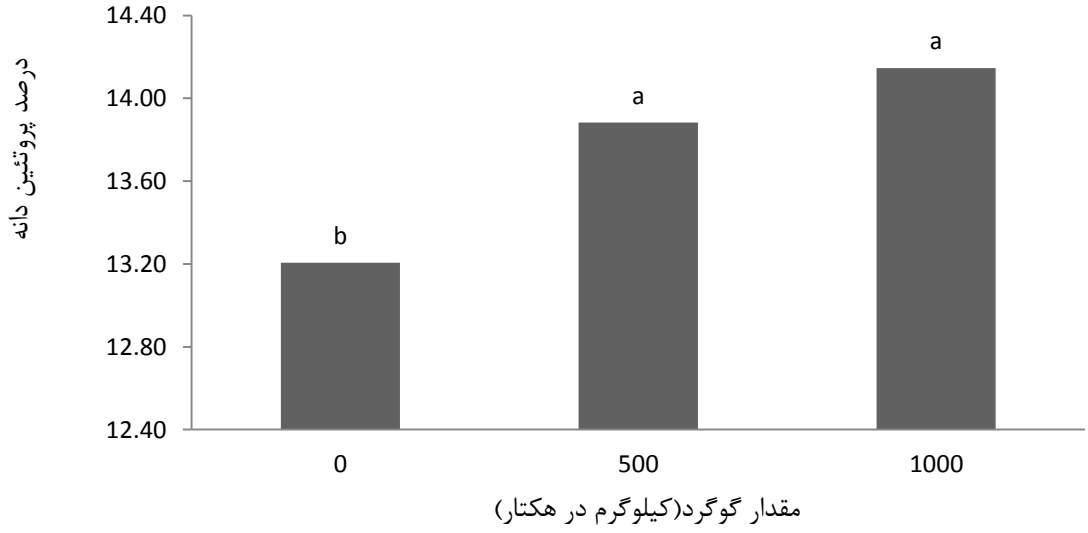
با توجه به جدول تجزیه واریانس جدول (پیوست ۴-۱) مشاهده می شود، که اثر اصلی و اثرات متقابل تیمارها بر وزن ریشه تفاوت معنی دار نداشت.

۴-۱-۶- پروتئین دانه

نتایج آنالیز تجزیه واریانس جدول(پیوست ۴-۱) نشان می دهد. که اثر اصلی تیمار های گوگرد، مزوریزوبیوم، مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد بر صفت مذکور

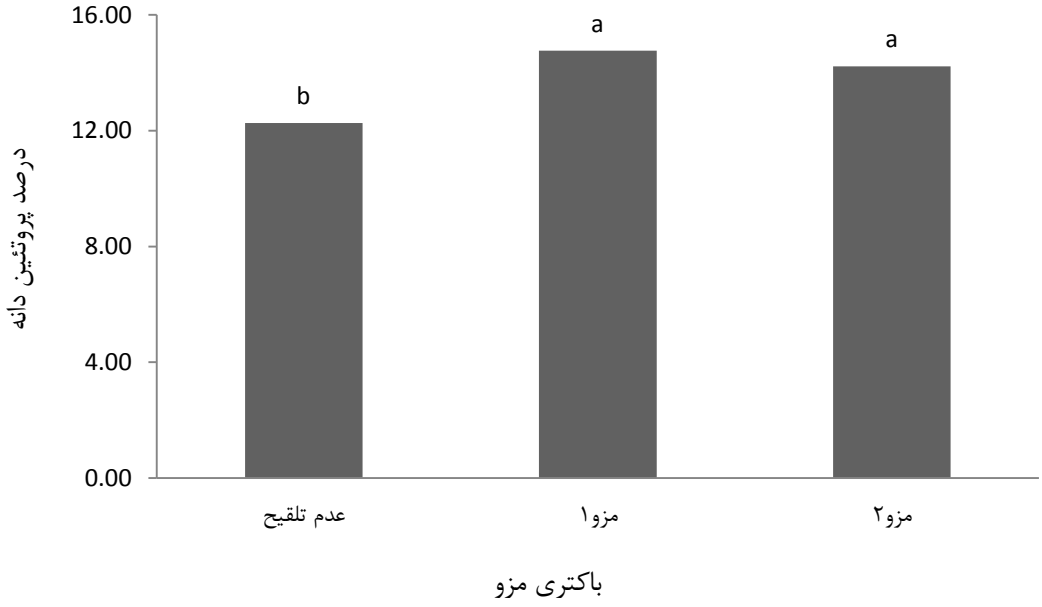
داشت. شکل (۴-۴) نشان می دهد که کاربرد گوگرد بر پروتئین دانه نخود تفاوت معنی داری داشت بطوری که درصد پروتئین دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر شده که نتایج به دست آمده با گزارش های علمی سایر محققان هم خوانی دارد. (نادری عارفی و همکاران، ۱۳۸۶) گزارش نمودند که تاثیر گوگرد بر درصد روغن، میزان پروتئین و وزن هزار دانه مثبت بود، اما ارتفاع بوته تحت تاثیر مصرف گوگرد قرار نگرفت.

گیاهان به گوگرد بعنوان یک ماده غذایی مهم نیـاز دارند گوگرد در ساختمان پروتئین و اسیدهای آمینه به کار می رود. نقش گوگرد در گیاهان، به طور عمده ساخت پروتئین، روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است. به طور کلـی گوگرد درتشکیل کلروفیل و تشکیل آنزیم نیتروژناز دخالت داشته و از تجمع نیترات جلوگیری می کند. مطالعات بین فعل و انفعالات گوگرد و نیتروژن در گندم در سطح عملکرد نشان داد که گوگرد یک ترکیب ضروری برای آنزیم های درگیر در متابولیسم نیتروژن، یون نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز است و کمبود آن منجر به کاهش جذب نیتروژن و تجمع نیترات در گیاهان می شود(کمپل،۱۹۹۹؛ مندل، ۱۹۹۷ ؛ سوامی و همکاران، ۲۰۰۵).



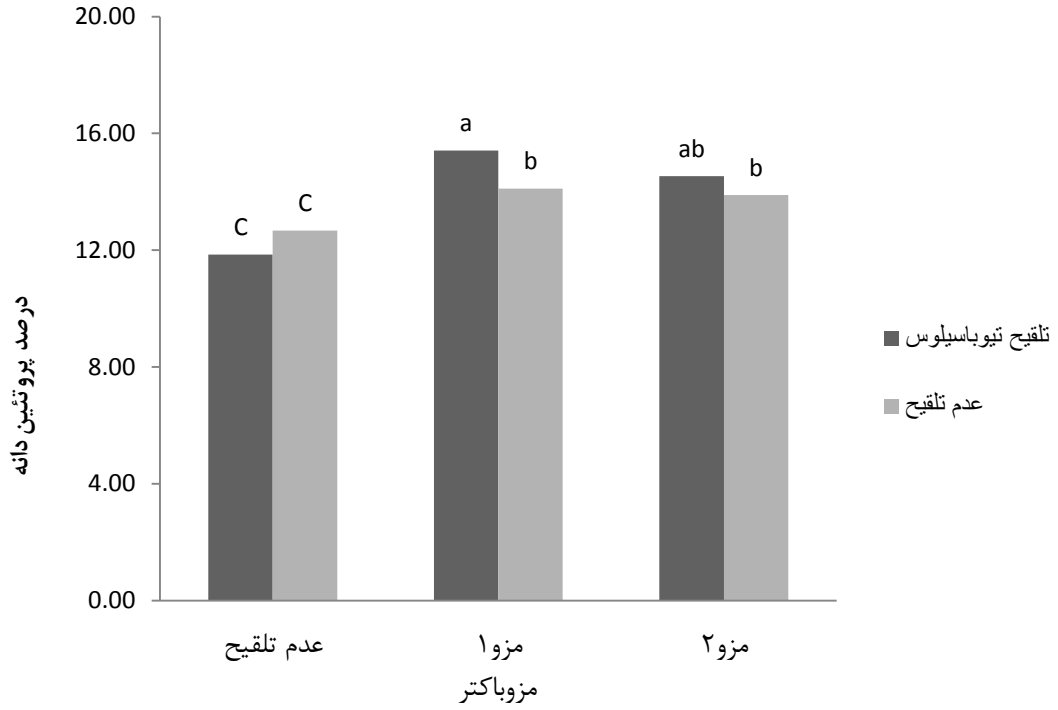
شکل۴-۴- اثر اصلی گوگرد بر درصد پروتئین دانه.

نتایج آنالیز واریانس جدول (پیوست۴-۱) نشان می دهد که مزوریزوبیوم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر پروتئین دانه نخود گذاشت، که نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد. محمودی و همکاران (۱۳۸۴) اظهار داشتند که تلقیح نخود با مزوریزوبیوم در مقایسه با بذور تیمار بدون تلقیح اثرمعنی دار در افزایش ماده خشک گیاهی، جذب فسفر و افزایش نسبی ازت گیاهی داشته است. شکل(۴-۵) مقایسه میانگین اثر اصلی مزوریزوبیوم بر پروتئین نخود را نشان می دهد. تیمارمزوریزوبیوم نسبت به شاهد، ۶ درصد باعث افزایش پروتئین در دانه نخود گردید.



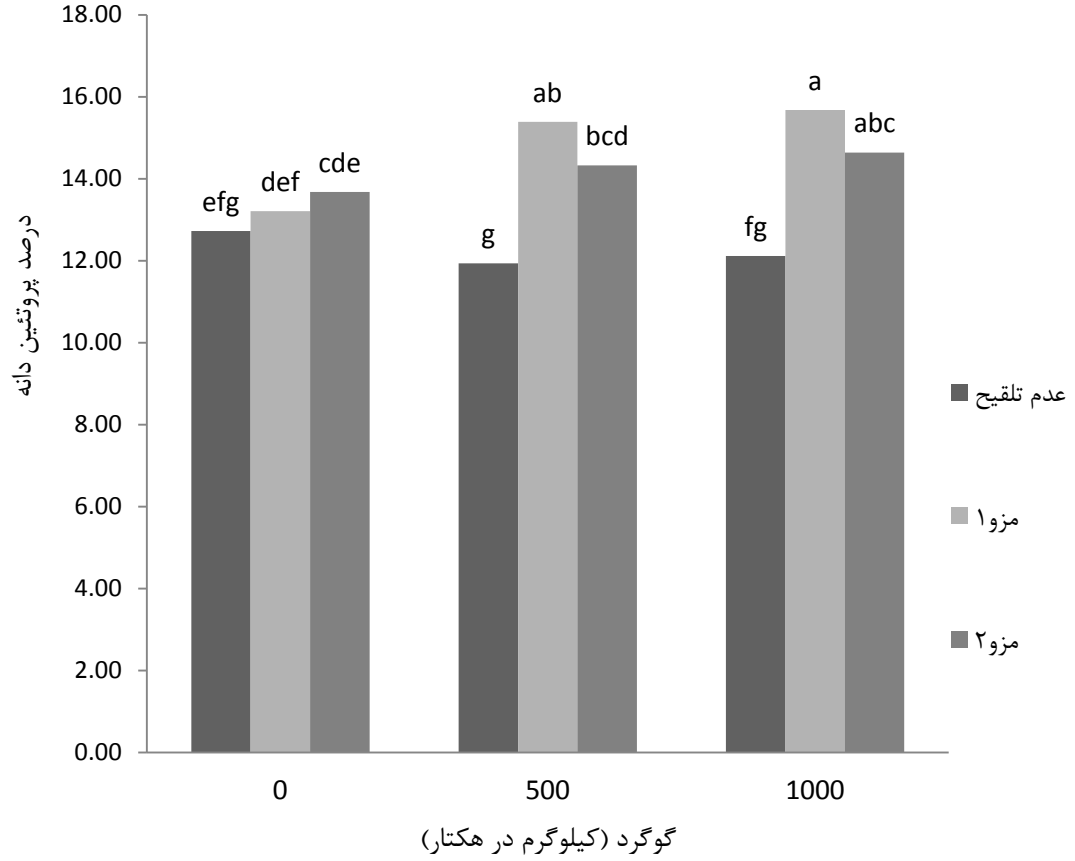
شکل ۴-۵- اثراصلی مزوریزوبیوم بر پروتئین دانه نخود.

نتایج آنالیز واریانس جدول (پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثر متقابل تیوباسیلوس و باکتری مزوریزوبیوم بر پروتئین دانه نخود در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار داشت که نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد گارگ و چندل (۲۰۱۱) نشان دادند که کاربرد توام قارچ میکوریزای و ریزوبیوم سبب افزایش عملکرد دانه و غلظت در میزان پروتئین و گوگرد دانه شد اثر متقابل تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم نشان می دهد که اضافه کردن تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم هر دو سویه، درصد پروتئین دانه نخود را نسبت به شاهد افزایش داد شکل (۴-۶).



شکل ۴-۶-اثر متقابل مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس بر پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس جدول (پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم تاثیر مثبتی بر پروتئین دانه داشته و در سطح احتمال یک درصد اختلافش معنی دار شد. مقایسه میانگین شکل (۴-۷) اثر متقابل گوگرد با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و مزوریزوبیوم سیسری ام اس ۹، نسبت به شاهد ۱۹درصد افزایش پروتئین داشته است. خسروجردی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که کاربرد ریزوبیوم و کود سولفات آهن بر عملکرد دانه، غلظت آهن، روی و درصد پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده است. این امر با توجه به تاثیر فراهمی مواد غذایی در رشد گیاه قابل توجیه است. کودهای بیولوژیک میکروارگانیسم هایی هستند که قادرند عناصر غذایی را از شکل بلا استفاده به شکل قابل استفاده تبدیل کنند. از آنجا که گوگرد جزء ساختمان پروتئین می باشد، باکتری تیوباسیلوس باعث می شود که گوگرد به سولفات تبدیل شده و قابل جذب گیاه شود و هم چنین مزوریزوبیوم ازت هوا را به ازت قابل جذب برای گیاه تبدیل می کند و این تبدیل در یک پروسه بیولوژیکی انجام می گیرد؛ که با فراهم شدن مواد غذایی کیفیت و کمیت محصول بیشتر می شود.



