بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده :علوم کشاورزی

گروه :آب و خاک

بررسی برهم کنش گوگرد،باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست بر روی عملکرد و اجزا عملکرد سویا و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

زهره ممی زاده

استاد راهنما :

دکتر شاهین شاهسونی

اساتید مشاور:

دکتر شاهرخ قرنجیک

دکتر احمد غلامی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ماه ۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده :علوم کشاورزی

گروه :آب و خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم زهره ممی زاده

تحت عنوان:

بررسی برهم کنش گوگرد،باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست بر روی عملکرد و اجزا عملکرد سویا و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

در تاریخ ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد (رساله دکتری) مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی : شاهین شاهسونی		نام و نام خانوادگی : شاهرخ قرنجیک	
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : احمد غلامی	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :	
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

تقدیم به:

همسر مهربانم

که همواره حامی راهم بوده و است.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می دانم از زحمات بی شائبه آقایان دکتر شاهین شاهسونی (استاد راهنمای محترم)،دکتر شاهرخ قرنجیک و دکتر احمد غلامی(اساتید مشاور محترم)تشکر و قدر دانی نمایم.

همچنین از همسر فداکارم و پدر و مادر مهربانم و کلیه اعضای خانواده خودم و همسرم، که در این مسیر زحمات فراوان کشیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

اینجانب زهره ممی زاده تأیید می نمایم که مطالب مندرج دراین پـایان نامهنتیجه تحقیقات خودم می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده ام.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات ، آزمایشات و نو آوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

بهمن ماه ۱۳۹۰

چکیده:

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. ورمی کمپوستاصلاح کننده خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می باشد. باکتری تیوباسیلوس باعث افزایش قابلیت جذب برخی عناصر غذایی مانند روی، آهن، گوگرد و به ویژه فسفر می گردد. گوگرد علاوه برنقش تغذیه ای خود ازطریق اصلاح pH و افزایش قابلیت جذب عناصرغذایی گیاه می تواند موجب افزایش رشد و تثبیت نیتروژن درگیاه شود. به منظور بررسی برهمکنش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست بر روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و برخی خصوصیات زراعی سویا،این طرح در تابستان ۱۳۸۹ در زمین زراعی واقع در روستای تمرقره قوزی واقع در شهرستان کلاله به صورت آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل، بر روی گیاه سویا رقم DPX انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که از صفات زراعی ارتفاع بوته در سطح ۵٪ و عملکرد، درصد روغن دانه وپروتئین دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید. از صفات خاکی مورد بررسیازت، درصد رطوبت وزنی، گچ و آهک در سطح ۵ درصد وپتاسیم قابل جذب،تخلخل، وزن مخصوص ظاهری و فسفر قابل جذب در سطح یک درصد معنی دار گردید.اثرات متقابل هر سه عامل بر رویارتفاع گیاه،عملکرد،پروتئین،تخلخل خاک،وزن مخصوص ظاهری، گچ و فسفر قابل جذب خاک معنی دار است.کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۰/۵ تن در هکتار گوگرد بیشترین تاثیر را در فسفر قابل جذب خاک به میزان ۲۲/۷ppm، گچ خاکبه میزان ۱/۳٪، پروتئین دانه به میزان ۴۳/۴٪ و تخلخل به میزان ۵۴/۸٪ داشت. کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد بیشترین تاثیر را در عملکرد گیاه به میزان ۴۰۰۳/۳کیلوگرم در هکتار داشت و کاربرد همزمان ورمی کمپوست به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد بیشترین تاثیر را در ارتفاع گیاه به میزان ۵۸/۶ سانتی متر داشت. کاربرد ۱۰۰۰کیلوگرم گوگرد در صورت عدم کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بیشترین تاثیر را در وزن مخصوص ظاهری خاک

(به میزان$1/29gr/cm^3$) داشت؛از طرف دیگر کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۵۰۰کیلوگرم کود گوگرد کمترین تاثیر را در وزن مخصوص ظاهری($1/17gr/cm^3$) داشت. در اثر کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس میزان روغن دانه ۲۰/۴۲٪،در اثر کاربرد ورمی کمپوست با ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد میزان روغن دانه ۲۰/۳۱٪ و در اثر عدم کاربرد تیوباسیلوس و گوگرد میزان روغن دانه ۲۰/۴۵٪گردید.کاربرد ورمی کمپوست به همراه ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد باعثدر اثرکاربرد ورمی کمپوست به همراه ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد رطوبت وزنی ۸/۷٪گردید، و در اثر کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس میزان آهک خاک ۶/۱۹٪ گردید.با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از کودهای بیولوژیک (در اینجا ورمی کمپوست و تیوباسیلوس) در کنار کود گوگرد باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و صفات زراعی سویا شده است.

کلمات کلیدی: ورمی کمپوست، باکتری تیوباسیلوس، گوگرد، سویا

لیست مقالات موجود:

بررسی تاثیر مقادیر مختلف کود گوگرد ، ورمی کمپوست و باکتری تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب فسفر خاک

اولین کنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی دانشگاه زنجان۱۹ الی ۲۱ شهریور ۱۳۹۰

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول

- ۱-۱-مقدمه ۲
- ۱-۲-اطلاعاتی راجع به کشت سویا در ایران ۴
- ۱-۳-اهداف مطاله ۶

فصل دوم

- بررسی منابع ۸
- ۲-۱-مشخصات گیاهشناسی ۹
- ۲-۱-۱-ریشه ۱۰
- ۲-۱-۲-ساقه ۱۱
- ۲-۱-۳-برگ ۱۲
- ۲-۱-۴-گل ۱۲
- ۲-۱-۵-غلاف ۱۳
- ۲-۱-۶-دانه ۱۳
- ۲-۲-مراحل نمو ۱۴
- ۲-۳-آب و هوای مناسب سویا ۱۶
- ۲-۴-خاک های مناسب سویا ۱۷
- ۲-۵-تغذیه سویا ۱۷
- ۲-۵-۱- ازت ۱۸
- ۲-۵-۲ فسفات قابل جذب ۲۱
- ۲-۵-۳- پتاسیم ۲۳
- ۲-۵-۴- ماده آلی ۲۴
- ۲-۵-۴-۱-نقش کودهای بیولوژیک در تغذیه گیاه ۲۴
- ۲-۵-۴-۲-انواع کودهای بیولوژیک ۲۵

- ۲-۵-۴-۳-کود بیولوژیک ورمی کمپوست ۲۶
- ۲-۵-۴-۴-نتایج بدست آمده از مطالعات سایر نویسندگان ۳۲
- ۲-۵-۵- گوگرد ۳۴
- ۲-۵-۵-۱-گوگرد آلی ۳۴
- ۲-۵-۵-۲-نتایج بدست آمده از مطالعات سایر نویسندگان ۳۶

فصل سوم

- مواد و روش ها ۴۱
- ۳-۱-ویژگی های محل اجرای آزمایش ۴۲
- ۳-۲-مشخصات خاک محل اجرای آزمایش ۴۳
- ۳-۳-نوع طرح آزمایشی و مشخصات کرت های آزمایش ۴۵
- ۳-۴-عملیات زراعی ۴۶
- ۳-۵-صفات مورد بررسی گیاه ۴۷
- ۳-۵-۱-زمان شروع گلدهی ۴۷
- ۳-۵-۲-زمان شروع غلاف دهی ۴۷
- ۳-۵-۳-تعداد غلاف در بوته ۴۷
- ۳-۵-۴-تعداد دانه در غلاف ۴۸
- ۳-۵-۵-وزن هزار دانه ۴۸
- ۳-۵-۶-عملکرد دانه در واحد سطح ۴۸
- ۳-۵-۷-فاصله اولین غلاف از سطح خاک ۴۸
- ۳-۵-۸-شاخص سطح برگ (Leaf Area Index) ۴۸
- ۳-۵-۹-روغن ۴۹
- ۳-۵-۱۰-پروتئین ۴۹
- ۳-۶-صفات مورد بررسی خاک ۴۹
- ۳-۶-۱-EC ۵۰
- ۳-۶-۲-Ph ۵۰
- ۳-۶-۳-کربن آلی (O.C %) ۵۰
- ۳-۶-۴-ازت کل (N %) ۵۰

- ۳-۶-۵-پتاسیم قابل جذب ۵۰
- ۳-۶-۶-فسفر قابل جذب ۵۱
- ۳-۶-۷-آهک ۵۱
- ۳-۶-۸-گچ ۵۱
- ۳-۶-۹-وزن مخصوص ظاهری ۵۱
- ۳-۶-۱۰-تخلخل ۵۲
- ۳-۶-۱۱-درصد رطوبت وزنی ۵۲
- ۳-۶-۱۲-درصد رطوبت اشباع ۵۲
- ۳-۷-تجزیه داده ها و محاسبات آماری ۵۲

فصل چهارم

- نتایج و بحث ۵۳
- ۴-۱-نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها ۵۴
- ۴-۱-۱-ارتفاع بوته ۵۵
- ۴-۱-۲-عملکرد ۵۷
- ۴-۱-۳-پروتئین ۶۰
- ۴-۱-۴-روغن ۶۲
- ۴-۱-۵-ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و میزان سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی ۶۵
- ۴-۱-۶-تخلخل ۶۶
- ۴-۱-۷-وزن مخصوص ظاهری خاک ۶۸
- ۴-۱-۸-میزان فسفر قابل جذب خاک ۷۰
- ۴-۱-۹-درصد رطوبت وزنی ۷۳
- ۴-۱-۱۰-آهک ۷۵
- ۴-۱-۱۱-گچ ۷۳
- ۴-۱-۱۲-میزان پتاسیم قابل جذب ۷۹
- ۴-۱-۱۳- درصد ازت کل خاک ۸۰
- ۴-۱-۱۴- درصد کربن آلی خاک ۸۱

- ۴-۱-۱۵-درصد رطوبت اشباع (Sp%) ۸۱
- ۴-۱-۱۶-هدایت الکتریکی (EC) ۸۱
- ۴-۱-۱۷-اسیدیته گل اشباع (pH) ۸۲
- ۴-۲-نتیجه گیری ۸۳

فصل پنجم

- منابع و مآخذ ۹۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

- جدول (۱-۱) آمارنامهجهادکشاورزیسال زراعی ۸۷-۸۶ ..... ۵
- جدول (۲-۱) مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه سویا براساس سیستم مرحله بندی فهر و کاوینس ۱۵
- جدول (۳-۱) میزان بارندگی سالیانه ۴۲
- جدول (۳-۲) میانگین درجه حرارت هوادر یک دوره ۱۰ ساله(۸۹-۸۰) ۴۳
- جدول (۳-۳) نتایج آزمایش خاک ۴۴
- جدول ضمیمه(۴-۱)نتایج تجزیه واریانس اثر ورمیکمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر صفات زراعی سویا(الف) ۸۵
- جدول ضمیمه(۴-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر صفات زراعی سویا(ب) ۸۶
- جدول ضمیمه(۴-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر خصوصیات فیزکی و شیمیایی خاک (الف) ۸۷
- جدول ضمیمه(۴-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمیکمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر خصوصیات فیزکی و شیمیایی خاک (ب) ۸۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

- ۴-۱-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر روی ارتفاع سویا(الف) ۵۶
- شکل ۴-۱-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر روی ارتفاع سویا(ب) ۵۶
- شکل ۴-۲-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر روی عملکرد سویا(الف) ۵۹
- شکل ۴-۲-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر روی عملکرد سویا(ب) ۵۹
- شکل ۴-۳-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر رویپروتئین سویا(الف) ۶۱
- شکل ۴-۳-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر رویپروتئین سویا(ب) ۶۱
- شکل ۴-۴-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روغن سویا(الف) ۶۳
- شکل ۴-۴-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد گرانوله بر روغن سویا(ب) ۶۴
- شکل ۴-۴-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد گرانوله بر روغن سویا(ج) ۶۴
- شکل ۴-۵-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر رویتخلخل خاک(الف) ۶۷
- ۴ شکل ۴-۵-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر رویتخلخل خاک(ب) ۶۷
- ۴ شکل ۴-۶-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر رویوزن مخصوص ظاهری خاک(الف) ۶۹
- شکل ۴-۶-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه عامل بر رویوزن مخصوص ظاهری خاک(ب) ۶۹
- ۴ شکل ۴-۷-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل بر روی فسفر قابل جذب خاک(الف) ۷۲
- شکل ۴-۷-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل بر فسفر قابل جذب خاک(ب) ۷۲
- ۴ شکل ۴-۸-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد گرانوله بر روی درصد رطوبت وزنی خاک ۷۴
- شکل ۴-۹-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی آهک خاک ۷۶
- شکل ۴-۱۰-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل بر گچ خاک(الف) ۷۸
- شکل ۴-۱۰-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل هر سه عامل بر گچ خاک(ب) ۷۸
- شکل ۴-۱۱-نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر روی پتاسیم قابل جذب خاک(الف) ۷۹
- ۴ شکل ۴-۱۱- نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر روی پتاسیم قابل جذب خاک(ب) ۸۰
- شکل ۴-۱۲- نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر روی ازت کل خاک ۸۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه

کشاورزی را می توان به عنوان یک سلسله از روشها برای تسلط بر محیط زیست و رشد گیاهان زراعی توصیف کرد. انتخاب نوع محصول، زمانبندی و رعایت اجرای به موقع عملیات زراعی، کاربرد کود و سموم دفع آفات و بیماریها و آب همگی فنونی برای تسلط بر برخی از صور محیط می باشند. هدف این است که با استفاده از مواهب خاک، آب و نور خورشید از حداکثر ظرفیت بالقوه ی تولید محصول بهره برداری نمود(۱۷).

علی رغم وسعت زیاد کشور، به علت محدودیت هایی مانند کوهستانی بودن، شوری خاک و غیره، سطح اراضی قابل کشت بسیار محدود بوده و برای نیل به خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی لازم است میزان عملکرد در واحد سطح افزایش یابد (۳۶). از طرفیمصرف روغن های گیاهی با توجه به افزایش جمعیت کشور و تغییر الگوی غذایی مردم در حال افزایش است (۱).ایران علی رغم داشتن پتانسیل تولید دانه های روغنی متاسفانه هنوز یکی از کشورهای وارد کننده عمده روغن است. مصرف سرانه روغن خوراکی کشورمان ۱۶ کیلوگرم برآورد شده و نیاز داخلی کشور بیش از یک میلیون تن است که سالیانه حدود ۹۰ درصد آن از خارج وارد می شود.برای نیل به خودکفایی در تولید دانه های روغنی لازم است میزان عملکرد افزایش یابد.مصرف صحیح و متناسب انواع کودها،مهمترین و اساسی ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک، افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی و دستیابی به کشاورزی پایدار می باشد. از طرفی توجه به کشاورزی پایدار به منظور حفظ محیط زیست و تامین نیازهای جامعه از نظر مواد غذایی ضروری است. استان گلستان با مساحت ۲۰۳۸۰/۷کیلومتر مربع در شمال ایران، یکی از قطب های اصلی تولیدات کشاورزی بوده و تقریبا هر ساله به همراه استان های فارس و خوزستان در صدر تولید کنندگان زراعی و صنعتی قرار دارد (۲).

عمده ترین منابعی که برای تهیه روغن های نباتی به کار می روند شامل دانه ها و میوه های روغنی می باشند که از میان دانه های روغنی، سویا، کلزا، تخم پنبه، آفتابگردان و پالم دارای بیشترین استفاده هستند (۱۳).

در حال حاضر سویا از نظر تولید جهانی یکی از مهمترین دانه های روغنی است. روغن استحصالی از سویا حاوی ۴۵ درصد اسیدلینولئیک ، ۲۵ درصد اسید اولئیک و ۱۰ درصد اسید لینولنیک است. اسید چرب لینولئیک موجود در روغن سویا دارای میزان بیشتری نسبت به دیگر اسیدهای چرب می باشد (۳). دانه خشک سویا به طور متوسط۱۴ تا۲۰درصد پروتئین داردکه در بین گیاهان بیشترین درصد پروتئین دانه رابه خوداختصاص داده است (۲۴).

علاوه بر این، سویا در نظام های تناوب زراعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لذا تحقیق در مورد عوامل مؤثر در افزایش عملکرد آن از نظر خودکفایی زراعی اهمیت خاصی دارد (۳۴).

بنابراین برای نیل به کشاورزی پایدار و حفظ حاصلخیزی خاک لازم است تحقیقات بیشتری در ضمینه کودهای بیولوژیک صورت پذیرد.

به منظور بررسی برهمکنش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست بر روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و برخی خصوصیات زراعی سویا، این طرح در تابستان ۱۳۸۹ در زمین زراعی واقع در روستای تمرقره قوزی واقع در شهرستان کلاله به صورت آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل، بر روی گیاه سویا رقم DPX انجام گرفت.

۱-۲- اطلاعاتی راجع به کشت سویا در ایران

این گیاه بومی آسیا بخصوص منطقه منچوری، چین و ژاپن است . که درحدود ۱۱۰۰ سال قبل ازمیلاد اهلی شده و بوسیله اصلاح طبیعی و مصنوعی به شکل امروزی درآمده است (۱۱). در ایران، نخستین بار در سال ۱۳۱۰ و سپس ۱۳۱۶ انواعی از بذور سویا از چین و هندوچین آورده شد و مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین در سال های ۱۳۱۸ و ۱۳۱۹ انواع مختلفی از سویا از آلمان وارد کشور شد و در مرکز اصلاح نباتات کرج مورد آزمایش قرار گرفت. کلیه این آزمایشات حاکی از عملکرد خوب این محصول بود ولی به علت نبودن بازار مناسب، رواج و رونقی پیدا نکرد. در سال ۱۳۴۳ گروه صنعتی بهشهر، مقداری بذر سویا از آمریکا وارد کرد و پس از بستن قرارداد با زارعین برای توسعه سطح کشت آن جدیت نمود و در سال ۱۳۵۳ حدود ۲۰هزار هکتار زیر کشت این گیاه قرار گرفت (۳۱). و پس از آن سطح زیر کشت سویا از سالی به سال دیگر افزایش یافت به طوریکه در سال ۱۳۶۸، سطح زیر کشت سویا ۴۹ هزار هکتار و در سال ۱۳۷۶ به ۷۰ هزار هکتار رسید و تولید آن از ۷۰ هزار تن در سال ۶۸ به ۱۲۹ هزار تن در ۷۶ رسید (۲۷).

به دلیل نیازهای خاص اکولوژیکی، بیش از ۹۰ درصد از اراضی زیر کشت سویا در استان های مازندران و گلستان قرار دارد. در سال ۷۷-۷۶ استان مازندران ۴۰/۳ درصد، گلستان ۵۵/۵ درصد، لرستان ۳/۵ درصد و سایر استان ها ۵/۶ درصد از سطح زیر کشت این محصول را به خود اختصاص دادند. تمرکز کشت سویا در استان های مازندران و گلستان باعث می شود تا تولید سویا در کشور وابستگی زیادی به میزان تولید در استان های مذکور داشته باشد (۲۷).

در سال ۸۷-۸۶ سطح زیر کشت سویا در کل کشور ۸۴۴۶۷ هکتار می باشد که از این مقدار حدود ۶۸ هزار هکتار آن بصورت آبی کشت می شود. بیشترین سطح زیر کشت را گلستان با ۶۰ هزارهکتار به خود اختصاص داده است و سپس مازندران که از ۱۶ هزار هکتار ۱۲ هزار هکتار آن بصورت دیم کشت می شود و بعد از آن هم اردبیل با ۶ هزار هکتار سطح زیر کشت سویا را دارا است .

جدول (۱-۱) آمار نامه جهادکشاورزی سال زراعی ۸۷-۸۶

نام استان	سطح زیر کشت (هکتار)			تولید (تن)			عملکرد (کیلوگرم)	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم
مازندران	۳۹۸۹	۱۲۳۳۰	۱۶۳۱۹	۹۸۸۷/۱۶	۲۴۴۴۱/۸۳	۳۴۳۲۸/۹۹	۲۴۷۸/۶۱	۱۹۸۲/۳۱
آذربایجان شرقی	۱۱۰۲	۱۴۵	۱۲۴۷	۱۰۵۷/۵۱	۳۲/۶۳	۱۰۹۰/۱۴	۹۵۹/۶۳	۲۲۵/۰۳
لرستان	۳۶۴	۰	۳۶۴	۵۶۸/۷۷	۰	۵۶۸/۷۷	۱۵۶۲/۵۴	۰
گلستان	۵۶۵۷۳	۳۷۸۶	۶۰۳۵۹	۱۴۲۴۱۴/۴۵	۵۳۸۷/۴۵	۱۴۷۸۰۱/۹	۲۵۱۷/۳۶	۱۴۲۲/۹۹
اردبیل	۶۱۷۸	۰	۶۱۷۸	۱۳۴۵۵/۷۸	۰	۱۳۴۵۵/۷۸	۲۱۷۸/۰۲	۰
کل کشور	۶۸۲۰۶	۱۶۲۶۱	۸۴۴۶۷	۱۶۷۳۸۳/۶۷	۲۹۸۶۱/۹۱	۱۹۷۲۴۵/۵۸	۲۴۵۴/۰۹	۱۸۳۶/۴۱

۱-۳-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 می تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد (۳۰). ورمی کمپوست حاصل فعالیت بیولوژیک نوعی کرم خاکی با نام علمی *Eisenia fotida*می باشد. کرم های زباله خوار با تغذیه زائدات آلی آنها را تجزیه و دگرگون می نمایند. فرایند هضم این کرم ها به تغییر سریع تر مواد آلی منتهی شده و کمپوست تثبیت می شود. ورمی کمپوست در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیر بسزایی دارد. این کود اصلاح کننده خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می باشد (٦٥). از طرفی گوگردیکی از عناصری است که می تواند به طورمستقیم وغیرمستقیم فرایندگره زایی وهمزیستی رادرگیاهان تثبیت کننده نیتروژن تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به اهمیت گوگرد در بهبود عملکردگیاهان تثبیت کننده نیتروژن ضرورتا ستفاده ازآن درتغذیه گیاه احساس می شود.گوگرد علاوه برنقش تغذیه ای خوداز طریق اصلاح pH و افزایش قابلیت جذب عناصرغذایی گیاه میتواند موجب افزایش رشد وتثبیت نیتروژن درگیاه شود (۴). 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، به طوریکه مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس مقدار فسفر جذب شده را توسط ذرت افزایش داد (۹). با توجه به توضیحات بالا اهداف اصلی این مطالعه عبارتند از:

-بررسی افزایش عملکرد و اجزای عملکرد سویا با افزودن گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست

-بهبود برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با افزایش گوگرد ، باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- مشخصات گیاه شناسی

سویا(نام علمی: *Glycin max* نام انگلیسی : Soybean) گیاهی است ازخانواده Papilionaceae ، یکساله و خودگشن که مقام نخست درتأمین روغن گیاهی درجهان را دارا است (۱۱).

سویا از انواع حبوبات است که محل کشت اولیه آن در آسیا و در کشور چین بود، اما کشت انبوه آن در ایالات متحده آمریکا آغاز شد و به مرور زمان، کشت آن در سایر کشورهای جهان رواجیافت.سویا، یکی از مهمترین گیاهان روغنی پروتئینی را، دانه‌ای همهکاره می‌نامند که از آن می‌توان در مواد غذایی مختلف و روغن‌های خوراکیاستفادهکرد (۶۴).

تحقیقات نشان داده است که این محصول، گذشته از آن که غذایی کامل و سرشار از پروتئین است، هیچ نوع چربی مضری نداشته و روغن آن، جزو چربی‌های اشباع نشده به شمار می‌رود. فواید استفاده از سویا از نظر علمی به اثبات رسیده که از جمله آن می‌توان به کاهش خطر ابتلا به بیماریهای قلبی، جلوگیری از بروز سرطان پروستات، تامین سلامتی استخوانهای بدن و تقویت سیستم ایمنی بدن اشاره کرد.هم‌اینک نیز با بهره‌گیری از فناوری مدرن، امکان تولید انواع مختلف فرآورده‌های سویا با طعم‌های مختلف ایجاد شده است و با توجه به فواید سویا در حفظ سلامتی بدن، حداقل برای یک بار هم که شده می‌توان آن را امتحان کرد (۶۴).

علاوه بر آن، به دلیل تثبیت ازت خاک بوسیله غده‌های موجود در ریشه، نقش مهمی در حاصلخیزی و بهبود خاک دارد.

اندام های مختلف این گیاه عبارتند از :

۲-۱-۱- ریشه

سیستم ریشه ای سویا به صورت گسترده و دارای یک ریشه عمودی اصلی بوده که ممکن است طول آن از ۱/۵ متر تجاوز کند. این ریشه معمولاً تا عمق حدود ۴۰ سانتیمتری سطح زمین دارای انشعابات فرعی است که ریشه های دیگری از آنها به عمق خاک انشعاب مییابند. حجم عمده ریشه های سویا در عمق کمتراز ۶۰ سانتی متری خاک پراکنش مییابند. رشد ریشه درمرحله رویشی سویا سریعتر از رشد قسمتهای هوایی گیاه صورت میگیرد، به طوری که عمق ریشه از زمان گلدهی دو برابر ارتفاع ساقه می باشد (۶۷).

بر روی سطح ریشه های گیاهان تیره بقولات، پس از تشکیل ریشه های موئین، گرهک ها یا غده هاییتشکیل میشود که حاوی کلنی های باکتری تثبیت کننده ازت، به نام " رایزوبیوم" می باشد. این باکتری برای هریک از گیاهان خانواده بقولات اختصاصی بوده و در مورد سویا از گونه *R. japonicum* می باشد. این باکتری از گیاه میزبان ۳ مولکول گلوکز دریافت کرده و به جای آن یک مولکول NH_4به گیاه می دهد، که نتیجه این همزیستی، تثبیت ازت میباشد (۶۷).

نکته قابل توجه این است که وجود گره بر روی ریشه گیاه دلیل انجام فرآیند تثبیت ازت نیست، بلکه رنگ داخل گره این مسئله را اثبات میکند. اگر رنگ داخل گره، صورتی یا نارنجی متمایل به قرمز باشد، یعنی ازت در حال تثبیت است و چنانچه قهوهای یا تیره باشد حاکی از عدم فعالیت باکتریهاست (۶۷).

سویا در شرایط ایده آل و کاملاً مناسب از نظر فعالیت باکتریهای رایزوبیوم، اقلیم و خاک میتواند تا حدود نیمی از نیتروژن مورد نیاز را از هوا تأمین کند. در خاکهایی که باکتری رایزوبیوم به میزان کافی وجود ندارد، میتوان با تلقیح این باکتری شرایط لازم برای تثبیت ازت را فراهم نمود. عمل تلقیح، عبارت از افزودن باکتری مزبور به بذور سویا، قبل از انجام عملیات کاشت میباشد. باکتری همزیست سویا را معمولاً به صورت بسته های استاندارد درشرایط صفر فیزیولوژیک

نگهداری میکنند. تلقیح سویا معمولاً به دو روش انجام میگیرد. نوع رایج تر آن مصرف همراه بذر و روش دیگر مصرف در خاک است (۶۷).

۲-۱-۲- ساقه

سویا دارای ساقهای نسبتاً گرد، غالباً کرکدار و ارتفاع آن معمولاً بسته به رقم از ۷۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر متغیر می باشد. بر روی ساقه کامل سویا، معمولاً ۱۹ تا ۲۴ بند یا گره وجود دارد که ساقه های جانبی از این گره ها منشعب میشوند. چنانچه در انتهای ساقههای سویا فقط مریستمهای تولید گل وجود داشته باشد به آن، تیپ گل انتهایی یا محدود می گویند. در صورتی که هم مریستم تولید ساقه به همراه مریستم تولید گل وجود داشته باشد به آن تیپ گل غیر انتهایی یا نامحدود اطلاق میکنند. ارقام علوفهای عمدتاً از نوع نامحدود و ارقام دانهای از هر دوتیپ (محدود ونامحدود) میباشند(۶۷).

سویا تولید یک ساقه اصلی می کند که از گره های پایین آن مقداری ساقه فرعی انشعاب می یابد. طبق معمول، ساقه سویا راست و همراه با انشعابات زیاد است، ولی در بر خی از ارقام تعداد شاخه های فرعی بسیار کم و فاصله کمتری از یکدیگر دارند. میان گره های پایین تر، به مرور زمان چوبی می شوند. تعداد شاخه های فرعی در ارقام مختلف متفاوت است. ارتفاع ساقه ها بین ۲۰۰-۴۰ سانتی متر بر حسب انواع مختلف تغییر می کند (۲۶).

ساقه سویا دارای سه تیپ رشدی محدود، نامحدود و نیمه محدود است. در تیپ رشد نامحدود، با رسیدن به مرحله نمو زایشی و ظهور گل ها، رشد رویشی همچنان ادامه دارد. در تیپ رشد محدود فعالیت رویشی جوانه انتهایی با تشکیل گل آذین متوقف می شود. در این تیپ، پس از گلدهی فقط اندکی به ارتفاع بوته افزوده می شود (۳۲).

۲-۱-۳- برگ

سویا دارای چهار نوع برگ است: لپه ها، برگهای اولیه تک برگچه ای، برگهای سه برگچه ای و برگچه ضمیمه. لپه یا برگ دانه تقریباً بیضی شکل بوده و بوسیله اپیدرم دارای روزنه در سطح زیرین و فوقانی احاطه شده است. مزوفیل داخلی شامل بافت نرده ای همراه با سلولهای زیاد پارانشیم حفره ای فاقد لایه مشخص در سمت محور می باشد. لپه ها، زمان خودکفایی بوته به عنوان یک منبع انرژی عمل می کنند. سپس زرد شده و از بوته جدا می شوند (۱۹).

روزنه در هر دو سطح برگ وجود دارند و اصولاً تعداد روزنه سطح تحتانی ۳ برابر روزنه در سطح فوقانی می باشد (۴۰).

۲-۱-۴- گل

گل سویا به صورت پروانه آسا است، کاسه گل از پنج کاسبرگ و گل از پنج گلبرگ تشکیل شده است (۲۶).

گلهای سویا کوچک، به طول ۶ تا ۷ میلی متر و به رنگ سفید و یا بنفش کم رنگ می باشند گل ها روی گل آذین کوچک که در بغل برگها می رویند به وجود می آیند. هر گل آذین خوشه ای دارای ۳ تا ۳۵ گل می باشد که بستگی به رقم مورد کشت و عوامل محیطی مانند رطوبت و حرارت در موقع گل دادن دارد. هر گل مانند سایر گیاهان خانواده لگومینوز شامل ۵ کاسبرگ، ۵ گلبرگ (یکی بزرگ به نام درفش یا استاندارد، ۲ بال و ۲ ناو) و ۱۰ پرچم (۹ عدد به هم چسبیده و یکی آزاد) و یک مادگی کرکدار می باشد (۱۹).

گل های سویا خودبارور هستند و گرده افشانی ممکن است در داخل غنچه یا قبل از بازشدن کامل گل صورت گیرد. درصد دگر گشنی در سویا کمتر از نیم درصد گزارش شده است که به فعالیت حشرات بستگی دارد (۴۲).

۲-۱-۵- غلاف

۱۰ تا ۱۴ روز پس از شروع گلدهی، گل های بارور جای خود را به غلاف های کوچکی می دهند که بتدریج بزرگ می شوند و به طول ۶-۳ سانتی متر می رسند. عمل تبدیل گل به غلاف تدریجی صورت می گیرد. بدین ترتیب که ضمن باز شدن گل های تازه، گل های قدیمی به غلاف تبدیل می شوند.در هر غلاف، ۲ تا ۳ دانه و گاهی تا ۵ دانه در ارقام تجاری مشاهده می شود (۴۱، ۳ و۱۶).

تعداد غلاف ها ممکن است تا ۴۰۰ عدد نیز برسد. غلاف بندی از ارتفاع معینی از سطح خاک شروع می شود. هر اندازه غلاف بندی از سطح بالاتری از خاک شروع شود، بهمان اندازه مطلوبتر خواهد بود. غلاف ها همانند سایر اندام های سویا پوشیده از کرک هستند (۴۱).

۲-۱-۶- دانه

دانه ها گرد و لوبیایی شکل هستند و به رنگ های سبز کمرنگ، زرد تا قهوه ای تیره دیده می شوند. وزن هزار دانه بسته به ژنوتیپ، شرایط آب و هوایی، نوع محیط و محل دانه در بوته یا نیام بین ۸۰ تا ۴۲۰ گرم متغیر است. بذرهای با وزن هزار دانه ۲۳۰-۱۲۰ گرم برای کاشت مناسب تر هستند. بزرگ شدن دانه در ابتدا بطئی است، ولی پس از توقف گلدهی سرعت آن زیاد می شود. در کل مواد غذایی در مدت ۳۰ الی ۴۰ روز در دانه ذخیره می شوند (۲۶).

۲-۲- مراحل نمو

به منظور سهولت مقایسه ی نتایج مطالعات و تحقیقات روی فیزیولوژی و زراعت گیاهان زراعی، از جمله سویا، وجود معیاری یکنواخت و همگن ضروری است. فهر و کاوینس[1] (۱۹۷۷) مراحل رشد و نمو سویا را به دو قسمت تقسیم بندی نمودند. مراحل رشد گیاه سویا براساس سیستم مرحله بندی فهر و کاوینس، به دو بخش مجزای رویشی (V) و زایشی (R) تقسیم می شوند (جدول ۲-۱) تعیین مراحل رویشی و زایشی نیازمند تشخیص گره ها می باشد. مراحل رویشی به صورت V_e (مرحله سبزشدن)، V_c مرحله ی (لپه ای) و V_1 و ... V_n تقسیم می شوند. که V_n آخرین مرحله رشد رویشی را نشان می دهد که بسته به واریته و شرایط محیطی متعیر خواهد بود. هم چنین ۸ تقسیم بندی برای مراحل زایشی، $R_1.R_8$... صورت گرفته، که فاصله زمانی بین مراحل R ، بسته به ژنوتیپ، طول روز و دمای هوا متغیر می باشد. شروع هر مرحله زمانی است که ۲۵ درصد بوته ها در آن مرحله باشند و پایان آن زمانی است که ۷۵ درصد بوته ها در آن مرحله قرار داشته باشند (۴۳ و ۵۴).

[1] -Fehr and caviness

جدول ۲-۱ مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه سویا براساس سیستم مرحله بندی فهر و کاوینس (۴۶)

نشانه اختصاری	توصیف
V_e (مرحله سبزشدن)	لپه ها از خاک خارج شده اند.
V_c (مرحله لپه ای)	برگ های تک برگچه ای به اندازه کافی گسترش یافته به طوری که برگچه های هر یک از آن دو از هم جدا شده و با هم تماس ندارند.
V_1 (اولین گره)	برگ های تک برگچه ای دارای رشد کامل است و لپه های برگچه های اولین برگ سه برگچه ای از هم جدا شده اند.
V_2 (دومین گره)	اولین برگ سه برگچه ای دارای رشد کامل است و برگچه های دومین برگ سه برگچه ای باز شده اند. به عبارت دیگر سه گره دارای برگ باز شده وجود دارد.
V_3 (سومین گره)	دومین برگ سه برگچه ای دارای رشد کامل است. در این مرحله با احتساب گره برگ ها تک برگچه ای ، سه گره با برگ های رشد یافته در ساقه اصلی دیده می شوند و برگ ها در گره چهارم باز شده اند.
V_n (nامین گره)	با احتساب گره برگ های تک برگچه ای، n گره با برگ های کاملاً رشد یافته در ساقه اصلی وجود دارد و برگچه ها در گره $n+1$ باز شده اند.
R_1	شروع گل دهی
R_2	پایان گل دهی
R_3	شروع تشکیل غلاف ها
R_4	پایان تشکیل غلاف ها
R_5	شروع پرشدن دانه ها
R_6	پایان پرشدن دانه ها
R_7	رسیدگی فیزیولوژیک (غلاف ها در حال زردشدن ۵۰ درصد برگ ها زرد هستند)
R_8	آماده برداشت (۹۵ درصد غلاف ها قهوه ای هستند.)

۲-۳- آب و هوای مناسب سویا

سویا یک محصول فصل گرم است ولی در حال حاضر زراعت آن از مناطق استوایی تا عرض های ۵۲ درجه گسترش یافته است. سویا نسبت به درجه حرارت حساس است و در محیط هایی با درجه حرارت بین ۱۰ و ۴۰ درجه سانتی گراد در طول فصل رشد کشت می گردد (۲۸ و ۳۲).

گیاه سویا نسبت به طول مدت نور و مقدار نور، جزو حساس ترین گیاهان زراعی است، این گیاه روز کوتاه بوده اما ارقام مختلف آن از نظر نیاز به حداقل دوره تاریکی که باعث گل دهی شود متفاوتند (۳ و ۳۷).

بسته به شرایط خاک و آب و هوا طول دوره رشد و میزان تولید رقم مورد کشت، آب مورد نیاز سویا متفاوت است (۲۸).