شکل ۴-۷- اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر درصد پروتئین دانه.

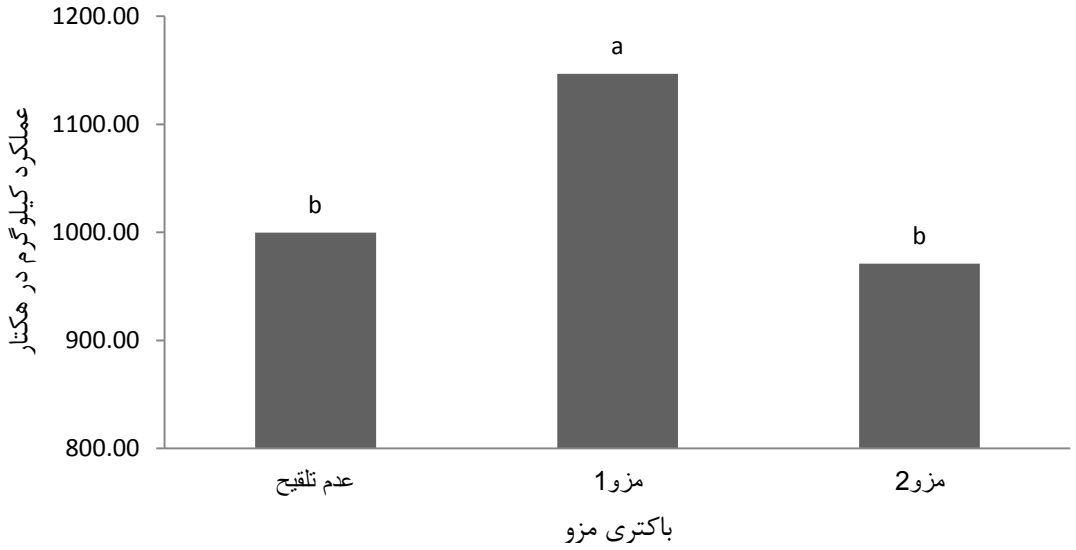
۴-۱-۷- عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول (پیوست ۴-۱) نشان داد که اثر عوامل اصلی مزوریزوبیوم و اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس، گوگرد و مزوریزوبیوم بر روی میزان عملکرد در سطح یک درصد معنی دار شده است. جدول تجزیه واریانس تیمارها نشان می دهد،که سویه های مختلف ریزوبیوم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی داری گردید؛که با نتایج تحقیقات دیگر دانشمندان هم خوانی دارد. سوقوط (۲۰۰۶) در بررسی تاثیر کود نیتروژن و تلقیح با باکتری رایزوبیوم بر ارقام مختلف سویا گزارش کرد که تلقیح با باکتری رایزوبیوم در مقایسه با کاربرد ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در بهبود عملکرد کیفی و کمی سویا موثرتر است. شریواستاوا و همکاران (۲۰۰۰) در

بررسی اثر تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر روی سویا گزارش کردند که تلقیح با ریزوبیوم سبب افزایش ۸ درصدی عملکرد سویا در مقایسه با کاربرد معمول کود داشته است.

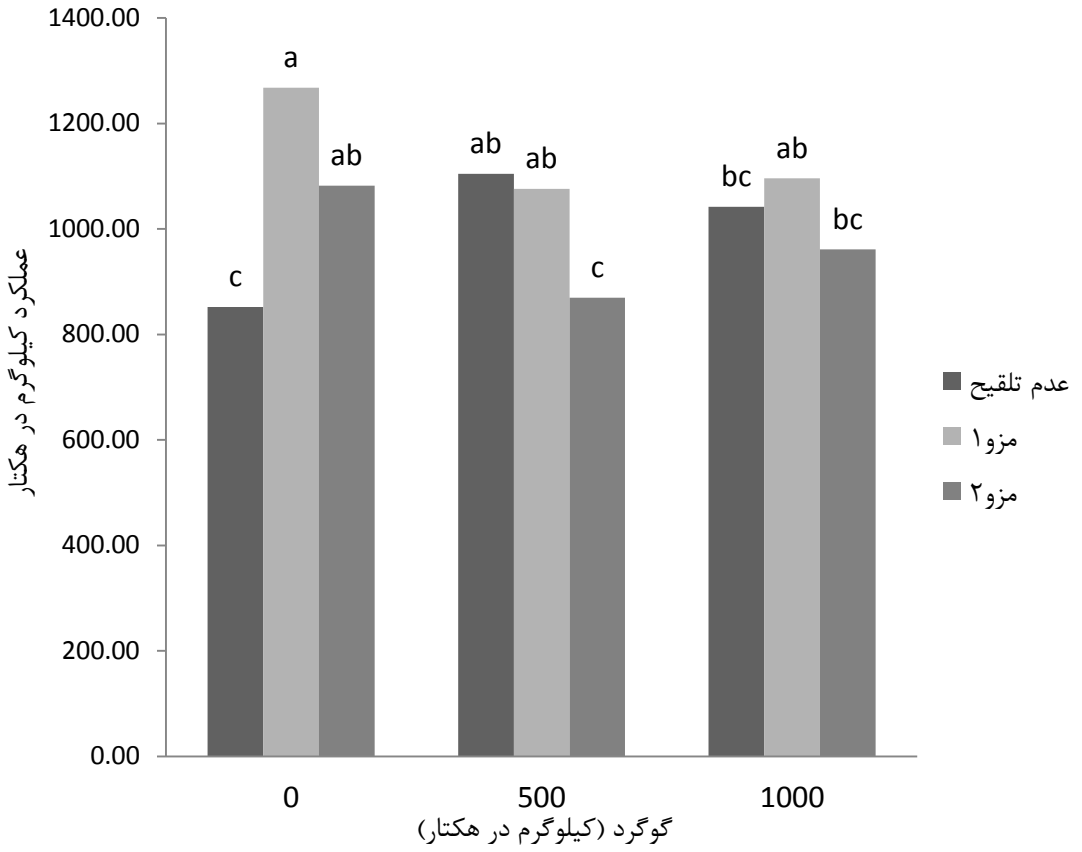
اثرات تشدید کننده ی رشد گیاهانی که با باکتری ریزوبیوم تلقیح شده اند، به دلیل تولید فیتوهورمون، محدود شدن رشد قارچ های پاتوژن، تثبیت نیتروژن مولکولی افزایش کارآیی منابع نیتروژن دار و سایر عناصر غذایی، تولید و ترشح سیدروفورها و ایجاد مقاومت در برابر تنش های محیطی بوده اند و در نتیجه عملکرد افزایش میابد (محمودی و همکاران، ۱۳۸۴).

مقایسه میانگین که به روش LSD انجام شد نشان می دهد که بالاترین عملکرد دانه مربوط به تیمار مزوریزوبیوم سیسری ۱۹۰ و به مقدار۱۱۴۶.۷۳ کیلوگرم در هکتار بوده که با توجه به اینکه مزوریزوبیوم باعث افزایش فتوسنتز و فراهمی عناصر در نتیجه عملکرد زیادتر می شود. و کم ترین عملکرد مربوط به تیمار مزوریزوبیوم سیسری ۹ به مقدار ۹۷۱.۰۷ کیلوگرم در هکتار است که ۱۳ درصد کاهش عملکرد را نسبت به شاهد نشان می دهد (شکل ۴-۸). به دلیل اینکه قبل از کشت نخود در زمین هندوانه زیر کشت بود و کشت هندوانه به صورت جوی و پشته می باشد در قسمت جوی کود مرغ و کود های شیمیایی از قبیل اوره فسفات و ریزمغذی ها از جمله آهن و کودهای رشد دیگر اضافه میشود که در این قسمت از زمین، کشت محصول سال بعد عملکرد بهتری دارد و درقسمت پشته که هیچ نوع کودی اضافه نشده نسبت به قسمت جوی عملکرد بهتری ندارد، و کرت این تیمار در قسمت پشته قرار داشت.



شکل ۴-۸- اثر متقابل مزوریزوبیوم بر عملکرد نخود.

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر متقابل سویه های مختلف ریزوبیوم و گوگرد بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی داری گردیده و مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف گوگرد و مزوریزوبیوم (شکل۴-۹) نشان داد که بالاترین عملکرد دانه مربوط به سیسری استرین ام اس ۱۹۰ به مقدار ۱۲۶۸.۱۳ کیلو گرم در هکتار با ۳۳ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد نشان می دهد. باکتری ها موجب افزایش فتوسنتز و تولید مواد پرورده گردیده و در مرحله پر شدن دانه ها، اسیمیلات بیشتری به دانه ها انتقال یافته و منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. گوگرد برای رشد و نمو گیاهان ضروری است این عنصر باعث تحریک دانه شده (بودهار و همکاران، ۲۰۰۵). با افزایش گوگرد، باعث افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه باعث افزایش عملکرد می شود (اخوان،۱۳۹۱).



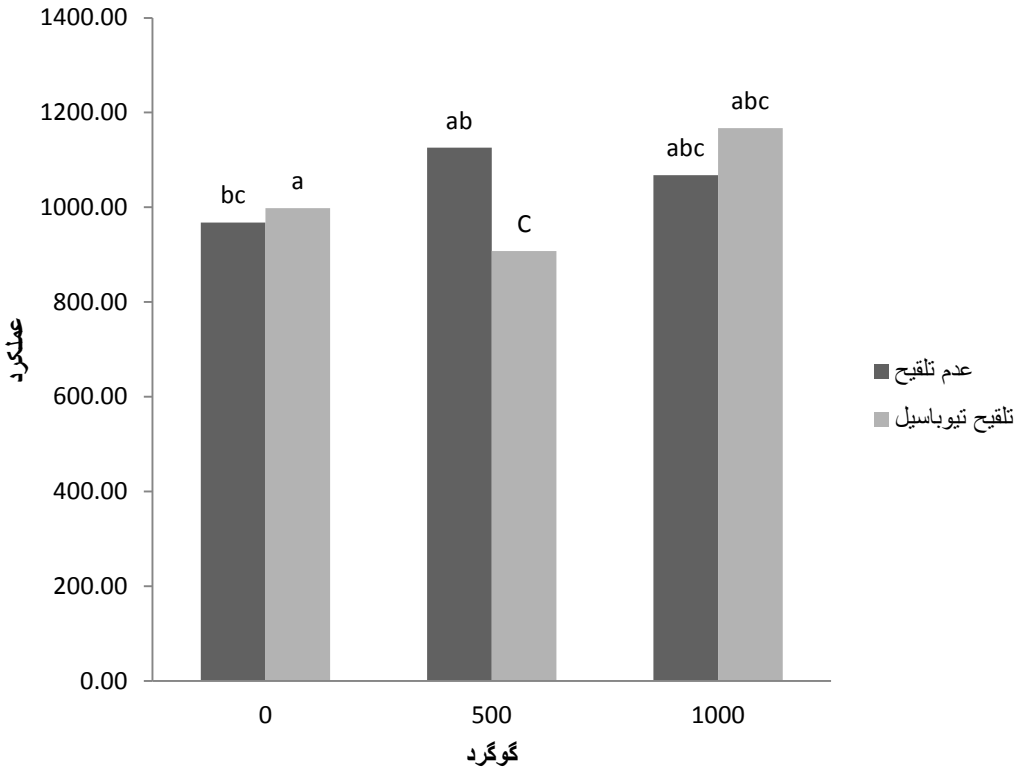
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین های اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر عملکرد نخود.

نتایج جدول (پیوست ۴-۱) تجزیه واریانس نشان داد که اضافه کردن سطوح مختلف گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد درسطح احتمال یک درصد اثرمعنی دار داشت، که با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد؛ فلاحتگر و همکارانش (۱۳۹۰) در بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس، بر عملکرد ماده خشک، میزان کلروفیل و جذب آهن و روی بخش هوایی در دو رقم سویا، افزایش نشان داد. افزایش سطوح گوگرد و تلقیح تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک شده و در نتیجه جذب عناصر غذایی افزایش یافته و این باعث افزایش عملکرد می شود.

مقایسه میانگین های اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد نخود (شکل۴-۱۰) نشان می دهد که بیشترین عملکرد مربوط به باکتری تیوباسیلوس می باشد؛ که عملکرد ۱۷ درصد افزایش نسبت به

شاهد نشان داد. باکتری تیوباسیلوس باعث اکسایش گوگرد شده و اسید سولفوریک تولید شده، باعث جذب عناصر غذایی گردیده و در نهایت عملکرد بیشتری حاصل می شود.

تاثیر مصرف گوگرد بر آزاد سازی عناصر غذایی تثبیت شده خاک منوط به اکسایش آن در خاک و تولید اسید سولفوریک می باشد. اسید تولید شده باعث آزاد سازی عناصر غذایی تثبیت شده خاک می شود و در نهایت افزایش جذب عناصر بوسیله گیاه که باعث افزایش عملکرد نخود می گردد. اکسایش گوگرد در خاک عمدتا به صورت بیولوژیکی و توسط اورگانیسم های مختلف از جمله باکتری جنس تیوباسیلوس صورت می گیرد (بشارتی و صالحین،۱۳۷۹).