نیاز کل آبی سویا در محدوده ی بین ۳۳۰ تا ۷۶۶ میلی متر گزارش شده است. نیاز آبی سویا در طول مراحل گیاهچه ای و رسیدگی، کمتر و در طول دوره گل دهی تا پرشدن دانه حداکثر است. این الگوی مصرف آب می تواند به صورت عمومی به کار رود، ولی مقدار آن بسته به شرایط محیطی متفاوت است. برای اجتناب از تنش خشکی در سویا لازم است که آبیاری به گونه ای صورت گیرد که از تخلیه بیشتر از ۵۰ تا ۶۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در اطراف ریشه جلوگیری شود. تنش آب به هنگام پرشدن غلاف در کاستن از عملکرد سویا اثر چشم گیر دارد. سویا قادر است آب را از عمق ۱/۵ متری جذب کند. این موضوع بیانگر آن است که درشرایط محدودیت نزولات آسمانی گیاه می تواند تا حد زیادی خشکی را تحمل کند (۳۲).

۲-۴- خاک های مناسب سویا

خاکی که سویا در آن کشتمی شود باید دارای بافت متوسط و زهکشی مناسب باشد. سویا به شوری خاک حساس بوده و به منظور فعالیت مطلوب باکتری های تثبیت کننده ازت اسیدتیهخاک باید بین ۶/۸-۶ باشد. زمین مورد کشت سویا معمولا توسط دیسک آمادهمی‌شود و کلوخه هاباید کاملاً خرد گردند (۱۱).

سویا را می توان دریک محدوده وسیع خاک های با زهکشی مناسب کشت نمود ولی بهترین موفقیت از کشت آن در خاک های رسی ـ لومی بدست می آید. اسیدیته ی مطلوب خاک برای تولید بین ۶ تا ۶/۵ می باشد. این گیاه نسبت به شوری تحمل نسبی داشته و آستانه ی شوری آن در حدود ۴ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (۳ و ۳۷).

۲-۵- تغذیه سویا

۲-۵-۱- ازت

یکی از اصلی ترین عناصر غذایی مهم محدود کننده رشد گیاه عنصر نیتروژن است. نیتروژن برای ساخت کلروفیل مورد نیاز است که به گیاه رنگ سبز بدهد و گیاهان را قادر به گرفتن انرژی برای جذب مواد غذایی و رشد می کند.همچنین نیتروژن یکی از اجزای تشکیل دهنده اسیدهای آمینه بوده که واحد سازنده پروتئین است. اگر نیتروژن نتواند به مواد ارگانیک متصل شود براحتی می تواند از خاک شسته شود (عمل آبشویی) و یا متصاعد شود(طی عمل تصاعد).یکی از منابع مهم نیتروژن تثبیت آن از طریق هوا توسط باکتری ها(ریزوبیوم ها)است که با گونه های شناخته شده ای از گیاهان در ارتباطند (مخصوصاً لگوم ها). به علت پتانسیل ذخیره بالای نیتروژن در مقایسه با دیگر محصولات، لگوم ها نقش مهمی را در کشاورزی ارگانیک بازی می کنند.بعلاوه کارآیی های دیگر آن بعنوان گیاهان پوششی، کودسبز و علوفه نیز بسیار مهم است.برای دست یابی به بیشترین سطح توانایی تثبیت نیتروژن، گیاهان لگوم احتیاج به شرایط رشد خوب دارند.بیل زنی باعث بهبود تهویه خاک و تشویق فعالیت میکروارگانیسم ها می شوند که نتیجه این امر حرکت نیتروژن از مواد ارگانیک است.آبیاری باعث فعالیت مجدد میکروارگانیسم ها در خاک های خشک می گردد.استفاده از مواد ارگانیکی که به راحتی در خاک تجزیه می شوند باعث تولید میزان زیادی نیتروژن می گردد (۶۸).

تثبیت کننده‌های ازت

ازت یک کالای رایگان موجود در هوا می باشد.ستونی از هوا رویبک هکتار تقربیا"۸۰۰۰۰تن ازت دارد، اما در این شکل برای زندگی حیوانات و گیاهان مفید نیست.تعادل مثبتازت قابل استفاده روی زمینبه تثبیت ازت بستگی دارد که با این فرایند ازت موجود در هوا به روش های بیولوژیکییا شیمیایی به شکلی تبدیل می شود که قابل استفاده برای گیاهان و سایر عوامل بیولوژیکی می باشد (۵۶).

کار اصلی تثبیت‌کننده‌های ازت، تثبیت ازت هوا و تبدیل آن به ازت معدنی قابل استفاده برای گیاه است. هوای اطراف ما ٪۷۹ گاز ازت دارد ولی گیاهان قادر به استفاده از آن نیستند لذا این ازت باید به ازت معدنی تبدیل شود. تثبیتیا در کارخانه‌های کود سازی با صنعت پتروشیمی با هزینه و انرژی بسیار زیاد صورت می‌گیرد و یا بدون هزینه به وسیله موجودات ذره‌بینی خاک که کار کارخانه‌های کود سازی را انجام می‌دهند، صورت می گیرد (۶۱).

در تثبیت بیولوژیکی ازت ، ریز موجودات آزادزییا در همزیستی با گیاهان، ازت مولکولی را به محلول آمونیاک در فشار متعارف هوا و در دامنه دمای بین ۳۰-۲۰ درجه سانتی گراد احیا می کنند.باکتری ها ، جلبک ها و آکتینو مایست ها در این تبدیل مشارکت دارند.باکتری های آزادزی تثبیتکنندهازتعبارتاز:ازتو باکتر، باسیلوس، کلوستریدیوم،سودوموناس، رودواسپیریلیوم، آزوسپیریلیوم می باشد. متداول ترین جلبک های تثبیت کنندهازت شامل , Anabaena Anabaenopsis, Aulisira, Calothrix, nostoc, Cylindrospermum هستند. مخمر Rhodotorula نیز از نظر تثبیت ازت مورد توجه می باشد.در گروه سیستم های همزیستی، همزیستی رایزوبیوم با گره های ریشه لگوم ها بسیار مهم است.آکتینو مایست ها (Frankia) از نظر تثبیت ازت در گره های غیر لگوم ها شناخته شده هستند.کشت گونه های رایزوبیوم جهت تامین ازت برای گیاهان زراعی لگومینوزه، یعنی، عدس، باقلا، نخود فرنگی، ماش، لوبیا، سویا، بادام زمینی، نخود معمولی و... (به عنوان مثال: گونه رایزوبیوم لگومینوزاروم بر روی نخود و باقلا، گونه رایزوبیوم تریفولی بر روی شبدر، گونه رایزوبیوم فازئولی بر روی لوبیا، گونه رایزوبیوم ملیلوتی بر روی یونجه، گونه رایزوبیوم لوپینی بر روی باقلای مصری، گونه رایزوبیوم ژاپنیکوم بر روی سویا)مفید می باشند. روی ریشه بقولات گره هایی (ساختمانی شبیه به گال) تشکیل می دهند و با همزیستی ازت هوا را تثبیت می کنند. بعد از عمل تلقیح این نوع گیاهان به ازت نیازی ندارند مگر اینکه به عنوان کود آغازگر حدود ۳۰-۲۰ کیگوگرم ازت در هکتار (یعنی ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار) به خاک خنثی یا نزدیک به خنثی دهند.در خاک هایی با اسیدیته یا قلیائیت زیاد

هنگام آغشته کردن بذور با آهک (کربنات کلسیم)یا گچ (سولفات کلسیم) بعد از عمل تلقیح، اثرات زیانبار اسیدیته و قلیائیت به حداقل می رسد.بسته به شرایط اقلیمی-زراعی، نوع رقم و اقدامات کنترل افت افزایش عملکرد۷۰-۱۰٪ این نوع گیاهان زراعی نسبت به تیمار های عدم تلقیح مشاهده شده است.افزایش عملکرد گندم در تناوب بدلیل دفع ازت توسط بقولات ۷۰-۲٪ است در حالیکه در برنج این افزایش عملکرد ۱۸-۸٪ می باشد.استفاده از ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم در زراعت های برنج دیم، گندم، کنف، سبزیجات، نیشکر و... مفید بوده است.در تلقیح با این نوع موجودات، به گیاهان زراعی بایستی کود ازته تکمیلی داد چون این نوع باکتری ها فقط می توانند سهم حدود ۳۰-۲۰ کیلوگرم در هکتار در تثبیت ازت داشته باشند (۵۶).

اهمیت تثبیت ازت در این است که بدون آلودگی زیست محیطی، بدون نیاز به صرف هزینه و انرژی می‌توانیم کود ازته داشته باشیم. کود ازته تقویت خوبی برای حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود و لذا با توجه به مشکلاتی که کودهای شیمیایی دارند، امروزه مصرف کودهای بیولوژیک مورد توجه خاص قرار گرفته‌اند (۶۱).

۲-۵-۲- فسفات قابل جذب

فسفر پانزدهمین عنصر جدول تناوبی است. این عنصر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و مهمترین عنصر در تولید محصول می باشد. این عنصر جزئی از پروتئین سلول نیز می باشد.

فسفر در تشکیل بذر نقش اساسی داشته و به مقدار زیاد در بذور میوه یافت می شود. فسفر عامل زودرسی محصولات به ویژه غلات می باشد و مقدار کافی این عنصر زمان رسیدن محصول را کوتاه تر می کند. جذب فسفر به مقدار کافی در اوایل دوره رشد گیاه اهمیت بسیاری دارد. این اهمیت در اندام های زایشی بیشترمشهود می باشد. مصرف کافی فسفر باعث استحکام ساقه ی غلات شده و مقاومت گیاه را در برابر بیماری ها افزایش می دهد. فسفر موجب رشد و تولید ریشه های قوی و استحکام ساقه ی گیاه در دوره زندگی و همچنین افزایش کیفیت دانه ها می شود و مصرف آن سبب افزایش پروتئین و روغن در دانه می گردد (۶۶).

فسفر نقش مهمی را در متابولیسم گیاهان در فرایند انتقال انرژی بازی می کند. فسفر باعث بهبود رشد ریشه، تحریک گلدهی و رسیدگی دانه می گردد.کمبود فسفر باعث عقب افتادگی رشد گیاهان بعلت رشد کم ریشه و تاخیر در گلدهی و میوه دهی می شود.گیاهان سفت به نظر می آیند، برگ‌های پیر ابتدا سبز تیره می شوند و بعد از مدتی قبل از مرگ، به رنگ قرمز در می آیند (۶۸).

اکثر خاک ها از نظر فسفات فقیر هستند. معمولاً فسفات قابل دسترس برای گیاهان به ترکیبات ارگانیک خاک متصل شده اند و یا با میکروارگانیسم های خاک تجمع یافته اند و این در حالی است که محلول خاک حاوی میزان کمی فسفر است. ابتدا فسفات جذب ذرات خاک می گردد و فقط میزان کمی از آن قابل حل بوده و در دسترس گیاهان قرار می گیرند. تشکیل کلونی ریشه گیاهان با میکوریزاها می تواند باعث جذب فسفات توسط گیاهان گردد.بهترین فعالیت و حرکت فسفر در pH=6-6/5 است. وجود رطوبت خاک برای افزایش قابلیت دسترسی به فسفر ضروری است (۶۸).

وجود کانی های فسفات باعث افزایش سولفور (گوگرد) و همچنین باکتری‌های تیوباسیلوس می گردد(۶۸).

رشد ریشه، باعث افزایش جذب فسفر می گردد. مواد ارگانیک خاک باعث افزایش رشد ریشه ها می گردد.به عنوان مثال پوشاندن خاک با مالچ (در اقلیم های خشک) باعث رشد ریشه ها بصورت عمیق می شود (۶۸).

خاوازی و همکاران (۸۲ و ۱۳۸۱) به منظور بررسی اثر بخشی خاک فسفات به همراه گوگرد و مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس تیواکسیدانس بر عملکرد کمی و کیفی سویا و اثرات باقی مانده آن بر گیاه ذرت، در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج، تحقیقی انجام دادند و ابراز داشتند که یکی از روشهای مصرف مستقیم خاک فسفات، استفاده از مواد اسیدزا است . در بین مواد اسیدزا کاربرد گوگرد به همراه باکتریهای تیوباسیلوس، یکی از روشهای کاهش موضعی pH می باشد. اسید سولفوریکی که از اکسیداسیون گوگرد توسط باکتریهای اکسید کننده گوگرد تولید می شود، با خاک فسفات واکنش داده و تولید مواد محلو لتری مانند دی و مونو کلسیم فسفات می کند(۱۴).

۲-۵-۳- پتاسیم

پتاسیم غلظت کلروفیل را افزایش وعمل کربن گیری را بیشتر میکند وتنشهای اقلیمی را به حداقل ممکن می رساند. پتاسیم مقاومت گیاه را در برابر آفات وبیماریها، سرما و خشکی افزایش می دهد و موجب زیاد شدن مواد قندی ونشاسته ای وافزایش وزن هزاردانه وسرانجام بهبود کیفیت دانه ها می گردد (۶۶).

پتاسیم تحمل گندم را نسبت به شوری بیشتر می کند و در بهبود تنفس گیاه گندم موثر است. پتاسیم باعث تولید سلولهای اپیدرمی با دیواره سلولی ضخیم درگیاه شده ومقاومت گیاه را دربرابربیماری هاافزایش می دهد (۶۶).

پتاسیم برای سنتز اسیدهای آمینه ضروری است. گیاهان بطور ایده ال شامل میزان پتاسیم و نیتروژن به نسبت ۱:۱ هستند. عمدتاً پتاسیم موجود در خاک با مواد معدنی خاک ترکیب شده و از دسترس گیاه خارج می گردد. مقداری از پتاسیم نیز به سطح ذرات مواد معدنی چسبیده که این بخش برای گیاهان قابل جذب تر است. خاک های سیلتی و رسی غنی از پتاسیم هستند (۶۸).

از آنجا که پتاسیم برای بافت های جوان گیاه مورد نیاز است پس به راحتی در گیاه حرکت کرده و علائم کمبود آن باعث مرگ زودرس اولین بخش های مسن گیاهان می گردد. خاک های حاوی مقدار کم پتاسیم و نیتروژن باعث کوتولگی گیاه، برگهای کوچک و میوه های کم و کوچک می گردند. در حالت کلی ذخیره پتاسیم توسط هوازدگی مواد معدنی زیرزمینی تامین می شود. نیاز به میزان پتاسیم شدیداً به نوع محصول کشت شده ارتباط دارد. مخصوصاً گیاهان غده ای به کمبود پتاسیم خیلی حساس اند (۶۸).

با استفاده از بقایای محصولات بازیافت شده (مخصوصاً کاه) و کود حیوانی که حاوی پتاسیم است، با جلوگیری کردن از آبشویی خاک با استفاده از پوشش گیاهی دائمی و افزایش سطح هوموس خاک، با پوشاندن سطح خاک با مالچ می توان پتاسیم را افزایش داد (۶۸).

۲-۵-۴- ماده آلی

گیاهان برای رشد خود به تعدادی مواد مغذی احتیاج دارند عمدتاً مواد غذایی داخل عناصر غذایی پرمصرف مانند (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم) و عناصر کم مصرف (روی، منگنز، آهن)که به میزان کمی مورد استفاده قرار می گیرند جای خواهد گرفت. کودهای ارگانیک شامل تمام مواد مغذی مورد نیاز، به میزان کافی و با ترکیب متعادل است (۶۸).

بنابراین کمبودهای موادغذایی که بصورت یک عنصر است را می توان با کاربرد کود حیوانی، کمپوست و دیگر منابع ارگانیک برطرف کرد (۶۸).

۲-۵-۴-۱- نقش کودهای بیولوژیک در تغذیه گیاه

در دهه گذشته به دلیل مصرف کودهای شیمیایی اثرات زیست محیطی متعددی از جمله انواع آلودگی‌های آب و خاک و مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و دیگر موجودات زنده به وجود آمد. سیاست کشاورزی پایدار و توسعه پایدار کشاورزی، متخصصین را بر آن داشت که هر چه بیشتر از موجودات زنده خاک در جهت تأمین نیازهای غذایی گیاه کمک بگیرند و بدینسان بود که تولید کود بیولوژیک آغاز شد (۶۱و۵۶).

البته مصرف کودهای بیولوژیک قدمت بسیار طولانی دارد. تولیدکنندگان محصولات برای تقویت زمین‌های کشاورزی، گیاه تیره‌ای به نام لگومینوز را کشت می‌کردند و معتقد بودند که با کشت

آن حاصلخیزی خاک افزایش پیدا می‌کند. در نوشته‌های تاریخی کاشت گیاه شبدر، باقلای مصری و ... برای تقویت خاک‌ها گزارش شده است (۶۱و۵۶).

کود بیولوژیک مواد نگهدارنده‌ی میکرو ارگانیزم‌های مفید خاک می‌باشند که به طور متراکم و با تعداد بسیار زیاد در یک محیط کشت تولید شده‌اند. معمولاً به صورت بسته‌بندی قابل مصرف در اراضی کشاورزی‌اند.هدف از مصرف کودهای بیولوژیک، تقویت حاصلخیزی خاک و تأمین نیازهای غذایی گیاه است، گر چه ممکن است اثرات مفید دیگری داشته باشند. نخستین کود بیولوژیک در اواخر قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت و از آن تاریخ به بعد سایر کودهایبیولوژیک ساخته شدند.ارگانیزم‌هایی که در تولید کودهای بیولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرند عمدتاً از خاک جداسازی می‌شوند. در شرایط آزمایشگاه در محیط‌های کشت مخصوص تکثیر و پرورش پیدا می‌کنند و بعد به صورت پودرهای بسته‌بندی شده و آماده مصرف می‌شوند (۶۱و۵۶).

۲-۵-۴-۲- 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 می کنند (۶۱و۵۶).

۲-۵-۴-۳- کود بیولوژیک ورمی کمپوست

برای حفظ گیاهان، نگهداری گلخانه ها، گسترش مزارع و درختان میوه نیازمند مواد آلی می باشیم. پس از سالها تلاش و مطالعه و پس از انجام مراحل تحقیقات و آزمایشات گوناگون نتیجه گرفته شد که باز هم قدرت لایزال پروردگار با خلقت موجودی ارزشمند به نام کرم خاکی توانسته یکی از عمده ترین نیازمندی بستر گل و گیاه یعنی مواد آلی را با وجود فضولات این جانور تامین نماید (۶۵).

ورمی کمپوست حاصل فعالیت بیولوژیک نوعی کرم خاکی با نام علمی *Eisenia fotida* می باشد. این جانور با تغذیه از مواد آلی موجود در طبیعت آن را به کود آلی مغذی تبدیل نموده به گونه ای که در حال حاضر این کود به عنوان یکی از غنی ترین کودهای آلی بیولوژیک شناخته شده در دنیا کاربرد دارد (۶۵).