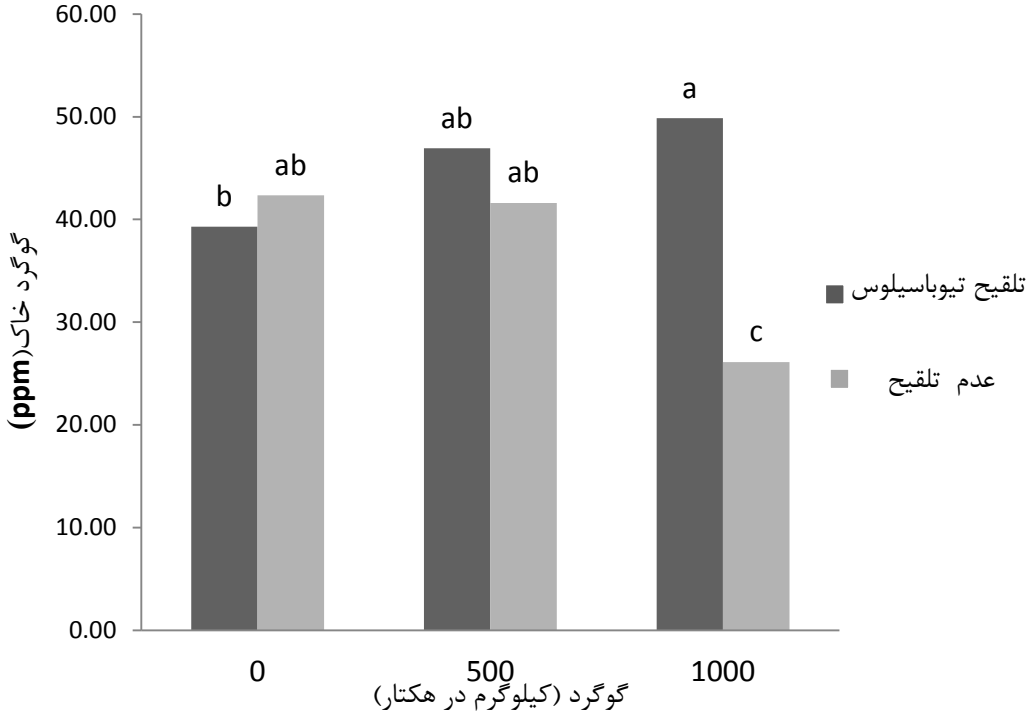


شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین های اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد نخود.

۴-۲- صفات مورد اندازه گیری خاک

۴-۲-۱- گوگرد خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول (پیوست ۴-۱) نشان داد که باکتری تیوباسیلوس همراه با گوگرد، باعث افزایش گوگرد قابل جذب در سطح احتمال یک درصد شده است. که با نتایج سایر محققان همخوانی دارد. بشارتی،۱۹۹۸؛ کاپلان و آرمان (۱۹۹۸) نشان دادند در بیشتر موارد افزایش مقادیر کود گوگرد و کود بیولوژیک تیوباسیلوس باعث افزایش عملکرد و همین طور غلظت و جذب عناصر غذایی توسط گیاه شده و این نتایج بیانگر اثر مثبت افزودن این کود ها می باشد بدلیل اینکه گوگرد موجود در خاک توسط تیوباسیلوس به فرم قابل جذب تبدیل می شود. مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر گوگرد قابل جذب خاک شکل (۴-۱۱) نشان داد که بیشترین افزایش گوگرد قابل جذب خاک مربوط به کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد همراه با تیوباسیلوس می باشد که نسبت به شاهد باعث افزایش ۲۱ درصدی گوگرد قابل جذب خاک گردید.



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر گوگرد قابل جذب خاک

۴-۲-۲- ازت خاک

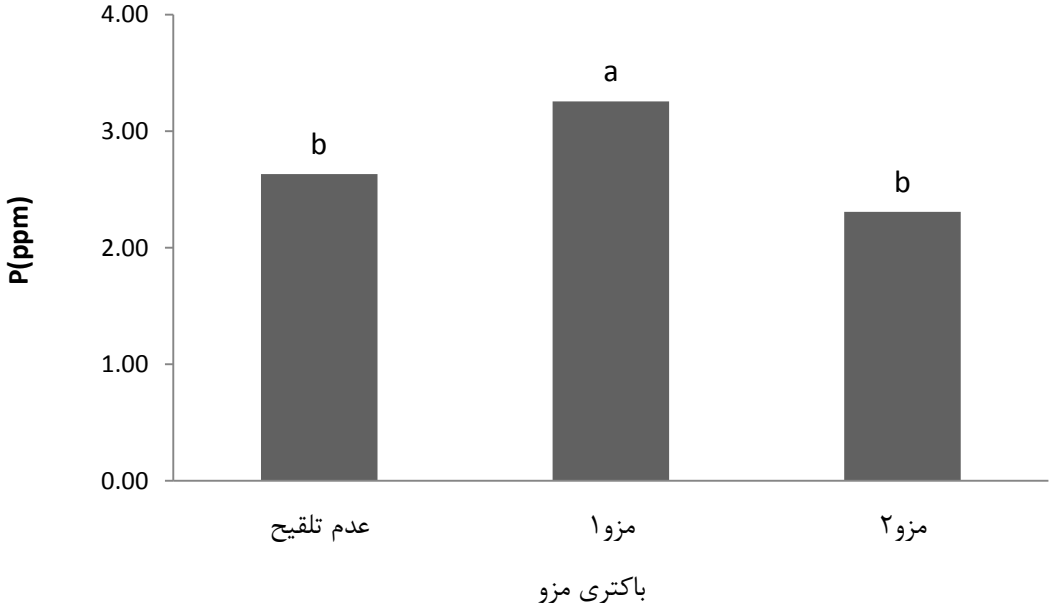
با توجه به نتایج تجزیه واریانس جدول (پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثر تیمارهای اصلی و اثرات متقابل عوامل بالا بر ازت قابل جذب خاک تفاوت معنی داری نداشت.

۴-۲-۳- فسفات خاک

با توجه به نتایج تجزیه واریانس جدول(پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثر اصلی گوگرد، مزوریزوبیوم، و اثرات متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم، گوگرد و تیوباسیلوس، تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم، گوگرد و مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس تاثیر مثبتی بر قابلیت جذب فسفر خاک گذاشت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. با توجه به جدول تجزیه واریانس کاربرد گوگرد باعث افزایش ۲۳ درصد فسفر قابل جذب در خاک گردید. کاچا و همکاران(۱۹۹۷) نتیجه گرفتند که جذب فسفر توسط لوبیا با افزایش مقدار گوگرد افزایش یافته است. همانطور که شکل (۴-۱۲) نشان می دهد که بیشترین فسفر قابل جذب مربوط به کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار می باشد؛ بدلیل اینکه گوگرد در خاک pH خاک را کاهش داده و فسفر که در خاکهای آهکی بصورت تری و دی کلسیم تثبیت شده، به فرم فسفات قابل جذب تبدیل می کند.

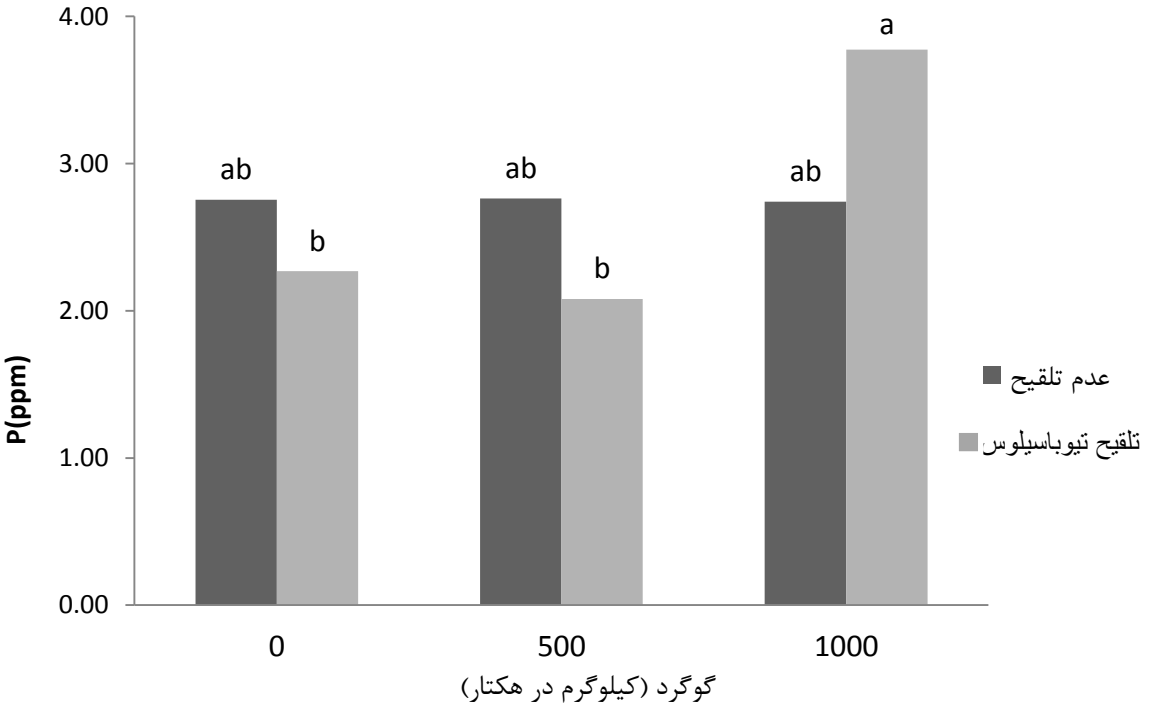
شکل۴-۱۲- تاثیر گوگرد بر فسفر قابل جذب.

با توجه به جدول تجزیه واریانس پیوست (جدول ۴-۱) اضافه کردن مزوریزوبیوم قابلیت دسترسی فسفر را افزایش داد؛ که با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد، در تحقیقی که توسط دانشی (۲۰۰۵) بر روی نخود انجام گرفت جذب عناصر غذایی از قبیل فسفر و پتاسیم در تیمارهای تحقیقی ریزوبیوم بیشتر از سایر تیمارها بوده و اختلاف معنی دار در سطح یک درصد در بین تیمارها نشان می دهد. الکرکی (۲۰۰۶) نیز گزارش کرد که تلقیح بذر گوجه فرنگی با گلوموسه باعث افزایش ماده ی خشک ریشه، اندام هوایی و همچنین غلظت فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس شد. در گیاه نخود با تلقیح گلوموسه جذب فسفر، تعدادگره ها، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و فعالیت نیتروژناز افزایش یافت. شکل (۴-۱۳) مقایسه میانگین تاثیر مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۱۹۰ را بر فسفر نشان می دهد که ۱۹ درصد افزایش نسبت به شاهد داشته است. بشارتی کلایه(۱۳۷۷) دریافت نمود که مصرف نیم درصد (وزنی) گوگرد عنصری با کاهش pH، مقدار فسفر قابل جذب خاک را از ۴/۹۹ به ۱۲/۸۷میلی گرم در کیلوگرم افزایش داد. در خاک های قلیایی فسفر توسط کلسیم تثبیت می شود که استفاده از گوگرد pH خاک را کاهش داده و فراهمی فسفر بیشتر می شود.



شکل ۴-۱۳- اثر اصلی مزوریزوبیوم بر فسفات قابل جذب خاک.

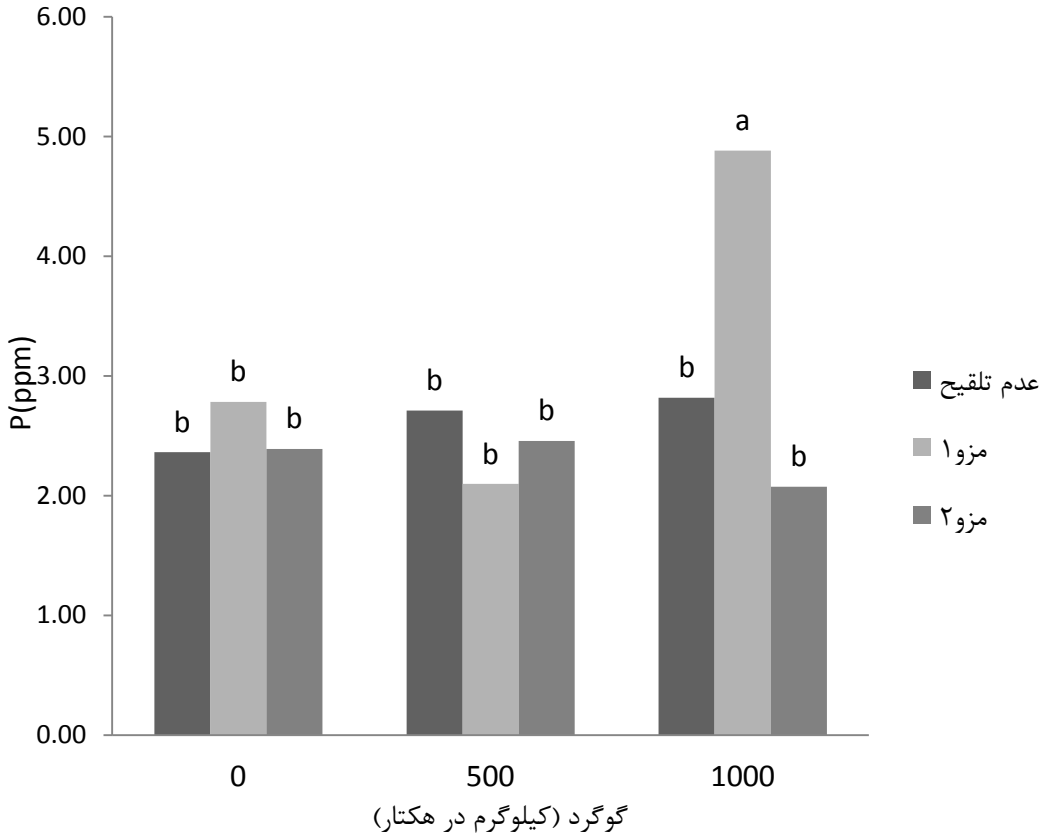
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق (جدول پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اضافه کردن گوگرد و تیوباسیلوس تاثیر معنی داری روی قابلیت جذب فسفر در سطح احتمال ۱ درصد داشته است؛ که با تحقیقات سایر دانشمندان همخوانی دارد بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۹) نشان دادند که مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس مقدار فسفر جذب شده توسط ذرت افزایش نشان داد. اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس روی فسفر نشان می دهد که بیشترین تیمار مربوط به اضافه کردن ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تلقیح باکتری تیوباسیلوس، که ۲۷ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان می دهد شکل (۴-۱۴). اما در حالت عدم تلقیح تیوباسیلوس در هرسه سطح گوگرد بر فسفر قابل جذب معنی داری ایجاد نکرده است.