ورمی کمپوست در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیر بسزایی دارد. این کود اصلاح کننده خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بوده و علاوه بر وزن مخصوص کم، فاقد هرگونه بو، میکروارگانیسم های پاتوژن، باکـــــتری های غیر هـــوازی، قارچ ها و علف های هرز می باشد. ورمی کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم بالا، شرایط مناسب جهت دانه بندی و قدرت نگه داری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می نماید. ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی بسیار غنی به ویژه ازت بوده که به تدریج آنها را در اختیار گیاه قرار می دهد(این نکته از نظر حاصلخیزی خاک بسیار پر اهمیت است). این کود در مقایسه با سایر کودهای آلی دارای

میزان عناصر اصلی غذایی بالاتری است. ورمی کمپوست علاوه بر عناصر ماکرو مانند ازت ، فسفر و پتاسیم که در فعالیتهای حیاتی گیاه نقش اساسی دارند حاوی عناصر میکرو مانند آهن،مس، روی و منگنز نیز می باشد. علاوه بر این با داشتن موادی مانند ویتامین B12 و اکسین عوامل محرک رشد گیاه را فراهم می آورد (۶۵).

معمولا نسبت کربن به ازت (C/N) ورمی کمپوست ۲۰-۱۵ بوده و طول دانه های خشک آن بین ۵-۱ mm متغیر است. هوموس آن نیز ۲۰٪ وزن خشک می باشد. کرم های زباله خوار با تغذیه زائدات آلی آنها را تجزیه و دگرگون می نمایند. فرایند هضم این کرم ها به تغییر سریع تر مواد آلی منتهی شده و کمپوست تثبیت می شود. نتیجه این عمل دستیابی به ورمی کمپوست با کیفیت بالا است که با بالاترین استانداردهای جهانی برابری می کند (۶۵).

۲-۵-۴-۳-۱- موارد استفاده ورمی کمپوست

ورمی کمپوست قابل استفاده در کلیه محصولات زراعی ، باغی و گلخانه ای می باشد (۶۵).

۲-۵-۴-۳-۲- عناصر موجود در ورمی کمپوست

ازت، فسفر ، پتاسیم ، آهن ، روی ، مس و منگنز

این در حالی است که هر یک از انواع کودهای شیمیایی موجود تنها حاوی یک یا چند عنصر خاص می باشند (۶۵).

۲-۵-۴-۳-۳- شرایط کنونی تولید ورمی کمپوست

در حال حاضر روزانه علاوه بر ضایعات میادین میوه و تره بار، سطلهای سبز، آبی و صورتی که به ترتیب مخصوص ضایعات سبزی- میوه فروشی – آب میوه فروشی ها و گل فروشی ها می باشد

در قالب طرح ساماندهی مشاغل پر زباله از سطح شهر جمع آوری و به سایت کمپوست ، واقع در منطقه ی برمشور شهر شیراز منتقل می شود که پس از تفکیک ثانویه جهت تغذیه کرم های زباله خوار مورد استفاده قرار می گیرند.تبدیل پسماندهای آلی به روش ورمی کمپوست در فضایی به وسعت چهار هکتار به وسیله کرم های زباله خوار موسوم به *Eisenia fotida* و با ظرفیت ورودی ۳۰۰۰ تن در سال(مواد قابل کمپوست) در حال اجرا می باشد. این کود در حال حاضر تحت نظارت سازمان بازیافت شهرداری شیراز با فرایند تبدیل زباله های آلی به روش بیولوژیک در حال تولید می باشد (۶۵).

۲-۵-۴-۳-۴- مهمترین ویژگی‌های کمپوست کرمی در مقایسه با کمپوست معمولی و سایر مواد کودی

۱- کمپوست کرمی در اصلاح بافت فیزیکی خاک، نقش به سزایی دارد و موجب سبک شدن آن می‌شود. بنابراین ضریب حفظ رطوبت در خاک افزایش می‌یابد و آب به مقدار بیشتری در بافت خاک نگهداری می‌شود. در این حالت کمپوست کرمی موجب رها شدن تدریجی آب از خاک شده است و از تبخیر سطحی و یا نفوذ سریع آب به داخل عمق خاک(عمق دور از دسترس گیاه) جلوگیری می‌کند.

۲- کمپوست کرمی به حل شدن مواد مغذی خاک کمک می‌کند.

۳- کمپوست کرمی در ایجاد تعادل نسبت مواد معدنی به مواد مغذی در خاک نقش مهمی دارد و با داشتن ترکیباتی چون نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و غیره یک کود بسیار غنی به شمار می‌رود.

۴- در ترکیب شیمیایی کمپوست کرمی مقدار قابل توجهی چربی یافت می‌شود که آن را تبدیل به یک کود کامل می‌کند، به همین دلیل در غنی سازی گیاه از نظر مواد غذایی و همچنین

احتیاجات متابولیکی آن، بسیار موثر است. به طور معمول، این مواد در سایر کودهای استاندارد تجاری یافت نمی‌شوند.

۵- بر اساس بررسی‌های دانشمندان ژاپنی که در سال ۱۹۷۸ منتشر شده است، زمانی که کمپوست کرمی با سایر کودها مخلوط شده و در زمین بکار رود، حلالیت مواد مغذی کود به تاخیر می‌افتد و مدت زمان پایداری آن افزایش می‌یابد. در این حالت، کمپوست کرمی با رها کردن تدریجی مواد مغذی خود در خاک در تداوم طولانی مدت فعالیت کود، سهم به سزایی دارد. همین ویژگی موجب می‌شود که در طول دوران کاشت و داشت گیاه، هیچ‌گونه نیازی به افزودن مجدد کمپوست کرمی به خاک نبوده و در این دوره فقط یک بار استفاده از کود در زمین کافی خواهد بود. اگر کمپوست کرمی با کودهای دیگر مخلوط شود. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک همزمان با هم بهبود می‌یابد، بنابراین این ترکیب در تشدید اثرهای مطلوب و عملکرد کود تاثیر می‌گذارد.

۶- کمپوست کرمی یک کود صد در صد آلی است که به صورت مستقیم جذب ریشه گیاهان می‌شود. این نوع کمپوست، غنی‌ترین محیط برای حیات موجودات ذره‌بینی خاک بوده، ولی باوجود این، بدون بو و عاری از آلودگی است.

۷- ارزشمندترین ویژگی کمپوست کرمی در عملکرد آنزیم‌ها، میکروارگانیسم‌ها و هورمون‌های مختلف موجود در آن است. کمپوست کرمی دارای آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، آمیلاز، لیپاز، سلولاز و کتیناز است که در تجزیه مواد آلی خاک و در نتیجه در دسترس قراردادن مواد مغذی مورد لزوم گیاهان نقش موثری دارد. ویژگی یاد شده موجب می‌شود تا کمپوست کرمی به عنوان بهترین و اساسی ترین کود برای احیای زمین‌های بایر غیرقابل کشت به شمارروند.

۸- کمپوست کرمی محصولی با ارزش برای کشت انواع محصولات به شمار می‌آید و در درجه اول برای پرورش گل و گیاهان زینتی و در کشتزارها برای اصلاح نژاد گیاهان مورد توجه قرار گرفته

است. از آنجا که نقش اساسی این نوع کمپوست تحریک و تسریع رشد گیاهان بوده، بهترین تاثیر آن در رنگ‌آمیزی گل و بزرگ‌تر کردن آن است.

۹- به‌نظر می‌رسد که کمپوست کرمی در تغلیظ عطر و اسانس گیاهان و گل‌های معطر تاثیر داشته باشد.

۱۰- سایر موارد استفاده از این محصول شامل کاربرد آن در کرت‌های بزرگ پرورش گل، کشتزارهای انگور، محصولات و میوه‌های نوبر و زودرس، بیشه‌زاران و جنگل‌های طبیعی و مصنوعی(تولید چوب)، باغ‌های گردو، مرکبات و زیتون است.

۱۱- کمپوست کرمی، سرشار از عناصر پرمصرف و کم مصرف و به شکل قابل استفاده برای گیاه است. براساس گزارش‌های موجود، فضولات کرم‌های خاکی از نظر عوامل شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی و عناصر قلیایی قابل تبادل، شامل سذیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و منگنز قابل استفاده برای گیاه نسبت به خاک اطراف است.

۱۲- مواد تحریک‌کننده رشد گیاه نظیر اکسین و سیتوکسین در کمپوست کرمی وجود دارد.

۱۳- کمپوست کرمی مقدار محسوسی آهن و مس در ترکیبات خود به اشکال شیمیایی و هندسی معین دارد که در اسید هیومیک و منابع دیگر خاک، همانند آنها یافت می‌شود.

۱۴- اسیدهای هیومیک و برخی از فلزات سنگین در کمپوست کرمی وجود دارد. در طیف‌سنجی با امواج ماورای بنفش و تجزیه شیمیایی توده به وسیله حرارت، مشخص شده است که اسیدهای هیومیک کمپوست کرمی شبیه به نوعی لیگنین گیاهی هستند.

۱۵- کمپوست کرمی اثر محرکی بر روی حداکثر رشد گلیسین(سویا) با افزایش در طول ریشه، تعداد ریشه افقی، جوانه زدن طولی و طول قسمت میان دو گره نشای آن و سایر گیاهان دارد.

۱۶- فلزات، در مدفوع کرم‌ها(کمپوست کرمی) همراه با افزایش تدریجی غلظت آنها(البته به استثنای کروم و زیرکونیوم) ظاهر می‌شوند. افزودن زغال سنگ نارس و ماسه به کمپوست کرمی موجب کاهش غلظت فلزات ۷۶ تا ۹۴ درصد می‌شود.

۱۷- کرم‌های خاکی با تولید کمپوست کرمی سبب کاهش نسبت C/Nبه ۲۰ یا کمتر می‌شوند.

۱۸- استفاده از فرایند کمپوست کرمی افزون بر تثبیت مواد زاید جامد، فضولات حیوانی و لجن فاضلاب، نتایج مفید دیگری نظیر جداسازی مواد زاید غیرآلی، نداشتن شیرابه، نداشتن بوی زباله و کاهش حجم آن تا حدود ۸۰ درصد را نیز به دنبال دارد.

۱۹- هنگامی که مدفوع کرم‌های خاکی با خاک بدون کرم مقایسه شود. نتایج جالب توجه زیر به‌دست می‌آید:

۱۹-۱- فسفر قابل دسترس مدفوع کرم خاکی هفت برابر بیشتر است.

۱۹-۲- نیتروژن قابل دسترس مدفوع کرم خاکی شش برابر بیشتر است.

۱۹-۳- منیزیم قابل دسترس مدفوع کرم خاکی سه برابر بیشتر است.

۱۹-۴- کربن قابل دسترس مدفوع کرم خاکی دو برابر بیشتر است.

۱۹-۵- کلسیم قابل دسترس مدفوع کرم خاکی ۱/۵ برابر بیشتر است (۲۰).

۲-۵-۴-۴- نتایج بدست آمده از مطالعات سایر نویسندگان

استفاده از ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار در عملکرد گیاه نخود (۵۵) و نیز سبب افزایش رشد و کیفیت میوه توت فرنگی (۵۸) و استفاده از آن سبب افزایش فعالیت های باکتریایی، مایکوریزایی و نیز افزایش عملکرد در گیاه ذرت شده است (۴۸).کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می شود (۴۷).

باقری و مقصودلو (۱۳۸۹) اثر سه نوع کود آلی ازتوباکتر، ورمی کمپوست و فسفات بارور۲ بر روی سه رقم سویای Bp، Dpx و سحر بررسی نمودند. با بررسی انجام شده بر روی ارقام مختلف و مقایسه عملکرد آنها این نتیجه حاصل گردید که کاربرد کودهای آلی در یک سال و در مقطع کوتاه نمی تواند در عملکرد ارقام تفاوت چندانی داشته باشد، اما در کاربرد دراز مدت و طولانی با توجه به اصلاح ساختمان خاک و کاهش آلودگی خاک و منابع آبی و کاهش بیماری های ناشی از مصرف آب و محصولات آلوده به ترکیبات ازته و کاهش مصرف کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد و تولید اقتصادی دارد (۷).

کاظمی و مردان (۱۳۸۹)، تاثیر کمپوست، ورمی کمپوست، لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد پروتئین و دانه ارقام مختلف سویا مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و پروتئین سویا را تیمارهای لجن ۲۰ و ۴۰ تن درهکتار، کود شیمیایی(سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار) و کمپوست زباله ۴۰ تن در هکتار تولید کرد. لاین ۰۳۲ در تیمارهای کودی لجن و کمپوست زباله ۴۰ تن از بالاترین محتوای کلروفیل برگ برخوردار بود. همین لاین در تیمارهای کودی لجن ۲۰ و ۴۰ تن، کمپوست و ورمی کمپوست ۴۰ تن در هکتار بیشترین درصد نیتروژن و پروتئین بذر را نشان داد. عملکرد دانه از همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد پروتئین، محتوای کلروفیل و درصد نیتروژن برگ برخوردار بود. به نظر می رسد که کاربرد ضایعات آلی در نظام کشاورزی می تواند

راه حل مناسبی برای حفظ محیط زیست و بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی در کشورمان در نظر گرفته شود (۳۰).

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف کمپوست، ورمیکمپوست، لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر عملکرد دانه و پروتئین، محتوای کلروفیل برگ، میزان نیتروژن برگ و بذر در ارقام مختلف سویا، آزمایشی در سال ۱۳۸۵ در مجتمع آموزش عالی علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و پروتئین سویا(ارقام۰۳۲، ۰۳۳و Jk) را تیمارهای لجن۲۰ و ۴۰ تن در هکتار، کود شیمیایی و کمپوست زباله ۴۰ تن در هکتار تولید کرد. همچنین نتایج نشان داده است که بین ارقام مختلف سویا تفاوت معنیداری از لحاظ تمام صفات مورد مطالعه مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه و پروتئین را ژنوتیپهای Jk و ۰۳۳ تولید کردند. هر سه رقم سویا در تیمارهای کودی لجن وکمپوست زباله (۴۰ تن) حداکثر میزان نیتروژن برگ را نشان دادند. همچنین لاین ۰۳۲ در تیمارهای کودی لجن وکمپوست زباله (۴۰ تن)از بالاترین محتوای کلروفیل برگ برخوردار بود. همین لاین در تیمارهای کودی لجن ۲۰ و۴۰ تن، کمپوست و ورمیکمپوست ۴۰ تن در هکتار بیشترین درصد نیتروژن و پروتئین بذر را نشان داد. عملکرد دانه از همبستگی مثبت و معنیداری با عملکرد پروتئین، محتوای کلروفیل و درصد نیتروژن برگ برخوردار بود. به نظر میرسد که کاربرد ضایعات آلی در نظام کشاورزی میتواند راه حل مناسبی برای حفظ محیط زیست و بهینهسازی مصرف کودهای شیمیایی در کشورمان در نظر گرفته شود (۱۲).

۲-۵-۵- گوگرد

گوگردیکی از عناصر شیمیایی جدول تناوبی است که نماد آن S و عدد اتمی آن ۱۶ می‌باشد. گوگرد یکنافلز فراوران بی بو ، بی مزه و چند ظرفیتی است که بیشتر به شکل کریستالهای زرد رنگ که در کانی‌های سولفید و سولفات بدست می‌آید شناخته شده می‌باشند. گوگرد یک عنصر حیاتیو لازم برای تمامی موجودات زنده است که مورد نیاز اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها می باشد. این عنصر به صورت اولیه در کودها استفاده می شود ولی به صورت گسترده تر در باروت، ملین ها، کبریت ها و حشره کش ها بکار گرفته می شود.

گوگرد در تهیه پروتئین و اسیدهای آمینه به کار می رود. و مزه پاره ای از محصولات صیفی (مثل سیر و پیاز و خردل) مربوط به گوگرد می باشد. کمبود گوگرد در پاره ای از گیاهان علایمی شبیه به کمبود ازت ایجاد می کند که مربوط به کمبود تولید پروتئین در گیاه است. علایمکمبود، بیشتر در برگهای جوان دیده میشود تا برگ های پیر. در خاک گوگرد هم به صورت آلی و هم به صورت معدنییافت می شود. گوگرد آلی از تجزیه مواد پروتئینی به دست می آید. گوگرد معدنی به صورت یون سولفات SO_4^- در محلول خاک یافت می شود (۶۲).

۲-۵-۵-۱- گوگرد آلی

۲-۵-۵-۱-۱- فوائد گوگرد آلی کشاورزی

این کود محتوی ۴۰٪ گوگرد و ۵۰٪ مواد آلی ۵٪ بنتونیت و ۵٪ مواد جاذب الرطوبه قوی و هدف از آن تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش حاصلخیزی زمین می باشد که به دو صورت پودر و گرانوله قابل عرضه می باشد (۶۳).

۱- این کود باعث تأمین مواد آلی خاک و افزایش حاصلخیزی زمین می شود. گوگرد آلی با افزایش دادن قابلیت جذب عناصر غذایی پر مصرف و ریز مغذی ها در خاک، به رشد بهتر گیاه کمک نموده و موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول می گردد.

۲- مواد آلی موجود در کود گوگرد آلی موجبات فعال شدن میکروبهای مفید خاک شده و عمل اکسیداسیون بیولوژیکی را در خاک تسهیل می کند.

۳- این کود با ضد عفونی نمودن تدریجی خاک به سلامت محیط زیست کمک شایانی نموده و مصرف سموم شیمیایی را کاهش می دهد و به راحتی توسط دستگاه کودپاش می توان آن را مورد استفاده قرار داد.

۴- با مصرف این کود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بهبود یافته و میزان عملکرد محصول ۶۰-۳۰ درصد افزایش مییابد (۶۳).

۲-۵-۵-۱-۲- میزان و نحوه مصرف گوگرد آلی کشاورزی گرانوله

در مزارع به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هر هکتار کود گوگرد آلی گرانوله را قبل از کشت، توسط دستگاه کودپاش در سطح مزرعه پخش نموده و با عمل شخم آن را در عمق مؤثر ریشه گیاه قرار دهید. در گلخانه، در هر متر مربع ۲۰۰ گرم از گوگرد آلی پودر را در سطح زمین پخش نموده و سپس آن را با خاک مخلوط نمایید. در باغات با توجه به سن و نوع درخت مقدار ۳-۱ کیلوگرم کود گوگرد آلی پودر را در محل سایه اندازه هر درخت ریخته و با خاک مخلوط نمایید (۶۳).

۲-۵-۵-۲- نتایج بدست آمده از مطالعات سایر نویسندگان

در خاک های آهکی و قلیایی به علت pH بالا و غلظت زیاد یون کلسیم، برخی از عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی که قابلیت جذب آن ها وابسته به pH می باشد، تثبیت شده و از دسترس گیاهان خارج می شوند (۴۴،۵۲،۵۳ و ۵۹).

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(۵۹). که هر مول آن پس از اکسید شدن در خاک دو مول یون هیدروژن(H^+) تولید کرده و با کاهش pH منجر به انحلال عناصر غذایی در محیط اطراف ریشه ها می گردد (۴۴،۵۲،۱۰و۵۳).