شکل۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر فسفات قابل جذب خاک.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول پیوست (۴-۱) نشان می دهد که اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم اختلاف معنی داری بر قابلیت جذب فسفر در سطح احتمال یک درصد داشته است، که با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد. تحقیقی که توسط دانشی (۲۰۰۵) بر روی نخود انجام

گرفت جذب عناصر غذایی از قبیل فسفر و پتاسیم در تیمارهای تلقیحی ریزوبیوم بیشتر از سایر تیمارها بوده و اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد نسبت به تیمار شاهد را نشان داد. مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد همراه با تلقیح مزوریزوبیوم شکل (۴-۱۵) نشان می دهد که اضافه کردن ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد همراه با تلقیح مزوریزوبیوم نسبت به شاهد باعث افزایش ۵۲ درصد قابلیت جذب فسفر در خاک شده است. و در بقیه تیمارها تفاوت معنی داری بر صفت مذکور نداشت.

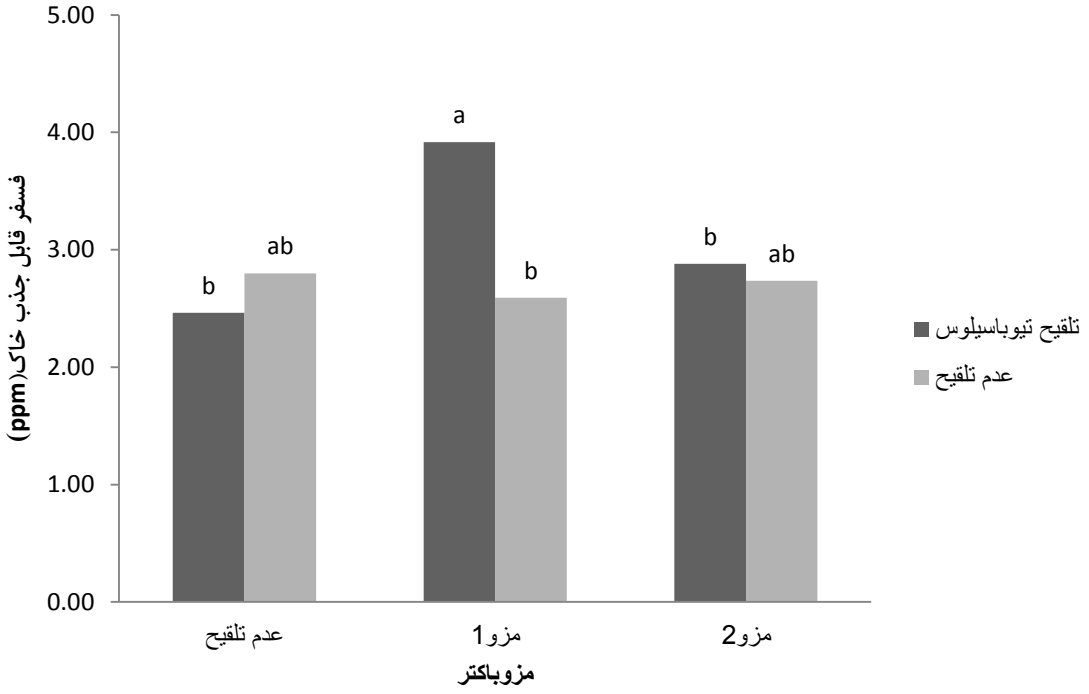


شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم برفسفات قابل جذب.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول (پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثر متقابل تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم تاثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر قابلیت جذب فسفر داشت

. احتشامی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که مصرف کودهای بیولوژیک روی ذرت باعث میشود میکروریز و ریزجانداران افزایش یابد و اثر مثبت بر جذب عناصر غذایی و عملکرد دارد.

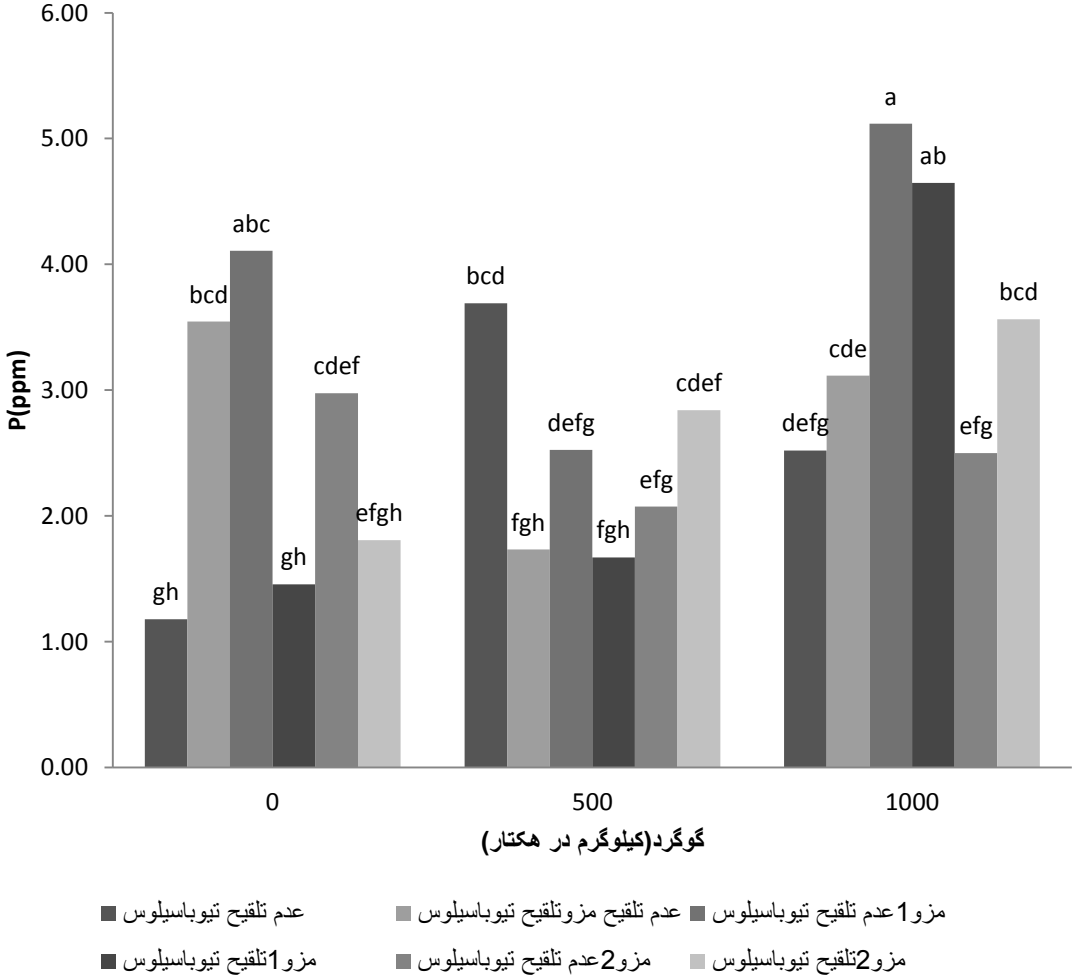
مقایسه میانگین اثر متقابل اضافه کردن تیوباسیلوس همراه با تلقیح مزوریزوبیوم سیسری ام اس ۱۹۰شکل ۴-۱۶ نشان می دهد که نسبت به شاهد باعث افزایش ۲۷ درصدی قابلیت جذب فسفر در خاک گردید. و تلقیح مزوریزوبیوم ام اس ۹ تفاوت معنی داری بر صفت مذکور نداشته است.



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر متقابل مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس بر فسفات قابل جذب خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول پیوست (۴-۱) نشان می دهد که اثر متقابل تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم همراه با گوگرد تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد روی قابلیت جذب فسفر خاک داشته است. استفاده از هر یک از کودهای زیستی(شامل کود مزوریزوبیوم و میکوریزا) موجب افزایش عملکرد دانه و افزایش غلظت های روی و فسفر شد (خسروجردی و همکاران،۱۳۹۲). بسیاری از پژوهشگران گزارش کردند جذب فسفر به وسیله گیاه با مصرف گوگرد و

تولید اسیدسولفوریک در نتیجه اکسایش آن توسط تیوباسیلوس، باعث کاهش PH، افزایش دسترسی فسفر می شود (زاپاتا و روی، ۲۰۰۴). در بقیه تیمارها هم فسفر قابل جذب با اضافه کردن باکتریها مزوریزوبیوم وتیوباسیلوس زیاد شد که نشان دهنده تاثیر مثبت این باکترها بر صفت مذکور می باشد.



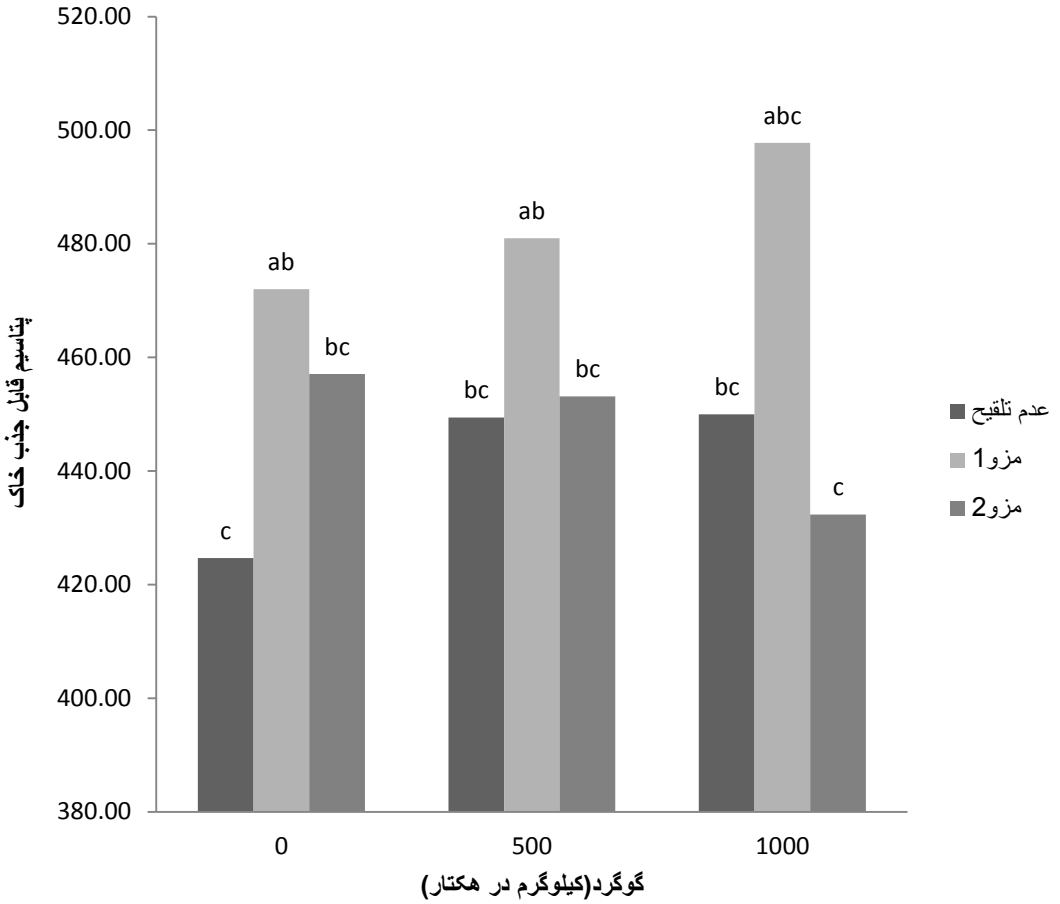
شکل ۱۷-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس، مزوریزوبیوم و گوگرد بر فسفر قابل جذب خاک

در این مطالعه نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل مزوریزوبیوم، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان فسفر قابل جذب خاک نشان داد که با اضافه کردن مزوریزوبیوم همراه با کاربرد ۱۰۰۰کیلو گرم گوگرد در هر هکتار، نسبت به شاهد به میزان ۷۵ درصد فسفر قابل جذب افزایش یافت. و اضافه کردن گوگرد

باعث افزایش فسفر قابل جذب خاک شد و هم چنین تلقیح کودهای زیستی مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس باعث افزایش فسفر قابل جذب خاک شد.

۴-۲-۴- پتاسیم خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق (جدول پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم، بر پتاسیم قابل جذب خاک در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. که با نتایج سایر محققان هم خوانی دارد امانی و همکاران، (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف گوگرد بر غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم اختلاف معنی دار داشت. نتایج نشان داد که همراه با افزایش سطوح گوگرد و کاهش pH، فسفر و پتاسیم نیز در گیاه سویا افزایش یافته و این افزایش در سطح ۱۵ تن در هکتار به بالاترین میزان خود رسیده است. مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم شکل (۴-۱۸) نشان می دهد که با اضافه کردن ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار همراه با مزوریزوبیوم ۱۵ درصد جذب پتاسیم نسبت به شاهد افزایش یافت. این باکتری ها با تاثیر بر فیزیولوژی و مورفولوژی ریشه گیاهان تلقیح شده باعث جذب بیشتر عناصر غذایی و افزایش رشد گیاهان می شود.اکسایش گوگرد از طریق کاهش pH و افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی می تواند موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان شود (باو و همکاران، ۱۹۹۸). البته اضافه کردن گوگرد به مقدار ۵۰۰ کیلوگرم اختلافی با گوگرد به مقدار۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بر پتاسیم قابل جذب خاک نداشت.