بشارتی کلایه (۱۳۷۷) در یک بررسی گلخانه ای در خاک آهکی بر روی ذرت دریافت که، مصرف نیم درصد (وزنی) گوگرد عنصری در مقایسه با شاهد pH، ۱/۳ واحد کاهش داد. مقدار فسفر قابل جذب خاک در اثر کاهش pH از ۴/۹۹ به ۱۲/۸۷ و آهن قابل جذب نیز از ۲/۰۷ به ۳/۸۲ میلی گرم در کیلوگرم افزایش یافتند. در این بررسی در دو تیمار شاهد و نیم درصد گوگرد، وزن خشک بخش هوایی ذرت به ترتیب ۱۰/۸۹ و ۱۷/۹۵ گرم در گلدان، فسفر جذب شده توسط گیاه ۱۰/۶۴ و ۳۱/۲۵ و آهن جذب شده ۰/۴ و ۰/۶۲ میلی گرم در گلدان بودند (۱۰).

گوگرد جزو ساختمان اسیدهای آمینه سیستئین ومتیونین ودرنتیجه جزوساختمان پروتئین هاست. هر دو این اسیدهای آمینه، برای ساخت دیگرترکیبات دارای گوگرد مانند کوآنزیمها و فرآورده های ثانوی گیاهان لازم هستند (۱۵). گوگردیکی ازعناصری است که می تواند به طورمستقیم وغیرمستقیم فرایندگره زایی وهمزیستی رادرگیاهان تثبیت کننده نیتروژن تحت تاثیرقرار دهد. با توجه به اهمیت گوگرد دربهبود عملکرد گیاهان تثبیت کننده نیتروژن ضرورت استفاده ازآن درتغذیه گیاه احساس میشود. گوگرد علاوه برنقش تغذیه ای خود از طریق اصلاح

pH وافزایش قابلیت جذب عناصرغذایی گیاه میتواند موجب افزایش رشد وتثبیت نیتروژن درگیاه شود (۴).

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 (۳۸).

سچر و لانگ (۱۹۹۴) در یک مطالعه گلدانی اثر مقادیر مختلف گوگرد را بر عملکرد اندام هوایی، کل نیتروژن جذب شده و مقدار احیای استیلن در لگوم هایی از قبیل ماش، شبدر، نخود و یونجه مثبت ارزیابی نمودند (۵۷).

امانی و همکارانش (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که اثر گوگرد بر عملکرد و وزن خشک دانه در دو رقم سحر و ویلیامز سویا معنی دار بود (۵).

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 داده است (۵۲).

بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۹) در یک آزمایش گلخانه ای تاثیر مصرف گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر مقدار آهن و روی جذب شده توسط ذرت را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس مقدار فسفر جذب شده را توسط گیاه افزایش داده ولی مقدار روی جذب شده در مقایسه با شاهد کاهش یافته است که این امر به دلیل وجود اثرات آنتاگونیستی بین روی و فسفر می باشد (۹).

بر اساس نتایج حاصل از تحقیق امانی و رئیسی (۱۳۸۶) افزودن گوگرد، منجر به کاهش pH خاک و افزایش EC خاک می شود. سطوح مختلف گوگرد بر غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم اختلاف معنی دار ولی بر غلظت روی تاثیر غیرمعنی داری 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 (۶).

فلاحتگر و همکارانش (۱۳۹۰)، در بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح باکتری های تیو باسیلوس بر عملکرد ماده خشک، میزان کلروفیل و جذب آهن و روی بخش هوایی در دو رقم سویا، نیز نتیجه گرفتند که افزایش سطوح گوگرد و تلقیح تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک شد (۲۹).

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 بر تثبیت نیتروژن سویا، وزن خشک گیاه و تعداد غده در مراحل مختلف رشد گیاه را مثبت ارزیابی نمودند (۴۵).

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 تعداد گره ها را به طور معنی داری افزایش می دهد. هم چنین جذب ازت، فسفر و گوگرد با افزایش مقدار گوگرد افزایش یافت (۵۰).

امانی و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایش 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 ۱۰ تن گوگرد در هکتار ادامه داشت (۴).

به عقیده بیسواس و همکاران (۱۹۹۵) مصرف ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار سبب افزایش درصد روغن دانه کلزا می شود (۳۹).

در یک بررسی مقادیر ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به خاک مزرعه اضافه و سورگوم، سویا و ذرت کشت شدند. مصرف گوگرد در مقایسه با شاهد وزن خشک بخش هوایی هر سه گیاه و هم چنین مقدار آهن و روی جذب شده توسط آن ها را به طور معنی داری افزایش داد و یک روش ارزان برای رفع کلروز، افزایش جذب عناصر و عملکرد گیاه در خاک های آهکی معرفی گردید (۵۱).

باکتری تیوباسیلوس به عنوان یک اکسید کننده مهم گوگرد در خاک باعث افزایش چشم گیر میزان سولفات در خاک می شود (۶۰).

دادیور و 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 عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس شده است (۱۸).

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 کاربرد $۱۰^{۴}$سلول تیوباسیلوس در هر گرم خاک، به اندازه ۵۸/۴۹ درصد کود سوپرفسفات در تامین فسفر مورد نیاز گیاه و افزایش عملکرد موثر واقع شده است (۸).

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(۵۰۰،۲۰۰،۰،۱۰۰و۱۰۰۰ کیلوگرم 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 (۲۵).

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- ویژگیهای محل اجرای آزمایش، مشخصات آب و هوائی مکان اجرای آزمایش

این آزمایش در روستای تمر قره قوزی از توابع شهرستان کلاله واقع در استان گلستان با طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۷ ثانیه، عرض جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲۴/۵ ثانیه و ارتفاع از سطح دریا۱۷۰ متر به مساحت تقریبی ۸۰۰ متر مربع بر روی گیاه زراعی سویا (رقم DPX) اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه ۶۰۰ میلیمتر و توزیع آن مطابق جدول ۳-۱ می باشد. آب وهوا براساس طبقه بندی آمبرژه نیمه مرطوب معتدل است. میانگین دمای سالیانه ۱۱/۹ و میانگین حداقل متوسط سالیانه ۵/۸- و میانگین حداکثر سالیانه۲۲/۷ می باشد. میانگین سرعت سالیانه باد ۲/۵ متر بر ثانیه و درصد باد غالب ۱۶/۴ و جهت باد غالبا به درجه زاویه ۲۷۰ و رطوبت نسبی سالیانه ۷۰ درصد می باشد.میانگین درجه حرارت هوا(بر حسب سلسیوس) در یک دوره ۱۰ ساله (۸۹-۸۰) مطابق جدول ۳-۲ می باشد.

جدول (۳-۱) میزان بارندگی سالیانه

فصل	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
بارندگی میلیمتر	۱۷۲/۱	۱۷۶/۷	۱۴۱/۵	۱۱۳/۲
درصد	۲۸/۵	۲۹/۳	۲۳/۵	۱۸/۷

جدول (۳-۲) میانگین درجه حرارت هوا(بر حسب سلسیوس) در یک دوره ۱۰ ساله(۸۹-۸۰)

ماههای سال	درجه حرارت	ماههای سال	درجه حرارت
فروردین	۱۰/۲	مهر	۱۵/۹
اردیبهشت	۱۶	آبان	۱۲/۱
خرداد	۱۹/۵	آذر	۶/۸
تیر	۲۱/۵	دی	۲/۵
مرداد	۲۲	بهمن	۰/۷
شهریور	۱۲/۶	اسفند	۳/۸

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.

براساس نتایج آزمایشهای خاکشناسی، خاک محل اجرای آزمایش دارای ۱۵ درصد شن، ۶۲ درصد سیلت و ۲۳ درصد رس می باشد که با توجه به مثلث بافت خاک دارای بافت لومی سیلت است.

pHخاک در محدوده خنثی تا کمی قلیایی (۷/۶۹) قرار دارد که از این نظر جذب برخی از عناصر کم مصرف نظیر آهن، روی ، مس و منگنز توسط گیاه با اشکال مواجه می شود.

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

جدول (۳-۳) نتایج آزمایش خاک

عمق (Cm)	درصد اشباع %SP	هدایت الکتریکی (دسی زیمنز بر متر) EC	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	تخلخل ٪	درصد رطوبت وزنی	درصد کربن آلی %O.C	درصد ازت کل	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	اسیدیته گل اشباع PH	درصد آهک %	رس clay ٪	لای Silt ٪	ماسه sand ٪	کلاس بافت خاک
۰-۳۰	۴۱/۹	۰/۵۳	۱/۳۶	۴۸/۷	۶/۴۶	۱/۲۹	۰/۱۳	۱۱/۸	۷۹۵	۷/۶۹	۶	۲۳	۶۲	۱۵	Si –L

۳-۳- نوع طرح آزمایشی و مشخصات کرت های آزمایشی

این پژوهش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل دارای ۱۲ ترکیب تیماری و ۳ تکرار و ۳۶ کرت آزمایشی به اجرا در آمد؛ که فاکتور اول شامل ورمی کمپوست در دو سطح ،عدم مصرف (V_0)و مصرف ورمی کمپوست (V_1) در کرت های اصلی و ترکیبات تیماری سطوح دو عامل دیگر شامل کود گوگرد گرانوله در سه سطح صفر (S_0)، ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (S_1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار (S_2)، و باکتری تیوباسیلوس در دو سطح عدم مصرف (T_0) و مصرف (T_1) را در کرت های فرعی قرار دادیم. سرانجام بعد از برداشت سویا، نمونه گیری خاک و دانه از هر کرت به طور جداگانه جهت آنالیزهای خاک وگیاه انجام گرفت.

هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر، فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته ها در روی خطوط۲۰ سانتی مترمی باشد. بدین ترتیب ابعاد هر کرتچه ۲/۵ × ۵ متر منظور شد. فاصله بین کرتچه ها از همدیگر یک خط کاشت و فاصله بین بلوک ها ۲ متر منظور گردید.

با استفاده از نقشه طرح، کود گوگرد گرانوله (۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ورمی کمپوست (۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار) به کرت ها اعمال گردید.

بعد از آماده سازی زمین بذور سویا در کرتهایی به مساحت ۱۲/۵ متر مربع (۲/۵ × ۵) کشت گردید. عملیات کاشت به وسیله دست انجام گرفت. رقم مورد کشت در این آزمایش، DPX بود که از شرکت دانه های روغنی تهیه گردید. بذر مصرفی به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. به منظور تثبیت بیولوژیکی مناسب در گیاه مایه تلقیح برادی رایزوبیوم جاپونیکوم (*Bradyrhizobium Japonicum*) بلافاصله قبل از کشت با بذور سویا تلقیح گردید. بذور قبل از کاشت با توجه به مقدار بذر مصرفی با یک کیسه باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکم (۳۰۰ گرم باکتری برای ۶۰ کیلوگرم بذر)، یک لیتر آب، ۱۰۰ گرم شکر (محلول ۱۰ درصد شکر) با هم دیگر مخلوط شدند این عمل تا سیاه شدن رنگ بذور ادامه یافت (رنگ باکتری سیاه است).

افزودن محلول ۱۰ درصد شکر بدین علت است که باکتری ها بهتر به پوسته بذر بچسبد و هم چنین تا موقع کاشت، شکر منبع غذایی مناسبی برای باکتریها 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.

۳-۴- عملیات زراعی

زمین مورد نظر قبل از انجام آزمایش زیر کشت گندم بود ، بعد از برداشت محصول گندم(۸۹/۴/۴) زمین مورد نظر آبیاری و بعد از گذشت ۳ روز توسط گاو آهن برگرداندار شخم عمیق زده شد. به منظور خرد کردن کلوخه ها و آماده سازی بستر بذر، عملیات دیسک زنی دوبار عمود بر هم انجام گردید. عملیات کاشت از تاریخ ۸۹/۴/۳۱ انجام شد.

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 همه ی کرت ها به طور یکسان به انجام رسید.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک برداشت محصول آغاز گردید. علائم رسیدگی فیزیولوژیک عبارتند از : زرد شدن برگها، تغییر رنگ غلاف ها از سبز به قهوه ای مایل به زرد، تشکیل لایه های سیاه در محل غلاف بذر، سفت شدن دانه ها.

۳-۵- صفات مورد بررسی گیاه

در طی فصل رشد و در مرحله برداشت صفات گیاهی مورد بررسی شامل تاریخ سبز شدن، شروع گلدهی، شروع غلاف دهی،ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین،ارتفاع بوته،تعداد غلاف در بوته،تعداد دانه در غلاف،وزن صد دانه،میزان سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، میزان عملکرد، درصد روغن دانه و درصد پروتئین دانه اندازه گیری گردید. بدین منظور با رعایت حاشیه یاداشت برداری این صفات بر روی ۱۰ بوته رقابت کننده در هر کرتچه بطور تصادفی انتخاب شدند نحوه یادداشت برداری از این صفات به صورت زیر انجام پذیرفت:

۳-۵-۱-زمان شروع گلدهی

زمان شروع گلدهی هنگامی است که اولین گل باز شده، روی ساقه اصلی در ۵۰ درصد بوته ها مشاهده گردد.

۳-۵-۲-زمان شروع غلاف دهی

با رسیدن اولین غلاف روی ساقه اصلی به طول ۵ میلی متر در ۵۰ درصد از بوته ها مشخص می گردد. در مرحله غلاف دهی کامل یکی از ۴ گره انتهایی قابل شمارش روی ساقه اصلی و در ۵۰ درصد بوته های مزرعه دارای یک نیام به طول ۲ سانتی متر می باشد(۱۶).

۳-۵-۳-تعداد غلاف در بوته

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

۳-۵-۴-تعداد دانه در غلاف

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

۳-۵-۵-وزن هزار دانه

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

۳-۵-۶-عملکرد دانه در واحد سطح

از هر کرتچه 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 واحد سطح برداشت شد.

۳-۵-۷-فاصله اولین غلاف از سطح خاک

از ۱۰ بوته منتخب ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک اندازه گیری و ثبت گردید. و میانگین آن ها درنظر گرفته شد.

۳-۵-۸-شاخص سطح برگ(Leaf Area Index)

عبارت است از نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که روی آن سایه می اندازد .

چون تشعشع خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می شود لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می باشد. که فرمول آن بصورت زیر است:

$$LAI = \frac{\text{مساحت برگهای یک بوته}}{\text{مساحت سایه انداز}}$$ (فرمول ۳-۱)

۳-۵-۹-روغن

به منظور قرائت روغن از دستگاه سوکسله استفاده می گردد. برای این منظور نمونه ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۸ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و سپس پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده شده و داخل اکسترکتور دستگاه سوکسله قرار داده شد. داخل بالن ها با مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی پر شد. پس از طی مراحل استخراج، درصد روغن موجود در نمونه ها از رابطه ۳-۱ محاسبه گردید.

(رابطه ۳-۲) ۱۰۰ × (وزن نمونه / وزن اولیه بالن - وزن ثانویه بالن) = درصد روغن

۳-۵-۱۰-پروتئین

به منظور قرائت پروتئین، ابتدا مقدار نیتروژن با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین گردید. برای تبدیل درصد نیتروژن به پروتئین ضریب تبدیل لازم است. ضریب تبدیل پروتئین برای سویا ۶/۲۵ می باشد.

۳-۶- صفات مورد بررسی خاک

بلافاصله پس از برداشت محصول نسبت به نمونه برداری خاک اقدام گردید. پارامترهای مورد بررسی در آزمایشگاه خاک عبارتند از: وزن مخصوص ظاهری خاک، درصد رطوبت وزنی خاک، تخلخل، میزان آهک، میزان گچ، درصد کربن آلی، میزان ازت، میزان پتاسیم قابل جذب، میزان فسفر قابل جذب.

روش های اندازه گیری پارامترهای مورد نظر در خاک:

EC-۱-۶-۳

EC عصاره اشباع خاک توسط کنداکتومتر اندازه گیری گردید.

pH-۲-۶-۳

pH گل اشباع توسط pH متر مورد سنجش قرار گرفت .

۳-۶-۳- کربن آلی (O.C ٪)

روش مورد استفاده در این مطالعه روش والکلی بلاک بود که خاک با اسید سولفوریک غلیظ و بی کرومات پتاسیم مجاور و بعد از اتمام واکنش اکسیداسیون و احیاء ، بیکرومات باقیمانده با فروآمونیوم سولفات تیتر شد (۲۳).

۳-۶-۴- ازت کل (N ٪)

در خاک های زراعی C/N لایه بالایی خاک عموما برابر ۱۰ است (۴۹). بدین ترتیب ازت کل با محاسبه ی کربن آلی خاک قابل محاسبه است. میزان ازت کل محاسبه شده در این روش در لایه ۳۰-۰ سانتی متری خاک تفاوت معنی داری با روش کجلدال نداشت.

۳-۶-۵- پتاسیم قابل جذب (ppm)

عصاره گیری از طریق استات آمونیوم نرمال انجام شد، سپس مقدار پتاسیم محلول با دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد (۳۶).

۳-۶-۶- فسفر قابل جذب (ppm)

از روش اولسن استفاده شد به این ترتیب که نمونه خاک با محلول بی کربنات سدیم عصاره گیری و سپس به این عصاره ماده احیاء کننده اسید اسکوربیک افزوده شد و در نهایت فسفر به روش کالریمتری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (۴۹).

۳-۶-۷-آهک

از روش سوزاندن تر استفاده شد، بدین ترتیب که نمونه خاک با اسید کلریدریک تا شروع جوشش حرارت داده و پس از سرد شدن آب مقطر و معرف فنل فتالئین اضافه نموده و درنهایت با سود نرمال تیتر گردید (۳۶).

۳-۶-۸- گچ

گچ موجود در خاک را در آب مقطر حل نموده بعد از صاف نمودن با اضافه نمودن استون به عصاره، گچ رسوب می نماید. رسوب را در آب مقطر حل و مقدار هدایت الکتریکی عصاره یا مقدار کلسیم موجود در محیط را مورد سنجش قرار داده که معادل با میزان گچ موجود در نمونه می باشد (۴۹).

۳-۶-۹- وزن مخصوص ظاهری

با نهایت احتیاط سیلندری با حجم معین در خاک فرو نموده و به کمک آن به اندازه حجم سیلندر خاک بر داشته شد و بلافاصله توزین گردید.با داشتن حجم و وزن خاک، وزن مخصوص ظاهری به راحتی قابل محاسبه است (۲۲).

۳-۶-۱۰- تخلخل

در روشهای آزمایشگاهی خلل و فرج را غیرمستقیم تعیین می کنند. از تقسیم وزن مخصوص ظاهری به حقیقی تخلخل بدست می آید (۲۱).

$$\%P=(1- bd/pd)\times 100 \quad \text{(فرمول ۳-۳)}$$

۳-۶-۱۱- درصد رطوبت وزنی

مقداری از نمونه خاک مرطوب با وزن مشخص را داخل آون در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد گذاشته، پس از ۲۴ ساعت مجدد توزین می گردد.از تفاضل اعداد ضرب در صد، درصد رطوبت وزنی حاصل می گردد.

(فرمول ۳-۴) ۱۰۰×(وزن خاک خشک/(وزن خاک خشک- وزن خاک مرطوب))=درصد رطوبت وزنی

۳-۶-۱۲- درصد رطوبت اشباع

از قرار دادن گل اشباع به مدت ۲۴ ساعت در آون ۱۰۵ درجه بدست می آید.

۳-۷-تجزیه داده ها و محاسبات آماری

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین ها نیز به روش آزمون دانکن انجام گرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های صفات مورد نظر مطابق جداول ضمیمه (۴-۱(الف) و (ب)) نشان داد که از صفات زراعی مورد بررسی صفات عملکرد ، درصد روغن دانه و درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد و ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. صفات ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و میزان سطح برگ در مرحله پنجاه درصد گلدهی معنی دار نگردید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های صفات مورد نظر مطابق جداول ضمیمه (۴-۲(الف) و (ب)) نشان داد که از صفات خاکی مورد بررسی میزان ازت، درصد رطوبت وزنی، میزان گچ و میزان آهک در سطح ۵ درصد، و میزان پتاسیم قابل جذب، تخلخل، وزن مخصوص ظاهری و میزان فسفر قابل جذب در سطح یک درصد معنی دار گردید. اما، مواد آلی، Ec و pH خاک غیر معنی دار گردید.

۴-۱-۱-ارتفاع بوته

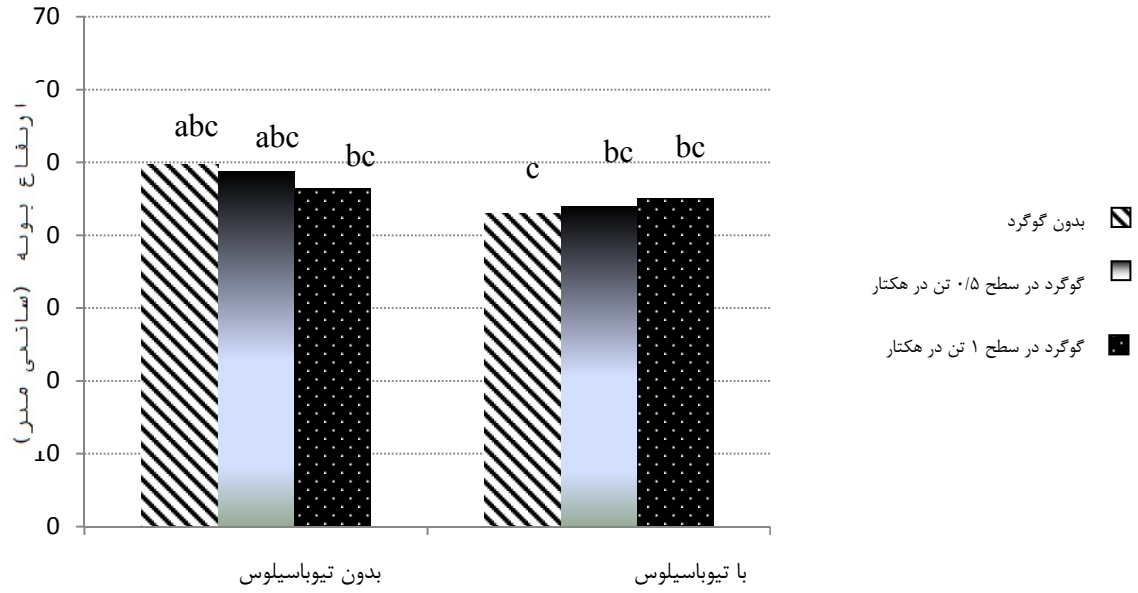
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱(الف)) نشان داد که اثر ورمی کمپوست بر روی ارتفاع گیاه در سطح یک درصد و اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس و اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی ارتفاع گیاه در سطح ۵ درصد معنی دار است.

کمپوست کرمی اثر محرکی بر روی حداکثر رشد گلیسین(سویا) با افزایش در طول ریشه، تعداد ریشه افقی، جوانه زدن طولی و طول قسمت میان دو گره نشای آن و سایر گیاهان دارد (۲۰).

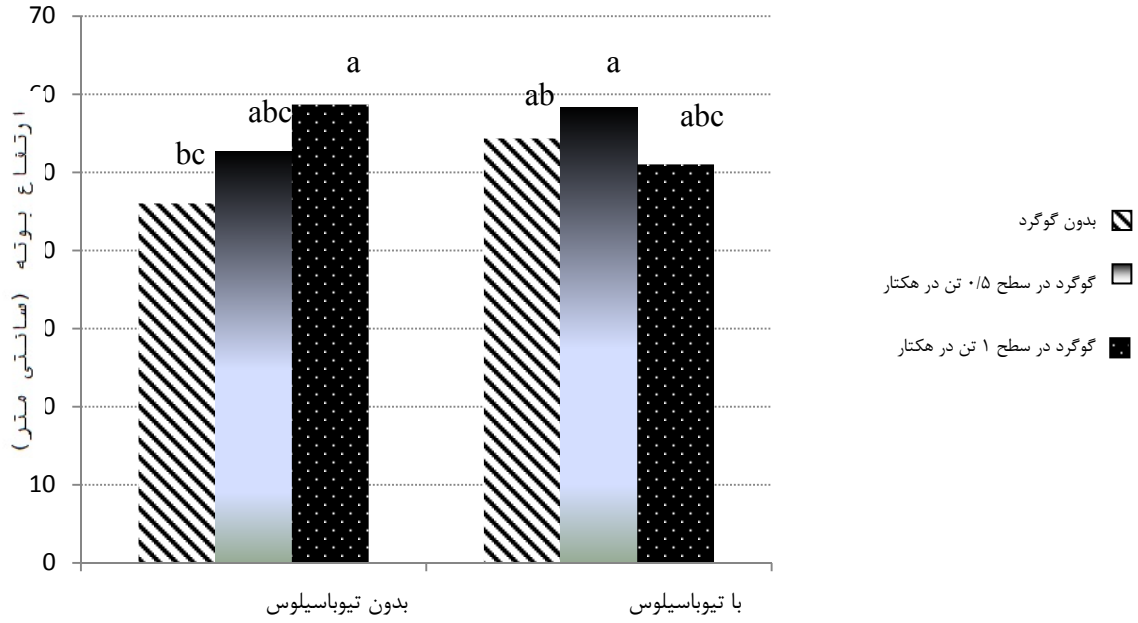
نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی ارتفاع سویا نشان داد که:

کاربرد ورمی کمپوست به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در ارتفاع گیاه (۵۸/۶۶ سانتی متر) داشت. این امر با توجه به تاثیر فراهمی مواد غذایی در رشد گیاه در اثر استفاده از ورمی کمپوست قابل توجیه است (شکل ۴-۱(ب)).

همانطور که جدول ضمیمه (۴-۱(الف)) نشان می دهد اثر تیوباسیلوس بر روی ارتفاع بوته غیر معنی دار گشته است و کمترین ارتفاع بوته (۴۳ سانتی متر)در اثر کاربرد تیوباسیلوس به تنهایی حاصل شده است (شکل ۴-۱(الف)). این امر را می توان به نقش ورمی کمپوست و گوگرد در تغذیه باکتری تیوباسیلوس نسبت داد، که در نبود این عوامل کارایی این باکتری تقلیل یافته است.



شکل ۴-۱-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی ارتفاع سویا در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



شکل ۴-۱-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی ارتفاع سویا در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

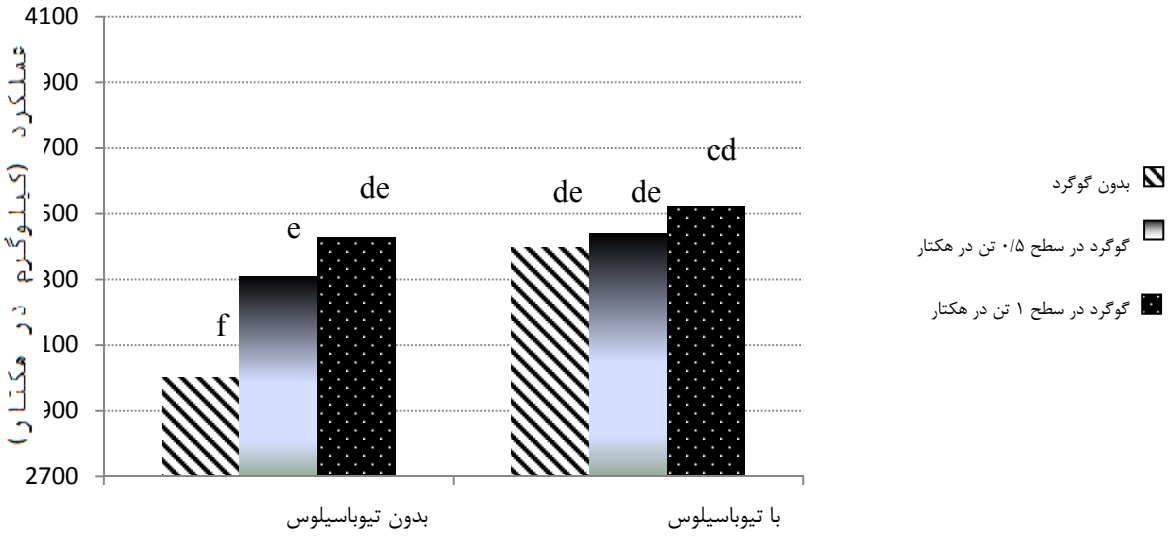
۴-۱-۲-عملکرد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱(الف)) نشان داد که اثر ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد و اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی عملکرد گیاه در سطح یک درصد و اثرمتقابل تیوباسیلوس و گوگرد در سطح ۵ درصد معنی دار است.

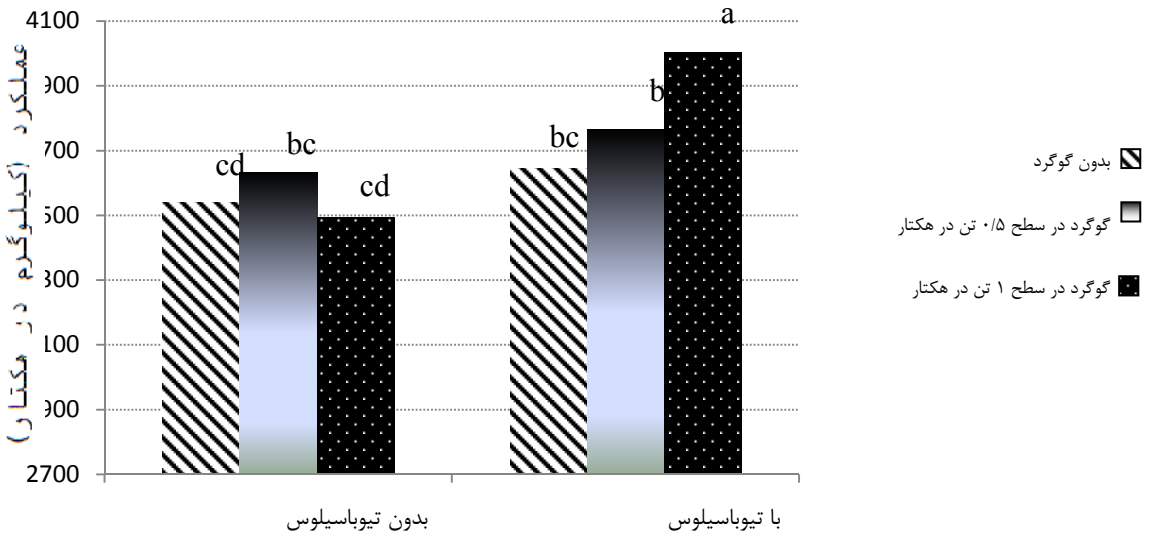
نتایج به دست آمده با نتایج سایرمحققان همخوانی دارد .به اینصورت که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می شود (۵۵،۴۷،۳۰،۱۲و۵۸). البته، کاربرد کودهای آلی در یک سال و در مقطع کوتاه نمی تواند در عملکرد ارقام تفاوت چندانی داشته باشد (۷) و در اینجا می تواند عوامل دیگر در کنار ورمی کمپوست در افزایش عملکرد دخیل باشد. 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 (۳۸). امانی و همکارانش (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که اثر گوگرد بر عملکرد و وزن خشک دانه در دو رقم سحر و ویلیامز سویا معنی دار بود (۵). در این مطالعه همانند نتایج سپه وند (۱۳۸۹) کاربرد گوگرد بر عملکرد دانه سویا در سطح یک درصد معنی دار است. حسین بشارتی و علیرضا فلاح (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که مصرف یک تن گوگرد در هکتار همراه با کاربرد 10^4سلول تیوباسیلوس در هر گرم خاک، به اندازه ۵۸/۴۹ درصد کود سوپرفسفات در تامین فسفر مورد نیاز گیاه و افزایش عملکرد موثر واقع شده است(۸). دادیور و خودشناس (۱۳۸۶) مشاهده نمودند که کاربرد گوگرد به میزان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به همراه باکتری تیوباسیلوس باعث افزایش معنی دار در عملکرد می شود (۱۸). در این مطالعه کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس بر روی افزایش عملکرد در سطح ۵ درصد معنی دار گردید؛ و نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی عملکرد سویا نشان داد که:

کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در عملکرد گیاه (به میزان ۴۰۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار) داشت (شکل ۴-۲(ب)). این امر را می توان به نقش کودهای بیولوژیک در فراهمی بهتر مواد غذایی گیاه و به تبع آن رشد بیشتر گیاه نسبت داد. البته از نقش گوگرد نیز در افزایش پروتئین و روغن دانه و هم چنین تغذیه باکتری تیوباسیلوس نباید غافل شد.

کمترین میزان عملکرد (۳۰۰۰/۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل **۴**-۲(الف)). بنابراین در اثر استفاده از ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله، عملکرد سویا نسبت به شاهد ۱۰۰۳ کیلوگرم افزایش یافته است.



شکل ۴-۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی عملکرد سویا در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



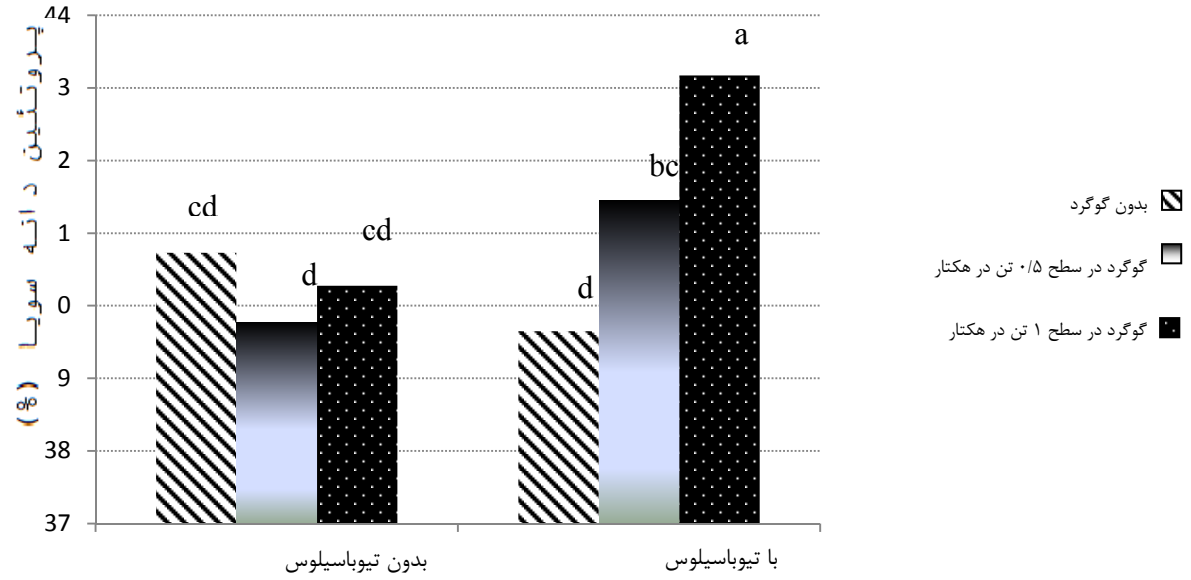
شکل ۴-۲-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی عملکرد سویا در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

۴-۱-۳-پروتئین

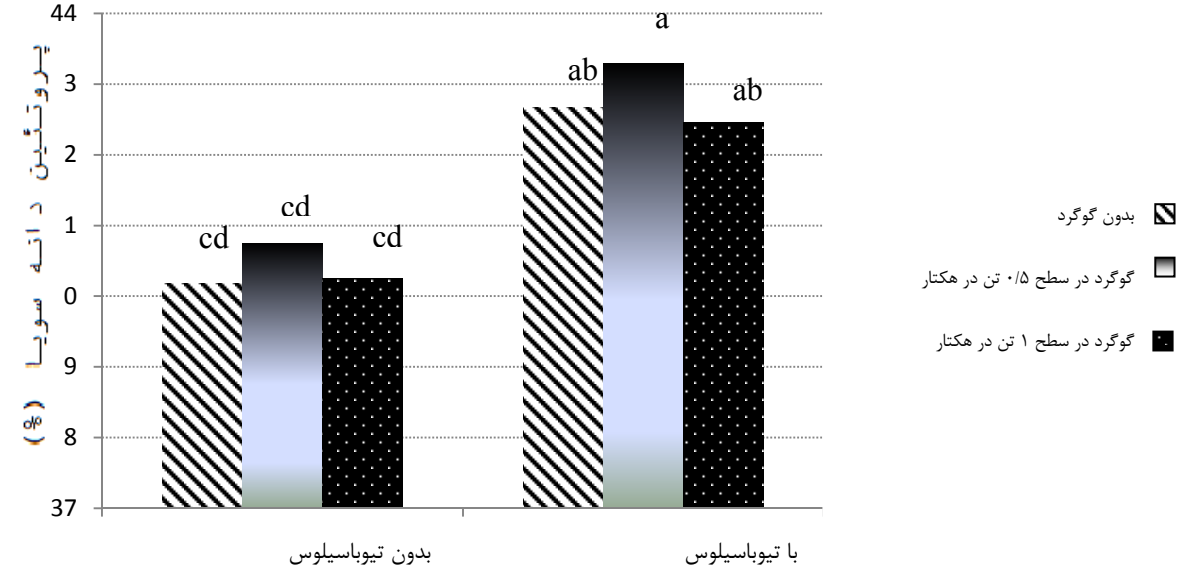
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱(الف)) نشان داد که اثر ورمی کمپوست و تیوباسیلوس و اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد و اثر متقابل ورمی کمپوست و تیو باسیلوس، ورمی کمپوست و گوگرد، و تیوباسیلوس و گوگرد در سطح ۵ درصد معنی دار است.