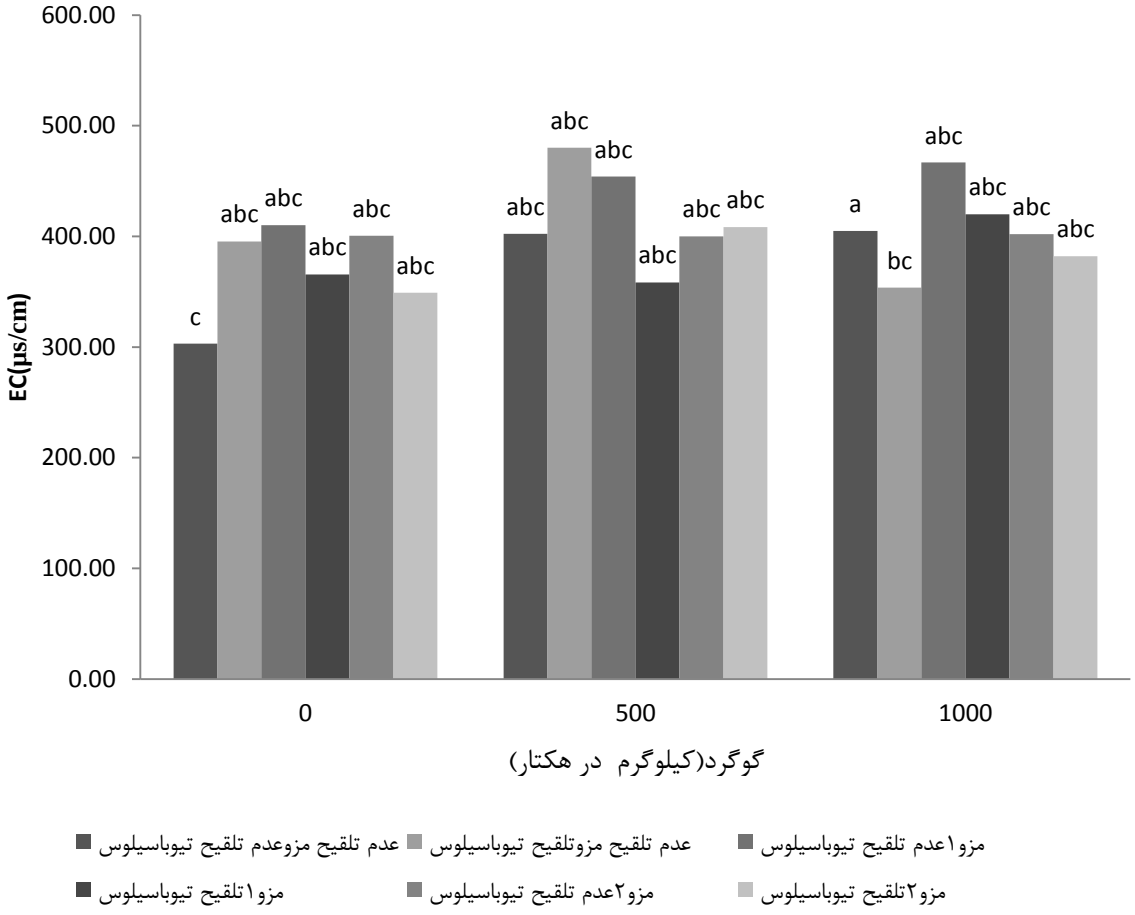


شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثر متقابل مزوریزوبیوم وگوگرد بر پتاسیم قابل جذب

۴-۲-۵-هدایت الکتریکی (EC)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق (جدول پیوست ۴-۱) نشان داد که اثر عوامل اصلی و متقابل عوامل بالا تفاوت معنی داری بر هدایت الکتریکی خاک نداشت. فقط اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس بر روی هدایت الکتریکی خاک در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نشان داد. مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس بر روی هدایت الکتریکی خاک شکل (۴-۱۹) نشان می دهد که اضافه کردن مزوریزوبیوم استرین ام اس ۱۹۰سیسری و تیوباسیلوس همراه با کاربرد۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث افزیش ۲۸ درصدی EC خاک نسبت به شاهد شده است. هم چنین اضافه کردن مزوریزوبیوم استرین ام اس ۹سیسری و تیوباسیلوس همراه با کاربرد۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث افزیش ۲۰ درصدی EC خاک نسبت به شاهد شده است.

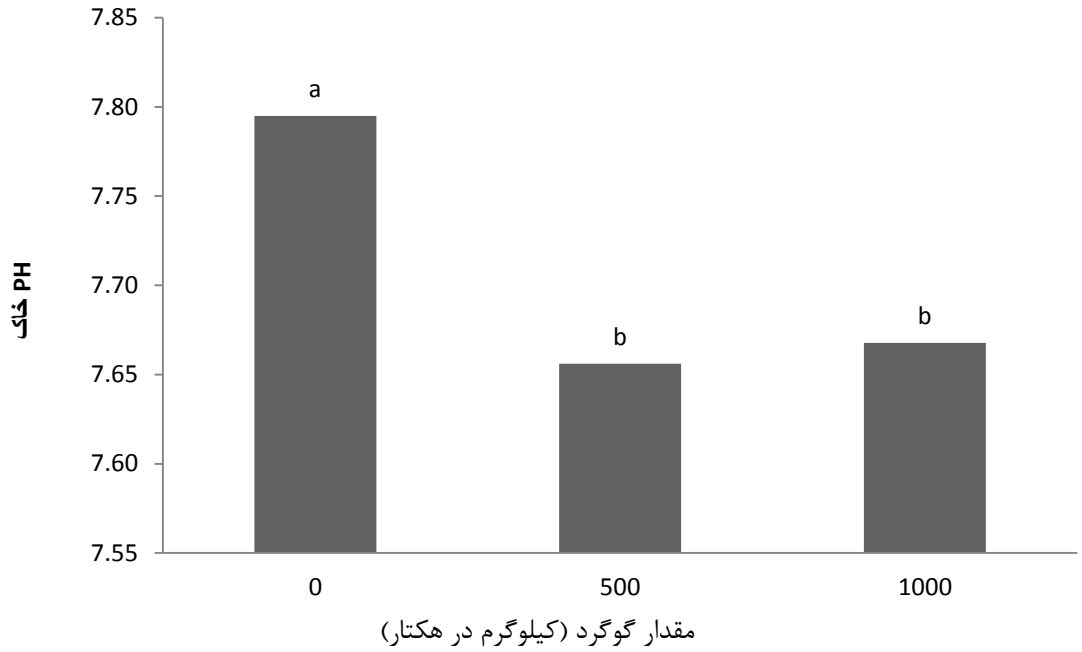
با اضافه کردن کودهای بیولوژیک از جمله تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم باعث فراهمی عناصر در محلول خاک می شوند و در نتیجه دراثر انحلال وتجزیه مواد آلی توسط باکتریها، به تدریج املاح وارد محلول خاک شده که منجر به افزایش EC می شود (محمود آبادی و همکاران، ۱۳۹۲). امانی و رئیسی (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که افزودن گوگرد منجر به افزایش EC خاک می شود، البته اختلاف معنی داری در بین سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار مشاهده نشد و فقط نسبت به شاهد تفاوت معنی دار شده است.



شکل ۴-۱۹ مقایسه میانگین اثرمتقابل مزوریزوبیوم، و تلقیح تیوباسیلوس و گوگرد بر EC خاک

۴-۲-۶- اسیدیته خاک (pH)

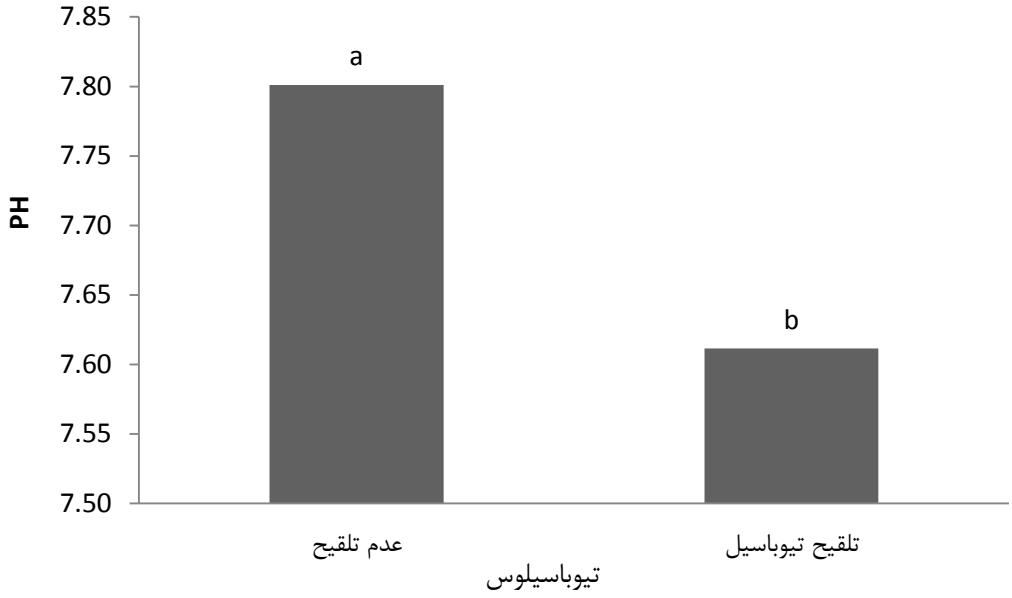
نتایج تجزیه آنالیز واریانس جدول (۴-۱) نشان می دهد که اثر اصلی گوگرد و تیوباسیلوس و اثرات متقابل گوگرد و تیوباسیلوس، گوگرد و مزوریزوبیوم در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار بود و اثر متقابل گوگرد همراه با مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین تاثیر گوگرد بر روی pH نشان می دهد که اضافه کردن گوگرد باعث کاهش pH نسبت به شاهد شده شکل (۴-۲۰) کاهش pH خاک (حتی به طور موضعی) یکی از روش های موثر و رایج مقابله با تثبیت عناصر غذایی در خاک های آهکی و قلیایی محسوب می شود. گوگرد متداول ترین و مقرون به صرفه ترین ماده اسیدزا می باشد (تیسدل و همکاران، ۱۹۹۳).



شکل۴-۲۰- مصرف گوگرد بر pH خاک

نتایج تجزیه آنالیز واریانس (جدول پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اضافه کردن تیوباسیلوس بر pH خاک در سطح یک در صد معنی دار شد. که با نتایج تحقیقات سایر دانشمندان هم خوانی دارد. (انصوری، ۱۳۹۱) کاربرد تیوباسیلوس تیواکسیدانس به طور معنی داری (سطح یک درصد) موجب

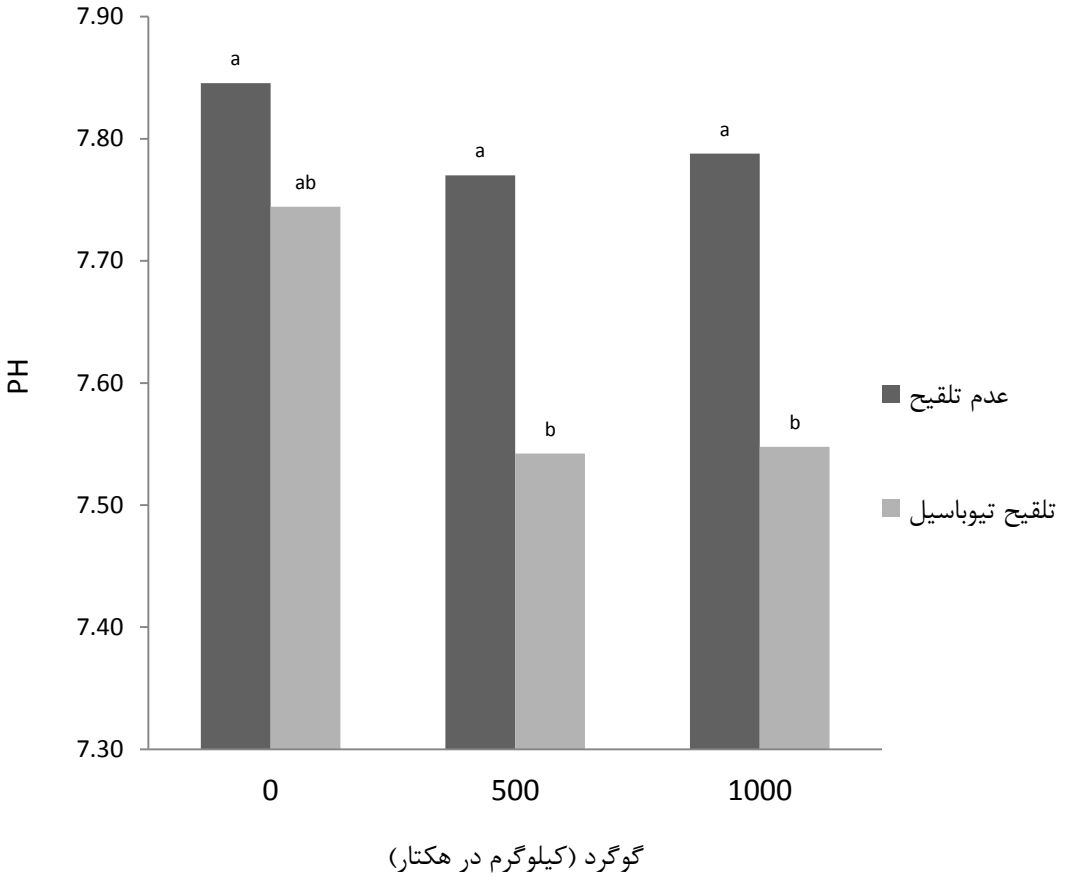
کاهش pH خاک در مقایسه با شاهد گردید. مقایسه میانگین اثر تیوباسیلوس بر pH خاک شکل (۴-۲۱) نشان می دهد که ۲۵ صدم واحد pH خاک کاهش یافته است.



شکل ۴-۲۱- تاثیر تیوباسیلوس بر PH خاک

نتایج تجزیه آنالیز واریانس (جدول پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اضافه کردن گوگرد و تیوباسیلوس بر pH خاک در سطح یک در صد تفاوت معنی دار شد. که با نتایج سایر محققان مطابقت دارد نورقلی پور (۱۳۸۲) ابراز نمود که کاربرد گوگرد به همراه باکتریهای تیوباسیلوس، یکی از روشهای کاهش موضعی pH می باشد. سمانه فلاحتگر و همکارانش (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند که افزایش سطوح گوگرد و تلقیح باکتری تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک شد. امانی و رئیسی (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که افزودن گوگرد منجر به کاهش pH خاک می شود. مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد وتیوباسیلوس بر pHخاک شکل (۴-۲۲) نشان می دهد که بیشترین کاهش pH خاک، مربوط به ۱۰۰۰ گیلوگرم گوگرد در هر هکتار همراه با باکتری تیوباسیلوس که ۴ صدم واحد pH نسبت به شاهد کمتر شده است . باکتری های جنس تیوباسیلوس تیواکسیدانس اغلب شیمیولیتوتروف هستند و از ترکیبات احیاء شده گوگرد بعنوان منبع کسب انرژی استفاده می کنند و تعداد این باکتریها در خاک کم

هستند که با تلقیح این باکتری سرعت اکسایش گوگرد را بالا می برد که این منجر به کاهش pH خاک می شود.

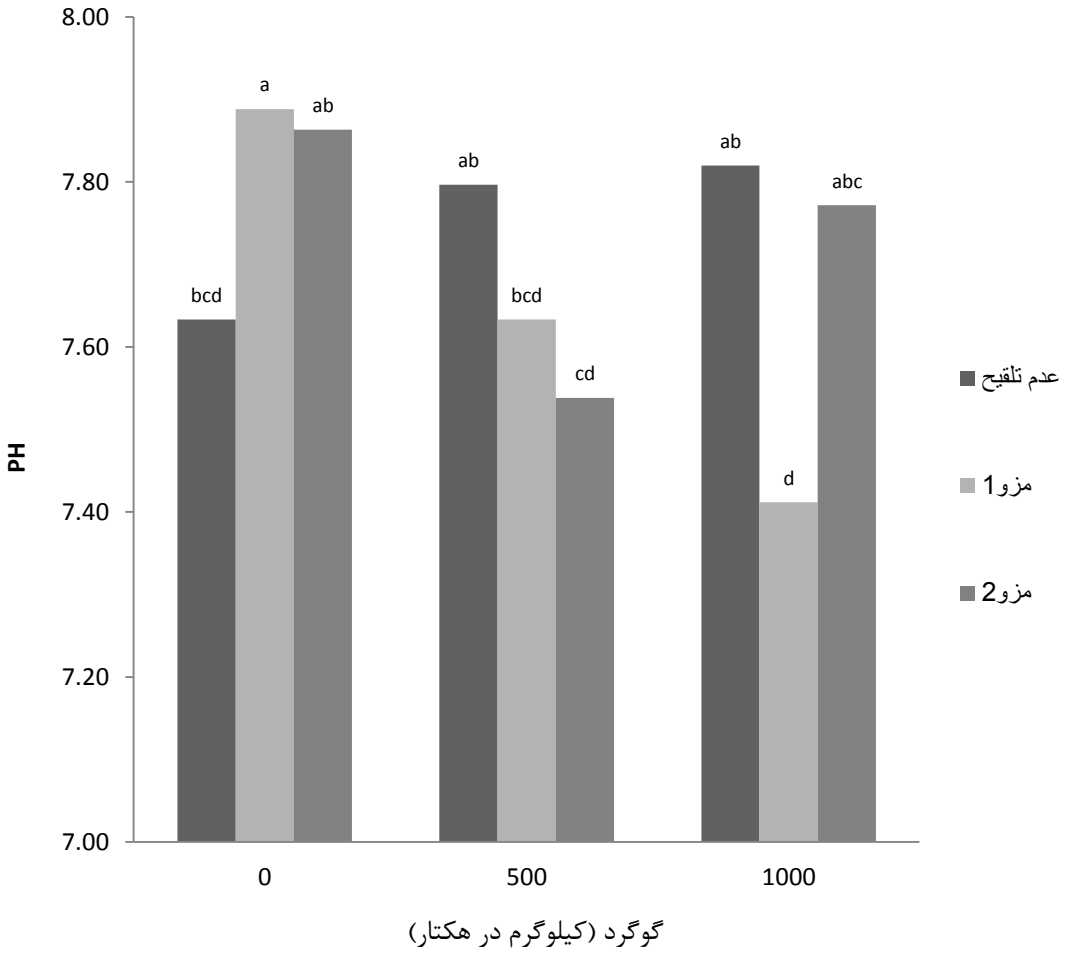


شکل۴-۲۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر PH خاک

نتایج تجزیه آنالیز واریانس (جدول پیوست ۴-۱) نشان داد که اثرات متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم باعث کاهش pH خاک در سطح احتمال یک درصد شد.که این نتایج با یافته های یونسی (۱۳۹۳) مطابقت دارد، که اضافه کردن ضایعات ماهی و سودوموناس و برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد بر واکنش خاک معنی دارگردیده است.

مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم شکل (۴-۲۳) نشان می دهدکه بیشترین تاثیر بر pH خاک مربوط به کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار همراه با باکتری مزوریزوبیوم (سویه

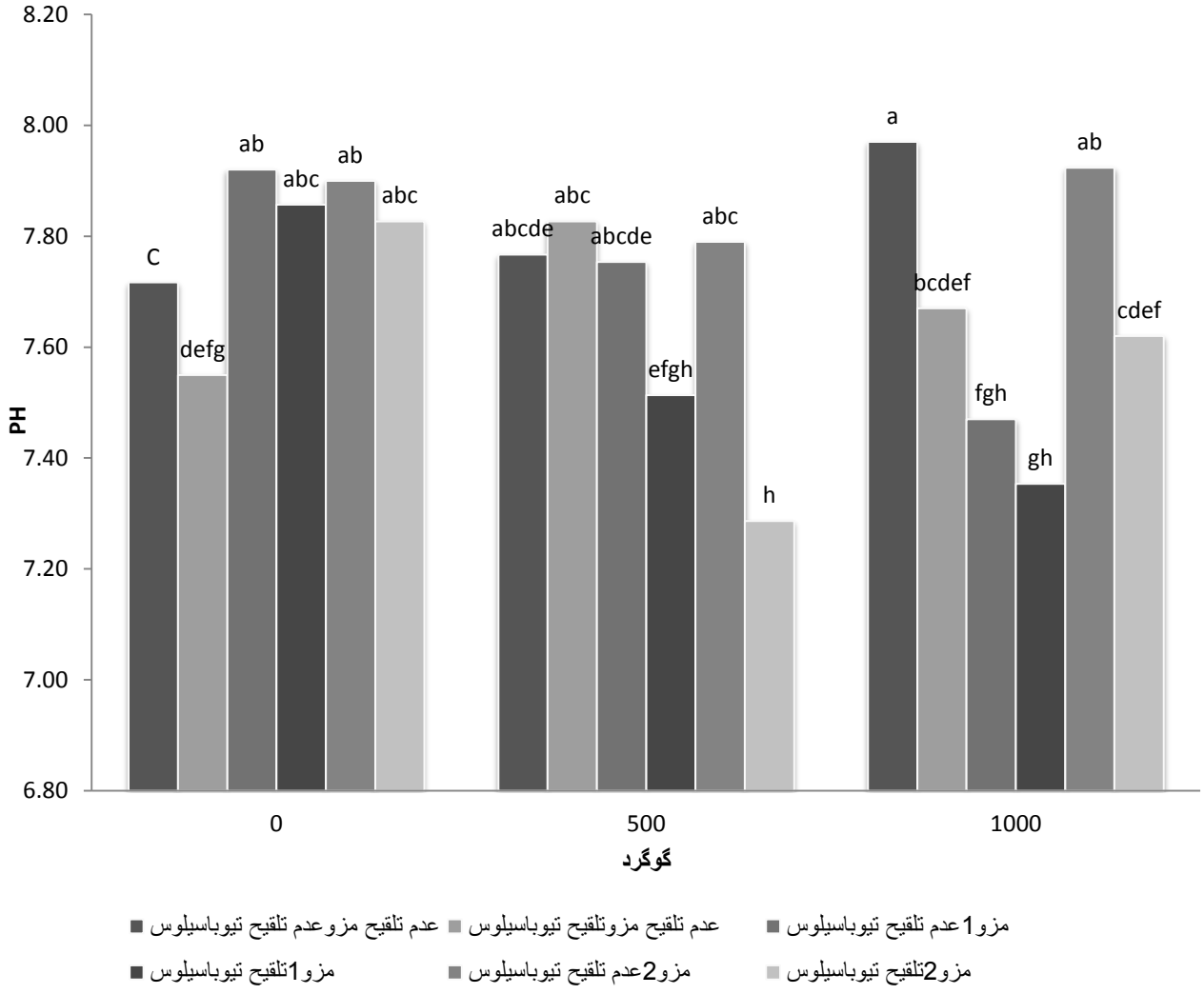
نوع یک) که در این آزمایش منجر به کاهش ۳ صدم واحد pH خاک گردید. اما در تلقیح مزوریزوبیوم سویه دو همراه با کاربرد ۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار گوگرد تغییری درpH خاک ایجاد نگردید.



شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و مزوریزوبیوم بر pH خاک

نتایج تجزیه آنالیز واریانس جدول (پیوست ۴-۱) نشان می دهد که اضافه کردن اثرات متقابل گوگرد * مزوریزوبیوم*تیوباسیلوس در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود.

مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس و مزوریزوبیوم شکل (۴-۲۴) نشان می دهدکه بیشترین کاهش pH مربوط به کاربرد مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۹ به همراه تلقیح تیوباسیلوس و گوگرد ۵۰۰ کیلوگرم در هر هکتار می باشد. که شش صدم واحد کاهش یافت. هم چنین کاربرد مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۱۹۰ به همراه تلقیح تیوباسیلوس و گوگرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هر هکتار پنج صدم واحد pH خاک کاهش یافت.



شکل۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل مزوریزوبیوم، تیوباسیلوس و گوگرد بر pH خاک

۴-۳- نتیجه گیری

تجزیه تحلیل تیمارهای مورد آزمایش در این تحقیق به طورکلی نشان می دهد که اثر فاکتورهای مورد بررسی بر اکثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و صفات زراعت نخود مثبت ارزیابی داشت. و در طی یک سال زراعی نتایج مطلوبی بدست آمده است.

۱- کاربرد همزمان مزوریزوبیوم و گوگرد عملکرد گیاه را افزایش داد

۲- تیوباسیلوس همراه با گوگرد، باعث افزایش فسفر و گوگرد قابل جذب گردید.

۳- اضافه کردن گوگرد، همراه با مزوریزوبیوم پتاسیم قابل دسترس برای گیاه را فراهم کرد

۴- کاربرد مزوریزوبیوم تفاوت معنی داری بر طول ریشه گردید

۵- کاربرد مزوریزوبیوم و گوگرد افزایش معنی دار در تعداد غلاف در بوته شد.

۶- تیوباسیلوس همراه با گوگرد و مزوریزوبیوم اختلاف معنی دار بر pH خاک داشت.

اما عوامل ذکر شده بر تعداد غده در ریشه و طول ساقه و میزان نیتروژن خاک اختلاف غیر معنی دار داشتند. بیشترین استفاده از کودهای بیولوژیک (در اینجا مزوریزوبیوم و تیوباسیلوس) باعث بهبود خصوصیات و شیمیایی خاک و صفات زراعی نخود شده است. بنابراین استفاده مداوم از کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات معنی دار مثبت در این مطالعه سبب کاهش آلودگی محیط زیست نیز می گردد که از اهداف کشاورزی پایدار است. اگر استفاده از کودهای بیولوژیک در کنار سایر عوامل ذکر شده به طور مداوم صورت پذیرد بهبود و تولید ودر نتیجه رفاه بیشتری انتظار می رود.

۴-۴- پیشنهادات

۱- اثر کودهای بیولوژیک مزوریزوبیوم سیسری استرین ام اس ۹ بر روی جذب عناصر ریزمغذی بررسی گردد

۲- اثر کود بیولوژیک تیوباسیلوس بر میزان جذب عناصر غذایی از جمله پتاسیم بررسی گردد.

۳- اثر کود گوگرد بر میزان جذب پتاسیم بررسی گردد

۴- اثر کود گوگردی بر روی خصوصیات فیزیکی خاک ها بررسی گردد.

پیوست

جدول پیوست (۴-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر مزوریزوبیوم، تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد و اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات شیمیایی خاک

	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات											
		طول ساقه	تعداد غلاف	تعداد غده	طول یشه	وزن ریشه	ازت دانه	عملکرد	گوگرد خاک	ازت خاک	فسفر قابل جذب	پتاسیم خاک	EC	PH
بلوک	۲	۴/۳۹	۶۹۲/۴۶	۷/۴۱	۴/۹۶	۰/۰۸	۰/۳۶	۲۴۴۳۵۴.۳۰**	۲۹/۱۱	۰/۰۰۱۶*	۳/۰۸**	۴۰۸۰۳۸/۷۶**	۵۱۵۶۵/۳۹**	۰/۰۳
گوگرد	۲	۲۶/۳۹	۲۲۶۷/۵۷**	۲/۴۶	۰/۹۶	۰/۱۴	۴/۲۴**	۱۲۰۱۵/۸۳	۱۷۸/۸۲(۰/۰۸)	۰/۰۰۱۱	۳/۷۹**	۴۹۱۳	۷۲۷۶/۷۲	۰/۱۱**
باکتری مزو	۲	۳/۳۹	۶۴۸/۵۷	۸/۰۲	۴۵/۹۱*	۰/۰۶	۳۱/۱۲**	۱۵۹۸۴۱/۸۶**	۱۹۱/۰۳(۰/۰۷)	۰/۰۰۱۲	۴/۱۷**	۱۵۲۷۶/۸۴	۱۴۱۲۱/۵	۰/۰۵ (۰/۰۸)
تیوباسیلوس	۱	۹/۴۴	۱۳۶۹/۰۷	۸/۱۹	۱۶/۹۶	۰/۱۰	۴/۵۸	۱۱۳۳۶۰/۰۹	۹۵/۳۶	۰/۰۰۰۸	۴/۷۲	۱۵۱۶۵	۸۳۸۱/۰۶	۰/۲۳**
گوگرد*باکتری مزو	۴	۰/۰۲	۹۳۷/۵۰*	۴/۷۴	۲۴/۰۰	۰/۰۲	۱/۹۱**	۱۱۷۷۷/۳۳**	۱۰۱۴/۳۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳**	۵۴۴۲۲/۶۸**	۵۴۷/۸۵	۰/۴۹**
گوگرد*تیوباسیلوس	۲	۱۱/۹۱	۷۲۸/۷۲	۱/۴۶	۲۷/۵۶	۰/۳۳*	۰/۰۹	۲۰۱۰۲۸/۷۸**	۸۴۴/۸۶**	۰/۰۰۰۱	۳/۹۷**	۵۱۵۴	۲۴۸۱.۴۶	۰/۰۳**
باکتری مزو*تیوباسیلوس	۲	۴۲/۲۴	۱۱۷۹/۳۹(۰۸)	۰/۹۱	۱۷/۱۷	۰/۰۴	۵/۳۳**	۴۱۵۳/۲۷	۱۵۳/۴۱	۰/۰۰۰۱	۵/۸۵**	۱۸۳۶/۰۶	۱۱۶۰۱.۴۶	۰/۰۴
گوگرد*باکتری مزو*تیوباسیلوس	۴	۳۳/۸۰	۴۰۴/۹۴	۲۳/۳	۱۷/۵۶	۰/۱۰	۰/۹۴	۲۴۴۲۰/۳۳	۲۱۱/۷۹*	۰/۰۰۰۸	۵/۸۰**	۱۷۶۵/۰۲	۱۸۱۸۵.۵۷*	۰/۰۵*
خطا	۳۴	۱۸/۵۸	۴۳۸/۳۸	۱۵/۲۱	۱۱/۵۸	۰/۰۸	۰/۶۶	۱۶۱۶۱/۵۲	۶۴/۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۵۰	۲۶۲۵/۸۶	۵۶۴۶	۰/۰۲
کل	۵۳													
CV		۱۱/۷	۳۱/۲	۳۶/۳	۲۴/۶	۲۰/۱	۵/۹	۱۲/۲	۱۹/۵	۳۵/۹	۲۵/۹	۱۰/۷	۱۹/۱	۱/۸