در مطالعه کاظمی و مردان (۱۳۸۹) و بهمنیار و همکاران (۱۳۸۶)، لاین ۰۳۲ سویادر تیمارهای کودی لجن ۲۰ و ۴۰ تن، کمپوست و ورمی کمپوست ۴۰ تن در هکتار بیشترین درصد نیتروژن و پروتئین بذر را نشان داد (۱۲،۳۰). در این مطالعه همانند نتایج سپه وند (۱۳۸۹) اثر گوگرد بر روی درصد پروتئین دانه سویا غیر معنی دار گردید؛ و نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی میزان پروتئین دانه سویا نشان داد که:

کاربرد همزمان تیوباسیلوس و ورمی کمپوست به همراه ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در پروتیین دانه (۴۳/29٪) دارد (شکل ۴-۳ (ب)) و کاربرد تیوباسیلوس به تنهایی کمترین تاثیر را در افزایش پروتئین دانه دارد (شکل ۴-۳ (الف)). این را می توان به نقش گوگرد در ساخت پروتئین ها و نقش کود بیولوژیک ورمی کمپوست به عنوان ماده آلی برای تغذیه باکتری تیوباسیلوس، جهت اکسایش گوگرد، نسبت داد. که در نبود این عوامل کارایی این باکتری تقلیل یافته و کمترین تاثیر را بر پروتئین دانه داشته است.



شکل ۴-۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی پروتئین سویا در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



شکل ۴-۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی پروتئین سویا در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

۴-۱-۴-روغن

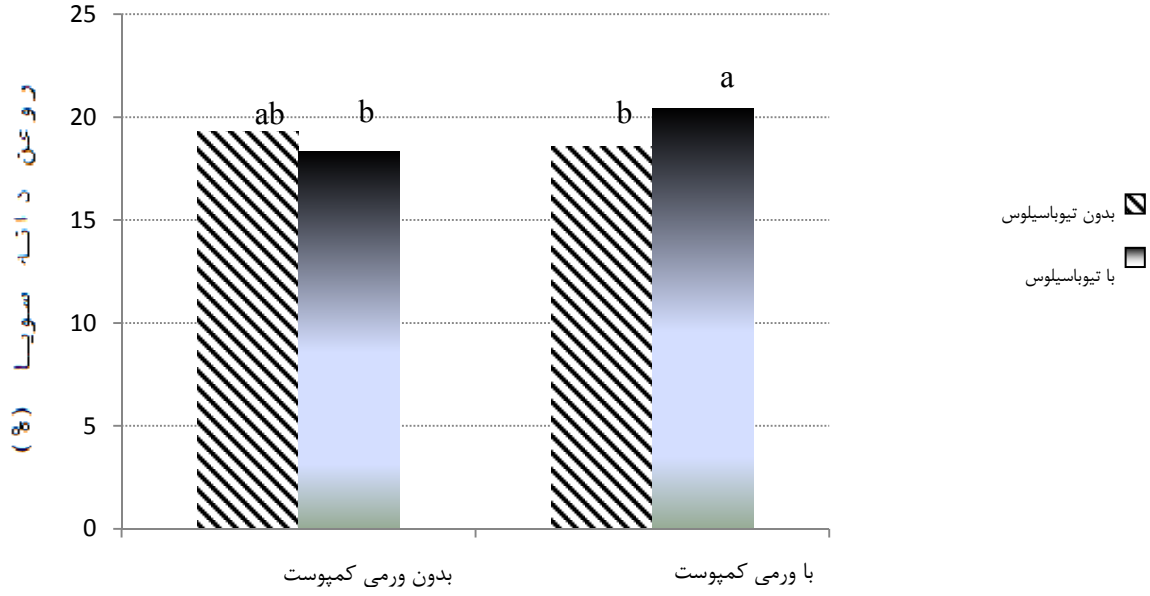
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱(الف)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی بر روی روغن سویا غیر معنی دار است؛ اما، اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد در سطح ۵ درصد و اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد و ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی روغن سویا در سطح یک درصد معنی دار است.

به عقیده بیسواس و همکاران (۱۹۹۵) مصرف ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار سبب افزایش درصد روغن دانه کلزا می شود (۳۹). در این مطالعه همانند نتایج سپه وند (۱۳۸۹) اثر گوگرد بر روی درصد روغن دانه سویا غیر معنی دار گردید.

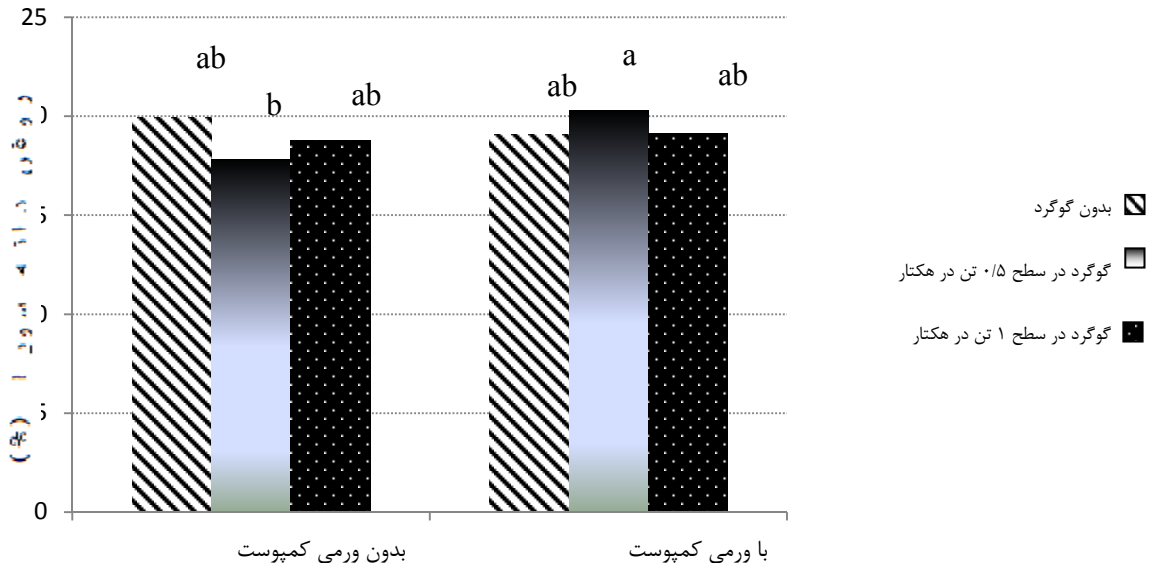
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی میزان روغن دانه سویا نشان داد که: کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به طور معنی داری بیشترین تاثیر را در روغن دانه (۲۰/۴۲۲٪) داشت (شکل۴-۴(الف)). بنابراین در اثر کاربرد هر دو فاکتور فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه به خصوص گوگرد افزایش یافته و در نتیجه روغن دانه به میزان ۱/۱٪ بیشتر از شاهد می شود.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد بر روی میزان روغن دانه سویا نشان داد که: کاربرد ورمی کمپوست با ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در روغن دانه (۲۰/۳۱۷٪) داشت. و کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله در صورت عدم کاربرد ورمی کمپوست کمترین تاثیر را در روغن دانه (۱۷/۸۱۷٪) داشت (شکل۴-۴(ب)). این امر را نیز می توان به نقش ورمی کمپوست به عنوان ماده ی آلی برای میکروارگانیسمها به خصوص باکتریهای اکسید کننده گوگرد نسبت داد.

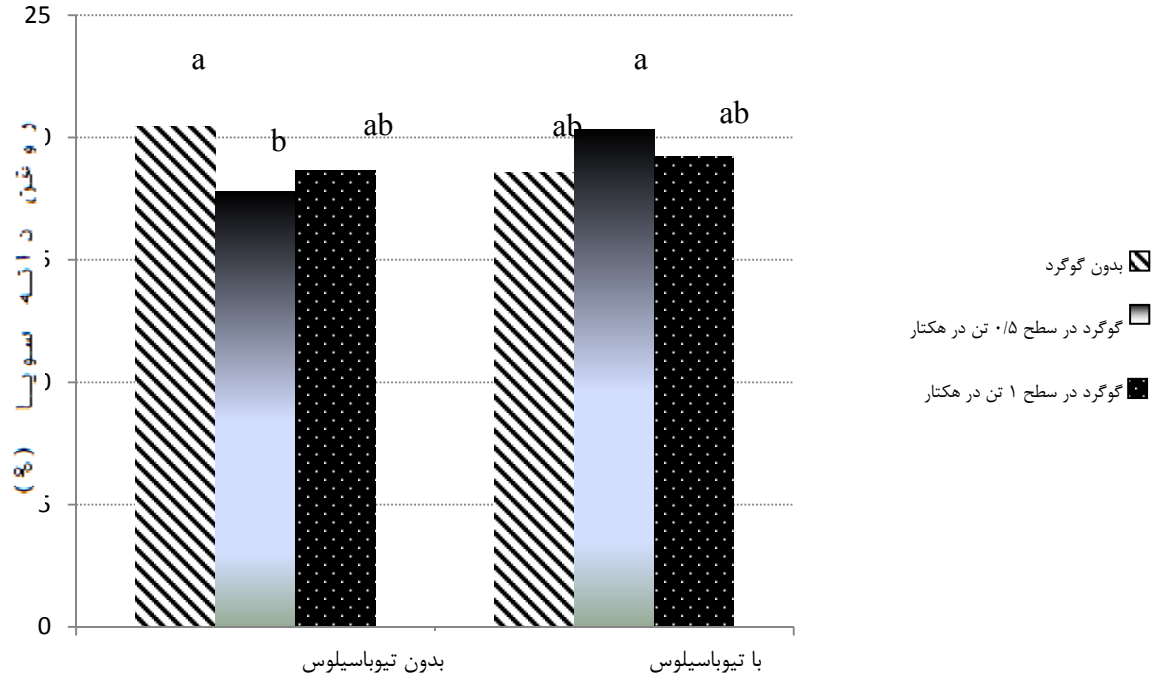
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر روی میزان روغن دانه سویا نشان داد که: عدم کاربرد تیوباسیلوس و گوگرد بیشترین تاثیر را در روغن دانه (۲۰/۴۵۰٪) داشت (شکل ۴-4(ج)). در اینجا عوامل دیگری از جمله ورمی کمپوست (به طور غیر مستقیم)، در افزایش روغن دانه دخیل بوده اند. و کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله با تیوباسیلوس با اختلاف اندکی نسبت به حالت قبل باعث افزایش روغن گردید، اما کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله در صورت عدم مصرف تیوباسیلوس کمترین تاثیر را در روغن (۱۷/۷۸۳) داشت (شکل ۴-4(ج)). این امر نیز بیانگر نقش باکتری تیوباسیلوس در اکسایش گوگرد و در نتیجه فراهمی آن برای گیاه است.



شکل ۴-۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی روغن سویا (الف)



شکل ۴-۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد بر روی روغن سویا (ب)



شکل ۴-۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر روی روغن سویا (ج)

۴-۱-۵-ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و میزان سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی

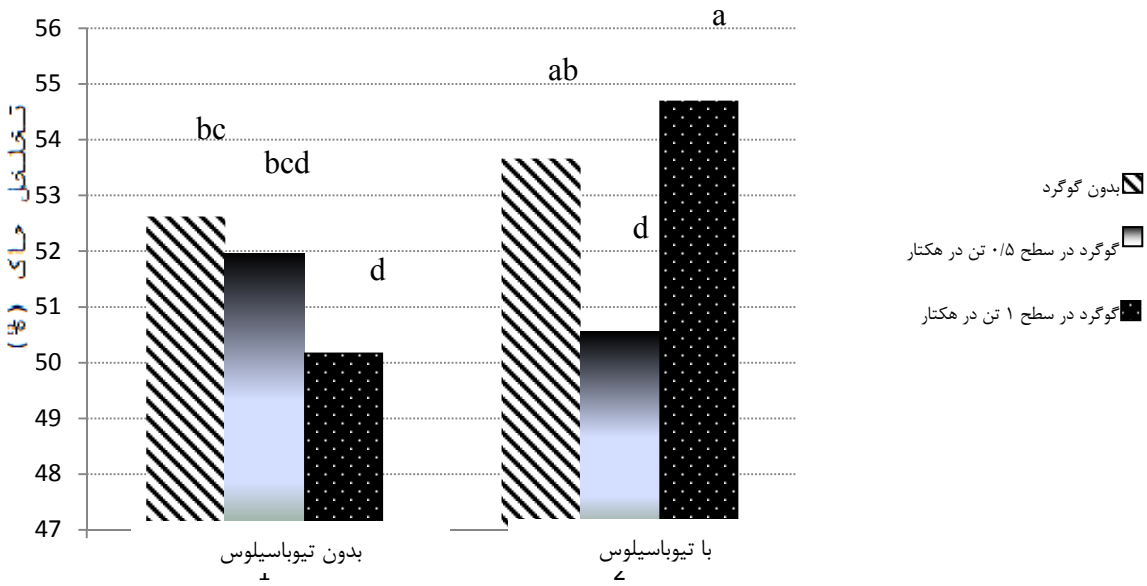
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱ (ب)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی و اثرات متقابل این عوامل بر روی ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و میزان سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی غیر معنی دار است.

۴-۱-۶-تخلخل

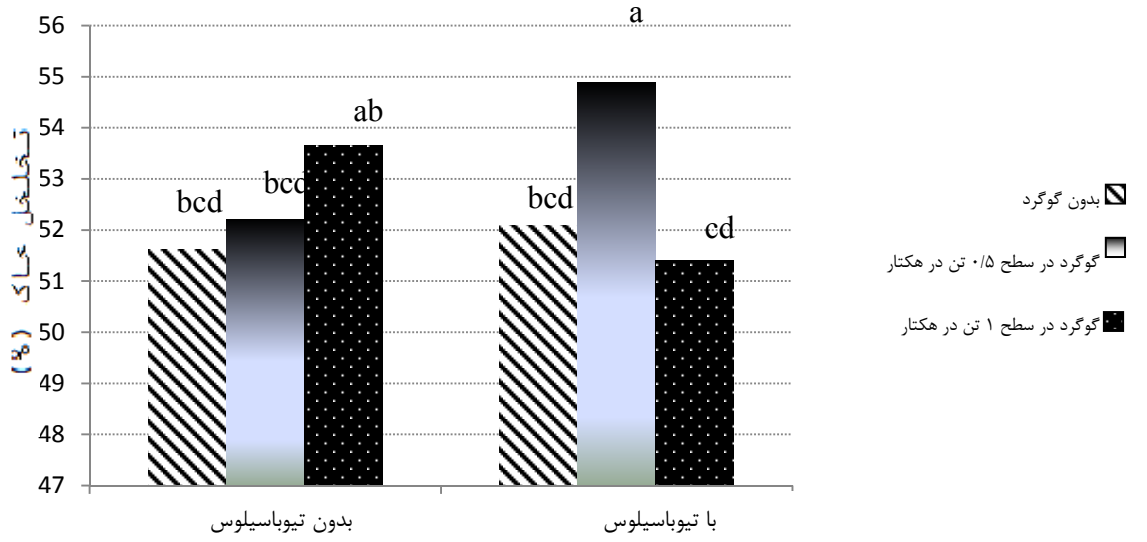
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر تیوباسیلوس بر روی تخلخل خاک در سطح ۵ درصد و اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد و اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد در سطح یک درصد معنی دار است.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی میزان تخلخل خاک نشان داد که:

کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۵۰۰ کیلوگرم کود گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در تخلخل خاک (به میزان ۵۴/۸۸۳٪) داشت (شکل ۴-۵ (ب)). این امر را می توان به اثر کودهای بیولوژیک (ورمی کمپوست و تیوباسیلوس) بر افزایش فعالیت میکروارگانیزمهای خاک نسبت داد که در نتیجه آن تخلخل خاک افزایش می یابد. ورمی کمپوست با فراهم نمودن مواد غذایی آماده برای میکروارگانیسم های خاک باعث افزایش فعالیت آن ها گشته و در نتیجه باعث افزایش خلل و فرج در خاک می گردد. و همچنین با داشتن هوموس بالا باعث اصلاح ساختمان خاک می گردد. کمپوست کرمی با اثر محرک بر روی حداکثر رشد سویا با افزایش در طول ریشه و تعداد ریشه افقی باعث خلل فرج بیشتر در خاک می شود. مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در صورت عدم کاربرد تیوباسیلوس و ورمی کمپوست کمترین تاثیر را در تخلخل خاک (به میزان ۵۰/۱۸۳٪) داشته است (شکل ۴-۵ (الف)). این امر را می توان به مقدار کم ماده ی آلی خاک (۱/۲۹درصد) برای میکروارگانیسمها نسبت داد.



شکل ۴-۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی تخلخل خاک در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



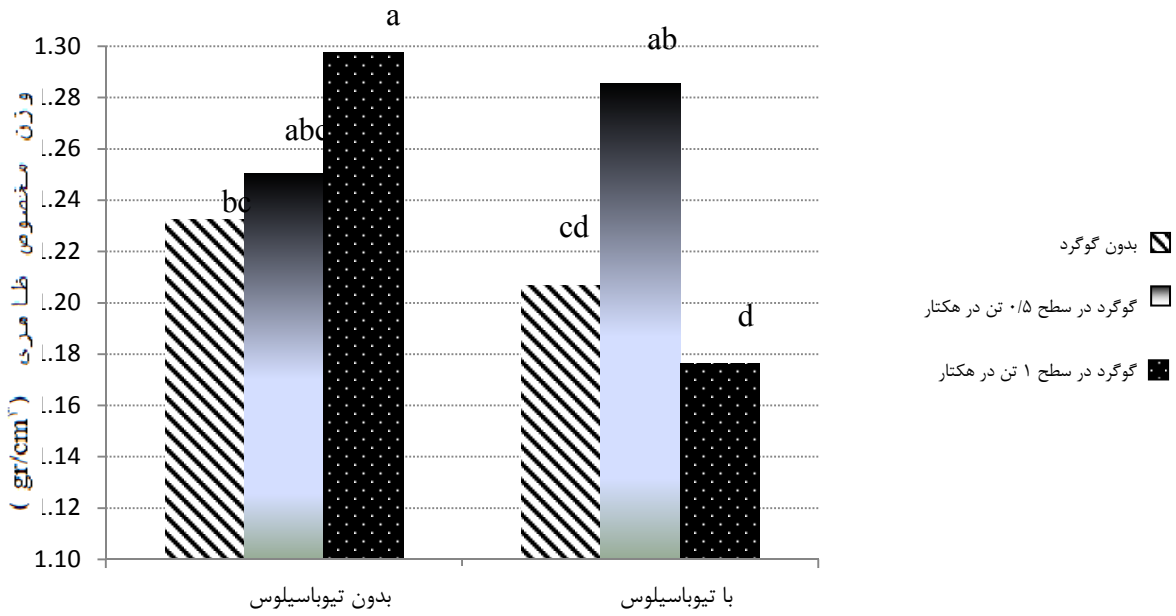
شکل ۴-۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی تخلخل خاک در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

۴-۱-۷-وزن مخصوص ظاهری خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر تیوباسیلوس بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح ۵ درصد و اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد و اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد در سطح یک درصد معنی دار است.