منابع

آستارایی، ع. و ع. کوچکی.(**۱۳۷۵**).**"کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار"** انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

احتشامی م، آقا علیخانی ع، چائی چی م ر و خاوازی ک.(**۱۳۸۶**). "تأثیر میکروارگانیسمهای حل کننده فسفات برخواص. کمی و کیفی ذرت دانه ای تحت شرایط تنش کم آبی" **دومین همایش ملی کشاورزی پایدار. گرگان**. ص ۱.

احیائی، م. و بهبهانی زاده، ع. ا.، (**۱۳۷۳**)،"شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک (جلد اول) "، نشریه فنی شماره ۸۹۳، **مؤسسه تحقیقات خاک و آب**، تهران، ایران.

اصغرزاده، الف. و ن. صالح راستین.(**۱۳۷۹**)."بررسی پتانسیل تثبیت ازت در همزیستی سویه های بومی مزوریزوبیوم سیسری(*Ciceri Mesorhizobium*) با دو رقم نخود (*Cicer arietinum*) مورد کشت در ایران". **مجله علمی پژوهشی خاک وآب**. جلد۱۲. شماره ۷: ص ۴۳-۳۳.

اخوان، ز.فلاح نصرت آبادی، ع. (**۱۳۹۰**) ،"بررسی تاثیر گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر غلظت آهن، روی، مس و منگنز در گیاه کلزا در شرایط گلخانه ای"، **مجله زارعت و اصلاح نباتات** جلد ۸، شماره ۳، پا ییز ۱۳۹۱صفحات ۱۹۱-۱۹۷.

افشاری ع. صباغ پور س ح.، محمدرضا ح س ه و اسدی رحمانی ه. (**۱۳۹۲**) ."تاثیر باکتری های ریزوبیوم و محرک رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا چیتی" فنآوری **تولیدات گیاهی**،جلد سیزدهم، شماره اول،ص ص ۷۱-۸۱.

امانی، ف. پیرولی بیرانوند، ن. رئیسی، ف و موسوی شلمانی، ا.(**۱۳۸۶**)."ارزیابی اثرات گوگرد بر غلظت نیتروژن و جذب آن از منابع مختلف توسط سویا به روش رقت ایزوتوپی"، **مجموعه مقالات دهمین کنگره خاک ایران**، شهریور ۱۳۸۶.

امانی، ف. رئیسی، ف.موسوی شلمانی،۱. **۱۳۸۶**. رشد و عملکرد دو رقم سویا در سطوح مختلف گوگرد تحت تاثیر شرایط گلخانه ای ،**مجموعه ای مقالات دهمین کنگره علوم خاک** ایران.کرج.صفحه ۴۳۶-۴۳۷.

امانی،ف و رئیسی،ف. (**۱۳۸۶**)."تاثیر مصرف گوگرد بر میزان غلظت فسفر و پتاسیم و روی توسط دو رقم سویا"مجموعه **مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران**، شهریور ۱۳۸۶.

انصوری، ع. (**۱۳۹۳**).غلامی ا. تأثیرهمزیستی میکوریزایی،کاربردتیوباسیلوس تیواکسیدانس و گوگرد بر خصوصیات رشد و عملکرد ذرت ((Zea MaysL.) **نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار**.جلد چهارم ، شماره اول،ص ۱۱۴.

باقری،ع. ر. نظامی، ا..گنجعلی،ع و پارسا. م.(**۱۳۸۷**)."**زراعت و اصلاح نخود**"(**ترجمه**).انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

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

بشارتی، ح. و صالح راستین، ن.(**۱۹۹۹**)."بررسی تاثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری های *Thiobacillus* همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر"، **نشریه علمی پژوهشی علوم خاک و آب**. جلد ۱۳، شماره ۱، ص ص ۲۳-۳۹.

بشارتی،ح. فلاح،ع. (**۱۳۸۸**). "کارایی کود بیولوژیک حاوی باکتری های تیوباسیلوس بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در خاکهای آهکی زیر کشت گندم"، **مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران،گرگان**. ۲۱ الی ۲۴ تیرماه ۱۳۸۸.

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. ص ۶۳-۷۲.

بشارتی، کاظم خاوازی و ناهید صالح راستین. **(۱۳۸۱)**. " بررسی قابلیت چند نوع ماده برای تولید مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس و مطالعه اثر مایه تلقیح شده همراه با گوگرد در افزایش رشد و جذب برخی از عناصر غذایی در ذرت". **دهمین کنگره بین المللی علوم خاک**. بانکوک، تایلند.

بشارتی، ناهید صالح راستین، باقر یخچالی و آرمین کریمی نیا. **(۱۳۷۷)**. "بررسی تأثیر مصرف گوگرد همراه با تلقیح گونه های تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب برخی عناصر غذایی برای ذرت". **پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات**،کرج، ایران.

پارسا م و باقری ع، **(۱۳۸۷)**. "حبوبات"، **انتشارات جهاد دانشگاهی** مشهد، مشهد.

حاجی بلندر. علی اصغر زاد ن،. رحمت س،. و جودمند ا. ،**(۱۳۹۰)**. "تاثیر سلنیم بر رشد و تثبیت ازت درگیاه یونجه". **کنکره دوازدهمین علوم خاک** تبریز الی ۱۴ شهریور۱۳۹۰، دانشگاه تبریز.

حاجی هاشمی، ف.**(۱۳۸۶)**. "رابطه میکوریز وزیکولار آربوسکولار با رشد، تغذیه و گره زایی دو رقم لوبیا چیتی در خاک استان اصفهان وکرمان"، **پایان نامه کارشناسی ارشد**. دانشگاه شهید باهنرکرمان. ص: ۳.

خاوازی،ک. ملکوتی، م ج.و نورقلی پور،ف.**(۱۳۸۲)**. "تاثیر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد کمی و کیفی سویا و اثرات باقی مانده آن بر ذرت". **اولین سمینار ملی توسعه صنایع کود شیمیایی و آفت کش های نباتی**.

خسروجردی، م. شاهسونی، ش. **(۱۳۹۲)**."تأثیر تلقیح باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزای بر جذب برخی عناصر معدنی توسط نخود در سطوح مختلف کود سولفات آهن"، **نشریه تولید گیاهان زراعی**، جلد ششم(۳). ص ص ۷۲-۸۲.

خسروجردی، م،(**۱۳۹۲**) "تأثیر تلقیح باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزای بر جذب برخی عناصر معدنی توسط نخود در سطوح مختلف کود سولفات آهن"،**پایان نامه کارشناسی ارشد**،دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

معلم، ا.ح. و ح.ر. عشقی زاده. (**۱۳۸۶**) . کاربرد کودهای بیولوژیک : مزیتها ومحدودیتها. **خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم. شناسی ایران**. گرگان. ص۴۷.

خلدبرین،ع.واسلام زاده،ط.(**۱۳۸۰**) . "**تغذیه معدنی گیاهان عالی**".انتشارات دانشگاه شیراز. ۹۰۲ صفحه.

خلیلی محله، ح. رضادوست، س. و رشدی، م.(**۱۳۸۵**) . "اثرات مصرف برگی عناصر ریز مغزی آهن، روی و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی سورگوم اسپیدفید در کشت دوم در خوی،" **خلاصه ی مقالات نهمین کنگره ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران**، صفحه ی ۸۰.

دادیور،م.خودشناس،م.ع.(**۱۳۸۶**) . "مطالعه تاثیر مصرف گوگرد بر جذب عناصر کم مصرف در لوبیا"، **مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران**.

دانشی، نایب؛ احمد اصغرزاده و میترا افشاری، (**۱۳۸۴**)، "بررسی تأثیر مایه تلقیح ریزوبیومی در افزایش جذب عناصر غذایی کم مصرف در زراعت نخود"، **نهمین کنگره علوم خاک ایران**، تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

دوازده امامی س و مجنون حسینی ن، (**۱۳۸۷**). "**زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه ای**". دانشگاه تهران، تهران، ۳۰۰ ص

سپه وند،م.(**۱۳۸۹**). "تاثیر گوگرد میکرونیزه بر عملکرد و کیفیت دانه گیاه روغنی سویا. خلاصه مقالات سومین سمینار بین المللی دانه های روغنی و روغن های خوراکی". **مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما**.یکم و دوم دی ماه ۱۳۸۹.صفحه ۱۴۷.

سلیمانی، ر. و ا. اصغرزاده(**۱۳۸۹**). **"نشریه پژوهش های حبوبات ایران"**، جلد ۱، شماره ۱، صفحه ۸.

صالح راستین.ن.(**۱۳۸۰**)؛ "کودهای بیولوژیک و نقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور**". نشرآموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی،** کرج. ایران.

صالح راستین ، ن. (۱۳۷۵) . " بیولوژی خاک" . انتشارات دانشگاه تهران.تهران: ۲۴۶-۳۱۰.

علی اصغرزاده ،ن ،صالح راستین ، ن، (**۱۹۹۶**). "اثرات تلقیح سویا با قارچ های میکوریز و باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر رشد و جذب عناصر غذایی در چند خاک اطراف کرج،" **مجله آب و خاک**، جلد ۱۰، شماره ۱۰

فرنیا،ا.مدنی،ح. (**۱۳۸۹**)،"تاثیر تنش خشکی و نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر خصوصیات کمی و کیفی کلارک رقم سویا"، **یافته های نوین کشاورزی**، سال چهارم ، شماره ۴ ،تابستان ۱۳۸۹.ص ص ۳۹۶-۳۶۷.

فلاح نصرت آباد، ع. بشارتی کلایه، ح،(**۱۳۸۸**)، **"بررسی استفاده از باکتری های باسیلوس و تیوباسیلوس در افزایش کارایی آپاتیت"**، یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان، دانشگاه گرگان.

فلاحتگر،س. بابایی، ب. بشارتی، ح و چراتی، ع،(**۱۳۹۰**). **"**تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر عملکرد ماده خشک،میزان کلروفیل و جذب آهن و روی بخش هوایی در دو رقم سویا" **اولین کنکره علوم و فناوریهای نوین دانشگاه زنجان**،۱۹الی ۲۱شهریور ۱۳۹۰.

کاظمی، ش. و مردان،ر. (**۱۳۸۹**). مطالعه تاثیر کمپوست،ورمی کمپوست، "لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی،عملکرد پروتئین و دانه ارقام مختلف سویا". خلاصه مقالات

سومین سمینار بین المللی دانه های روغنی و روغن های خوراکی. **مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما**.یکم و دوم دی ماه ، صفحه ۱۶۵.

کوچکی،ع.،م. بنایان اول،م، (**۱۳۶۸**). زراعت حبوبات.انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

مجنون حسینی ن، (**۱۳۸۷**)، "**زراعت وتولید حبوبات**"، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۲۸۴.

محمدی،م، (**۱۳۹۰**) "بررسی تاثیر کاربرد سویه های همزیست ریزوبیومی و کود نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ، عملکرد دانه، و اجزاء عملکرد در سه رقم لوبیا" **مجله علوم گیاهان زراعی ایران**، دوره ۴۲ شماره ۳،ص ص ۵۳۵-۵۴۳.

محمودآبادی م،رشیدی ا.ل، فکری م،(**۱۳۹۲**)، "تأثیر بقایای یونجه، کود مرغی و کود پتاسیم بر برخی ویژگیهای خاک وعملکرد پیاز" ، **نشریه آب و خاک علوم و صنایع کشاورزی**، جلد ۲۷ ،شماره۲ ، صفحه ۴۵۲-۴۶۱.

محمودی ح، اصغر زاده ا.(**۱۳۸۴**)، "مقالات ارزیابی کارایی تثبیت بیولوژیکی ازت نخود"، رقم ILC-482 در همزیستی با چند سویه مزوریزوبیوم در شرایط دیم". **اوّلین همایش ملّی حبوبات۲۹ و۳۰ آبان** ۱۳۸۴- مشهد مقدس- پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی.

ملکوتی ، م . (**۱۳۷۵**)." کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی کود در ایران". **انتشارات نشر آموزش کشاورزی**.تهران:۴۸-۴۳.

-منطقی،ن. (**۱۳۶۵**)."تشریح روشها و بررسی های آزمایشگاهی روی نمونه های خاک و آب" . نشریه شماره ۱۶۸ . **موسسه تحقیقات خاک و آب**.

منگل .ک.، ا.کرکبی .(**۱۹۹۷**). اصول تغذیه گیاه . جلد دوم. ترجمه سالار دینی ، ع.، م. مجتهدی . **انتشارات مرکز نشر دانش**.

نادری عارفی, ع؛ بخشنده ع؛ نادیان ح و عالمی سعید،خ. (**۱۳۸۶**). "بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط معتدل سرد"، **دهمین کنگره علوم خاک ایران**، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

نورقلی پور،ف. بشارتی، ح. صالح راستین، ن و ملکوتی، م. (**۱۳۸۲**). "تأثیرکاربرد مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد کمی و کیفی ذرت". **سمینار ملی تولید و مصرف گوگرد در کشور**، مشهد، ایران.

یونسی ز.(۱۳۹۳) تاثیر ضایعات ماهی و کودهای شیمیایی بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا **پایان نامه ارشد** دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

Al-Karaki,G.N. **(2006).** "Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water".**Sci. Hortic**., 109p.3.

Altaf,A.,I.Khan, N. A. Anjum,I. Diva, M. Z. Abdin,and M. Iqbal**.(2005).** "Effect of timing of sulfur fertilizer application on growth and yield of rapeseed". **Journal of Plant utrition**, 28:1049–1059.

Bagheri, A., Nezami, A.,Ganjeali, A. and Parsa, M. (**1997**). "**The Chickpea**". Jahad Agric. Publications. Mashhad , 444p(in Persian).

Bao,L**.,(1998) .**"The changes of Fertilizer structure and effectiveness in china",**Jaingxi Scientific and Techtology Publisher,**China.

Besharati, H**.(1998).** "Effect of Sulphur and Thiobacillus Species on increase of absorption of Some Elements in Soil". M.Sc. **Thesis of Soil Science in Agriculture Faculty, Tehran University**, P: 98.

Brockwell, J., Bottomely , P. J ., and this , j.E**. (1995).** "Manipulation of rhizobia of microflora for improving crop productivity and soil fretilitya critical assessment, **plant soi**l" . 174:pp 143-180.

Calderón**,** F.J., McCarty, G.W., Van Kessel, J.A.S., and Reeves, J.B**. (2004).** "Carbon and Nitrogen Dynamics During Incubation of Manured Soil". **Soil Sci. Soc. Am. J**. 68: pp 1592-1599.

Campbell, W.H**.(1999).** " Nitrate reeducatesstructure, function and regulation:bridging the gap between biochemistry and physiology". **Ann.Rev.PlantPhysiol.Plant Mol.Bio**.50:277–303.

Cesco, S., Neumann, G., Tomasi, N., Pinton, R., and Weisskopf, L**. (2010).** . "Release of plant-borne flavonoids into the rhizosphere and their role in plant nutrition. **Plant and Soil**", 329: 1.pp 3-25.

Chi, R., Xiao, C., Hang, X., Wang, C. and Y. Wu**. (2007).** "Biodecomposition of rockphosphate containing pyrite by Acidithiobacillusferrooxidans. **Journal of Central South University of Technology**". 14:pp 233-238.

Courtney RG and Mullen GJ, "application of two compost types. Bioresource TechnologyKantar F,Elkoca E, Ogutcu H, and Algur OF, 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land **(2003). Chickpea yield in relation to**" 99:pp 2913-2918.

Daneshi, N., Asgharzadih, A. and Afshari, M. **(2005).** "Effect of Rhizobium inoculants to increase the absorption of micronutrients in pea crops. **Proceedings of the Ninth Congress of Soil Science**, Iran". Vol. 2:pp 64-67.

Elhadi, E.A. and Elsheikh, E.A.E. **(1999).** "Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilization on yield and protein content of six chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars in marginal soils under irrigation. **Nutri. Cycling in Agroecosys**". 54:pp 57–63.

Elsheikh, E.A.E. **(1992).. "** Effect of salinity on growth, nodulation and nitrogen yield of inoculated and nitrogen fertilized chickpea (Cicer arietinum L.) **Arch Biotechnol**" 1:PP 17-20.

Fallah, A., Besharati, H., and Khosravi, H. (**2010). ."Soil Microbiology**. **Ayizhpuplications: Tehran, Iran. Second Edition**", 136p. (Translated in Persian)

Flavio, H., Gutierrez, B., Prystupa, P. and Gustavo, F. (2007).، " Seed number and yield determination in sulfur deficient soybean crops". **J. of Plant Nutri**. 30:1,pp 93-104.

Garg, N. and Chandel, S**. (2011).**، " Effect of mycorrhizal inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake in Cicerarietinum (L.) under salt stress Turk**". J. Agric**.4:pp 1-35.

Gilick BR, Penrose D and Wenbo M, (**2001**). Bacteria promotion of plant growth. **Biotechnology Advances** 19: 135-138.

Gomez, J.M., Cantero , D. and webb,C**.(2000).**، "Immdolization of Thiobacillus ferrooxidans Cells on nickel ouoy fiber for ferrous sulfate oxidation**" journal Applied microbiology**.54:pp 335-340.

ICRISAT. (1978). Procedings, Consultants' Group Meetings on Downy Mildew and Ergot of Pearl.

Kachhavae, K. G., S. D. Gawand . and O. D. Kohire .(1997).، " up take of nutrients by chickpea", J**. Indian soc soil sci** . 45:pp 590-591.

Kalbasi, M., F. Filsoolf, and Y. Rezai- Nejad. (**1998).** "Effect of sulfur treatment on tield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, soghum and bean". **J. Plant Nutr**., 11:pp 1353-1360.

Kaplan, M. and S. Orman, **(1998**) "effect of elemental. sulfur containing waste in a calcareous soil in Tukey". **Jurnal Plant Nutr**. 21:pp 1655-16650.

Kosslak, R.M., Rookl and, R., Barkei, J., Paaren, E.H., and Appelbaum,E.R.**(1987)**. ،"Induction of Bradyrhizobiumjaponicum common nod genes by isoflavones isolated from Glycine max.pp 7428-7432,In:**Proceedings of National** Academy of Science.

LTD, London and Bisington

Malekouti, M., Moshiri, F., and Geybi, M. (**2005)**. ،Desirable Concentration of nutrient elements in soil in some farming and garden crops.p 405 **"Technical Bulletin of soil** and water institute". Sana Pulications. Tehran,Iran, Pp: 15-16.(In Persian).

Mendel, R. **(1997). ،"**Molybdenum cofactor of higher plants.Biosynthesis and molecular biology. **Planta**.203:pp399–405.

Miransari, M., Smith, D.L., Mackenzie, A.F., Bahrami, H.A., Malakouti, M.J., and Rejali, F**. (2006). ،"**Overcoming the stressful effect of low pH on soybean root hair curling using lipochitooligosaccahrides, **Communications in Soil Science and Plant Analysis,** 37:pp 1103-1110

Moez Ardalan, M., Savaghebi and Firoozabadi, Gh. **(2002). ،"**Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture". **Tehran University Press**.

Prithiviraj, B., Zhou,X.,So uleimanov,A., Kahn, W.M., and Smith,D.L. **(2003).. "**A host-specific bacteria-to-plant signal molecule (Nod factor) enhances germination and early growth of diverse crop plants". **Planta**.216: pp 437-445.

Roberts, T. L. **(2008). ،"**Improving nutrient use efficiency". Turk **J. Agric**. 32: pp177-182.

Salardini, A**. (2005). " Soil Fertility"**. Tehran university **Press**, Iran. 171p. (In Persian).

Shrivastava, U. K., R. L. Rajput, and M. L. Dwivedi**. (2000). ،"**Response of soybean-mustard cropping system tosulfur and bio-fertilizers on farmer's field". **Legume Research.** 23: pp 277-278

Singh K.B., Saxena MC. (1999). Chickpea (the tropical agriculturalist). Macmillan**).** Education

Singh, S.P. **(1997).** Chickpea (Cicer arietinumL.). **Field Crop Res**. 53: pp 161-170.

Singh K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C. and Bejiga, G. **(1997). ،"**Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chichpea in the Meditrranean region. **Agr.J**. 89: pp 112-118

Singleton, P.W., Swaify, S.A.El., and Bohlool, B.B. **(1982). ،"**The effect of salinity on Rhizobium growth and survival. **Applied Environmental Microbiology**,44:pp 4. 884-890.

Solemani, R. and Asgharzadeh, A**. (2010)،"** Effects of Mesorrhizobium noculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea". **Iranian Journal of Pulses Research** 1(1):pp 1-8 (In Persian).

Sogut, T. **(2006). ،"**Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (Glycine max L.)cultivars better than fertilizer". **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**. 34:pp 115-120.

Swamy, U., Wang, M., Tripathy, J.N., Kim, S.K., Hirasawa, M., Knaff, D.B.,and Allen, J.P**(.2005)**. **،"**Structure of spinach nitrite reeducates: implications for multi-electron reactions by the iron–sulfur": **siroheme cofactor. Biochem**.44:pp 16054–16063.

Telesinski, A., Nowak, J., Smolike, B., Dubowska, A., and skrzipies, N. **(2008).** ،"Effect of soil salinity on activity of antioxidant and enzymes and content of ascorbic acids and phenols in beans (phaseolus vulgaris) plant", **J. Elementol**.13: 3.pp 401-409.

Teresa, M., Novo, M., Alba, C.,Ronaldo, M., Paula, C., Antonia, C& et al. **(2000)،"**.Thiobacillus ferrooxidans response to copper and other heavy metals: growth, protein synthesis and protein phosphorylation". **Antonie van leeuwen hoek**. 77:pp187-195.

Tisdale, S. L., Nelson, W. L., Beaton, J .D. and Havlin, J. L. **(1993). "**Soil Fertility and Fertilizer". 5th ed. **Mcmillon publishing Co**., New York.p 634.

Togay, N., Y. Togay, K. M. Cimrin, and M. Turan**.(2008).**. **“** Effect of Rhizobium inoculation, sulfur and phosphorusapplication on yield, yield components and nutrient uptake in chick pea (Cicer aretinumL.) ”. **African Journal of Biotechnology**. 7(6): pp 776-782.

Vidyalakshmi , R., R. Parantheman and R . Bhakyaraj. **(2009).. “** Sulphur oxidizing Bacteria and pulse Nutrition”. World journal of **Agricultural Sciences** 5 (3) :pp 270-278.

Wainwright, M. **(1984). .“**Sulfur oxidation in soils. **Advances in Agronom**y”. 37: pp 346-349.

Williams, P.C. and Singh, U**.(1987**).. **“** Nutritional quality and the evaluation of quality in breeding programmes”. In: Saxena, M.C., Singh, K.B. (eds.). **The Chickpea. CAB International, UK**. pp329-356.

Wood, J.A. and Grusak, M.A**. (2007)**.. Nutritional value of chickpea”. In: Yadav, s.s., Redden, R.J., Chen, w., sharma, B. (eds.). **“ Chickpea breading and management**”. CAB International, UK, pp.101-143.

Wu, S.C., Cao, Z.H. Li, Z.G. Cheung, K.C. and Wong, M.H. **(2005).. “**Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail”. **Geoderma**, 125: pp 155-166.

Zahran , H.M**.(1999).. “** Rhizobium – legumesymbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and arid climate”, **Microbial and Molecular Biology Reviews** .، pp . 968-989

.

Zahran, H.H. and Sprent, J.I. **(1986**).**.“**. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of Viciafaba L”. **plants by Rhizobium leguminosarum**, **Planta**. 167: pp 303-309.

Zapata, F. and Roy, R.N. **(2004).. "** Use of phosphate rocks for sustainable agricultur".

publication of the FAO Land and Water Development Division. Pp: 117-122.

http://**daneshnameh.roshd**.ir

Abstract

Effect of *Mesorhizobium* and Thiobacillus bacteria and sulfur on yield of chickpea and some parameter soil

This study aimed to assess the impact of *Mesorhizobium* bacteria, Thiobacillus and sulfur on local varieties of chickpea(Cicer artinium) experimental. The use Treatments include bacteria *Mesorhizobium* in 3 levels of inoculation, inoculation with *Mesorhizobium* strain Cicer strain MS 190 and inoculated with *Mesorhizobium* Cicer strain MS-9) and Thiobacillus at two levels (inoculated and non-inoculated) and sulfur (0, 500 , 1000 Kg / ha) as a factorial based on randomized complete block on a farm in the city of Khorasan Razavi Joghatay came into force. Main and interaction effects were evaluated on quantitative and qualitative characteristics. The results show that inoculation top three factors no effect the length of the stem, root tuber number and nitrogen in the soil. However, the positive impact on the length root of chickpea.use 500 or 1000 kg of sulfur with *Mesorhizobium* Ciceri strain MS 190 increased grain protein to 19 percent. also factors sulfur * Thiobacillus, sulfur * *Mesorhizobium* and *Mesorhizobium* on chickpea yield a Becomes significant on present surface, As that the application of *Mesorhizobium* and sulfur greatest impact on yald was 28 percent. In between *Mesorhizobium*, *Mesorhizobium* M1 was more successful than its *Mesorhizobium* strain M2. The results indicated that the use of any biological fertilizers increased the concentrations of nutrients such as potassium, phosphorus and sulfur in the soil. Including the interaction of sulfur and Thiobacillus,sulfur and *Mesorhizobium* increase phosphorus soil respectively 27 and 51 percent. The effect of bio-fertilizers on soil chemical properties, it was found that the interaction of three factors on pH, EC and soil sulfur has been positive

.

Key words: bacteria *Mesorhizobium*, sulfur, Thiobacillus, chickpea

Shahrood University at technolojy

Faculty of Agriculture

Department of Water and Soil

Effect of *Mesorhizobium* and Thiobacillus bacteria and sulfur on yield of chickpea and some parameters soil

Supervisors:

Dr.Sh.Shahsavani

Sakine Dastorani

Advisors:

Dr.Sh.Ghranjik