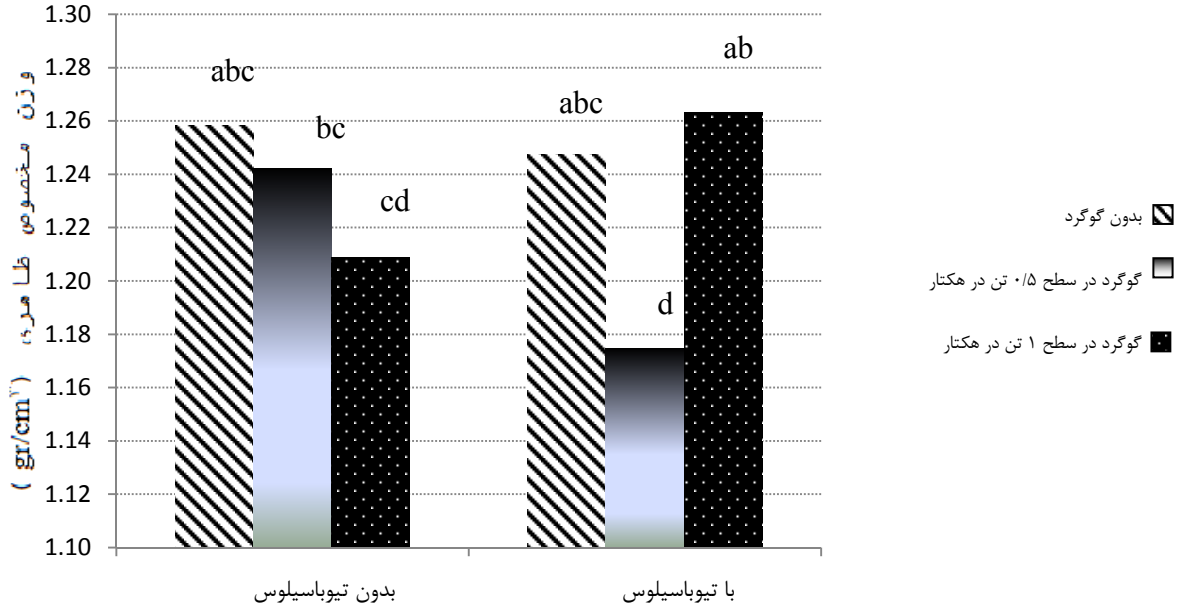
نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی میزان وزن مخصوص ظاهری خاک نشان داد که:

در بررسی اثر متقابل هر سه عامل بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک، کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله در صورت عدم کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بیشترین تاثیر را در وزن مخصوص ظاهری خاک به میزان ۱/۲۹۷ گرم بر سانتی متر مکعب داشت (شکل ۴-۶(الف)). از طرف دیگر کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۵۰۰ کیلوگرم کود گوگرد کمترین تاثیر را در وزن مخصوص ظاهری (به میزان ۱/۱۷۶ گرم بر سانتیمتر مکعب) داشت (شکل ۴-۶(ب)). به علت اینکه کودهای بیولوژیک باعث افزایش تخلخل خاک شده و در نتیجه با افزایش خلل و فرج خاک وزن مخصوص ظاهری کاهش می یابد.



شکل ۴-۶- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک

در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



شکل ۴-۶- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک

در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

۴-۱-۸-فسفر قابل جذب خاک

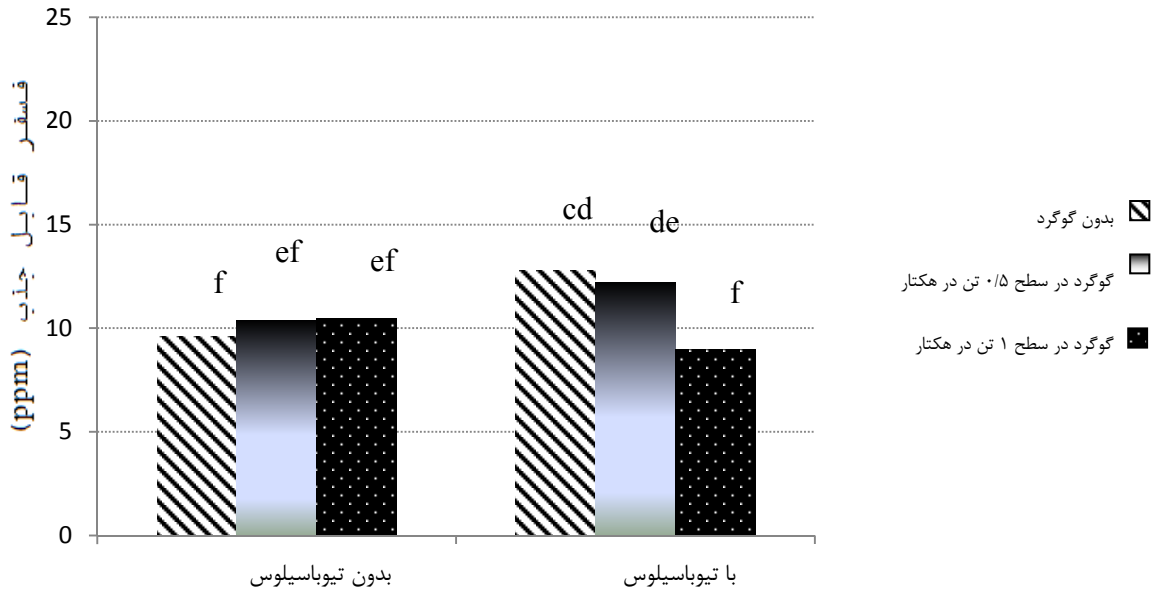
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر عوامل اصلی (ورمی کمپوست) و فرعی (تیوباسیلوس و گوگرد) و اثرات متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس، ورمی کمپوست و گوگرد و ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی فسفر قابل جذب خاک در سطح یک درصد و اثرات متقابل تیوباسیلوس و گوگرد در سطح ۵ درصد معنی دار است.

امانی و رئیسی (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که سطوح مختلف گوگرد بر غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم اختلاف معنی دار دارد (۶). بر اساس نتایج بشارتی و فلاح (۱۳۸۸) مصرف یک تن گوگرد در هکتار همراه با کاربرد $۱۰^{۴}$سلول تیوباسیلوس در هر گرم خاک، به اندازه ۵۸/۴۹ درصد کود سوپرفسفات در تامین فسفر مورد نیاز گیاه موثر واقع شده است (۸). 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 ۱۲/۸۷ میلی گرم در کیلوگرم افزایش داد (۱۰). بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۹) نشان دادند که مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس مقدار فسفر جذب شده را توسط ذرت افزایش داد (۹). کاچا و همکاران (۱۹۹۷) نتیجه گرفتند که جذب فسفر توسط لوبیا با افزایش مقدار گوگرد افزایش یافت (۵۰). در این مطالعه نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی میزان فسفر قابل جذب خاک نشان داد که:

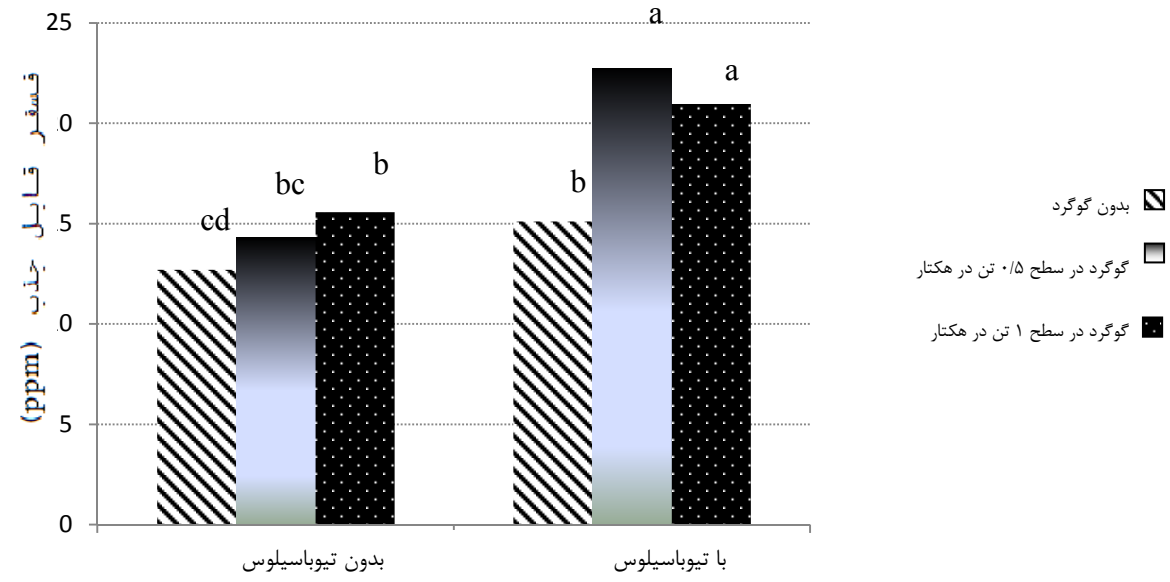
کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۵۰۰ کیلوگرم کود گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در فسفر قابل جذب خاک(۲۲/۷۳ppm) داشت (شکل ۴-۷(ب)) که در مقایسه با شاهد (۹/۶ppm) قابل ملاحظه است (شکل ۴-۷(الف)). از محاسن کود های بیولوژیک تیوباسیلوس و ورمی کمپوست افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر است؛همانطور که از نتایج این آزمایش بر می آید. از آنجاییکه اکثر فسفر استفاده شده در کودهای شیمیایی در خاکها توسط کلسیم(در خاکهای قلیایی)و آلومینیوم و آهن(در خاکهای اسیدی) از دسترس گیاه خارج

می شود، استفاده از کودهای بیولوژیک می تواند فراهمی فسفر را افزایش داده و از طرفی نیز با کاهش استفاده از کودهای شیمیایی موجب کاهش آلودگی محیط زیست گردد.

کاربرد تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم کاربرد ورمی کمپوست کمترین تاثیر را در فسفر قابل جذب (به میزان ۸/۹۶۷ppm)داشت (شکل ۴-۷(الف)). در اثر استفاده از ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد میزان فسفر قابل جذب ۲۰/۹۶۷ پی پی ام شده است. یعنی در اثر استفاده از ورمی کمپوست میزان فسفر قابل جذب بیش از دو برابر شده است. چون کمپوست کرمی، سرشار از عناصر پرمصرف و کم مصرف و به شکل قابل استفاده برای گیاه بوده و فسفر قابل دسترس مدفوع کرم خاکی هفت برابر بیشتر از خاک بدون کرم خاکی است (۲۰).



شکل ۴-۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر روی فسفر قابل جذب خاک در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



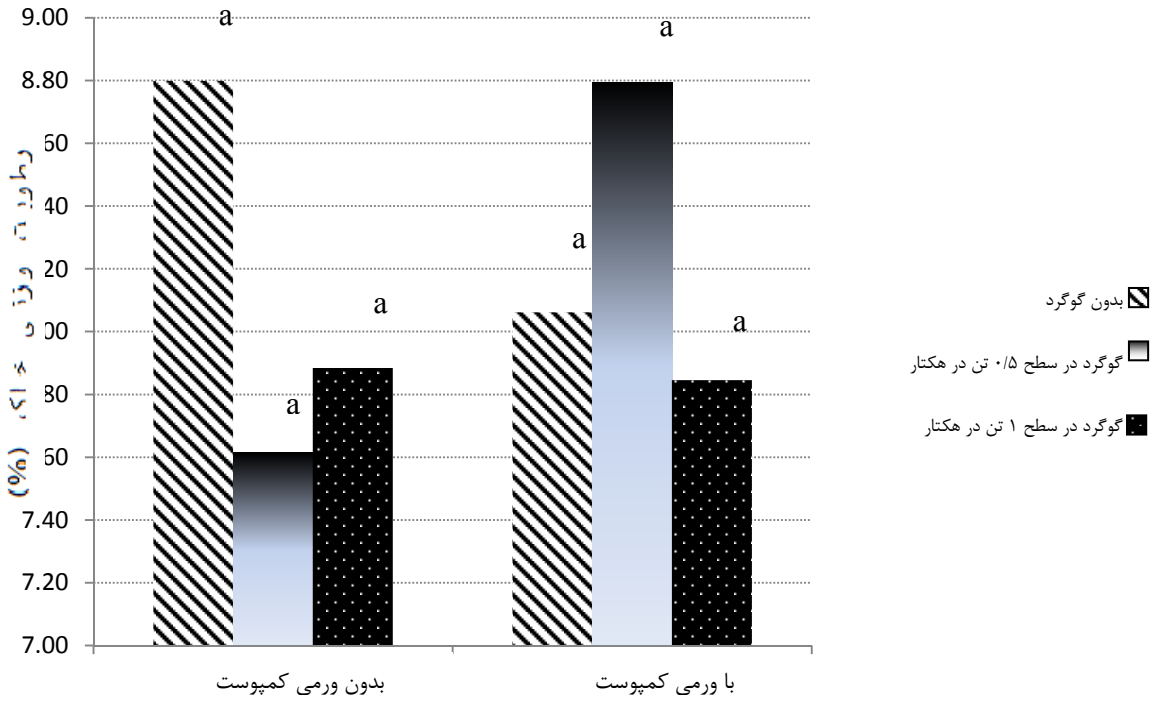
شکل ۴-۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر فسفر قابل جذب خاک در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

۴-۱-۹-درصد رطوبت وزنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی بر روی درصد رطوبت وزنی خاک غیر معنی دار است، اما، اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد بر روی درصد رطوبت وزنی خاک در سطح ۵ درصد معنی دار است.

کمپوست کرمی در اصلاح بافت فیزیکی خاک، نقش به سزایی دارد و موجب سبک شدن آن می‌شود. بنابراین ضریب حفظ رطوبت در خاک افزایش می‌یابد و آب به مقدار بیشتری در بافت خاک نگهداری می‌شود. در این حالت کمپوست کرمی موجب رها شدن تدریجی آب از خاک شده است و از تبخیر سطحی و یا نفوذ سریع آب به داخل عمق خاک(عمق دور از دسترس گیاه) جلوگیری می‌کند (۲۰). در این مطالعه نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد بر روی میزان رطوبت وزنی خاک نشان داد که:

در اثر کاربرد ورمی کمپوست به همراه ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله میزان رطوبت وزنی ۸/۷ درصد گردید. اما عدم کاربرد هر دو با اختلاف اندکی بیشترین تاثیر را در رطوبت وزنی (به میزان ۸/۸ درصد) داشت (شکل۴-۸). یعنی شاهد بیشترین میزان رطوبت وزنی را نشان داد. البته همانطور که شکل ۴-۸ نشان می دهد تیمارهای مورد بررسی بر روی این عامل همگی در یک گروه آماری قرار دارندو تفاوت بین آن ها قابل توجه نمی باشد.



شکل ۴-۸- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و گوگرد بر روی درصد رطوبت وزنی خاک

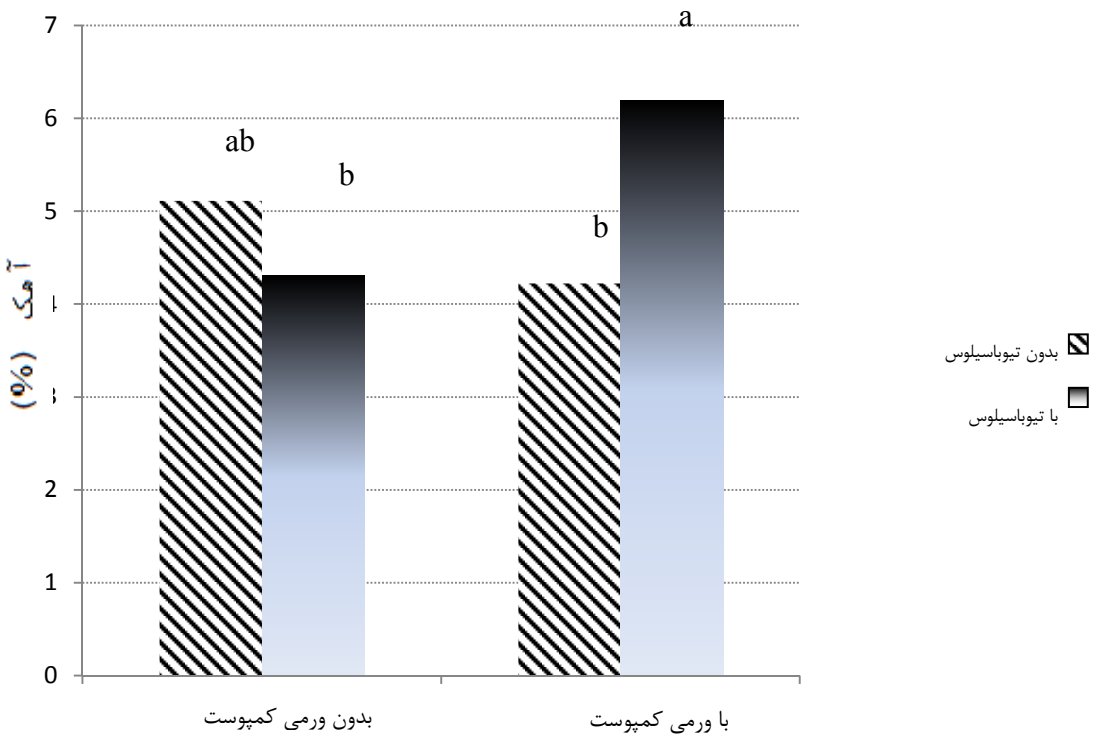
۴-۱-۱۰-آهک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی بر روی میزان آهک خاک غیر معنی دار است، اما، اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی میزان آهک خاک در سطح ۵ درصد معنی دار است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی میزان آهک خاک نشان داد که:

کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بیشترین تاثیر را در آهک خاک به میزان ۶/۱۹۴۴ درصد داشت (شکل۴-۹).

و کاربرد ورمی کمپوست به تنهایی (۴/۲۲۲٪) و بعد کاربرد تیوباسیلوس به تنهایی (۴/۳۰۵٪) کمترین درصد آهک را در پی داشت (شکل۴-۹). این امر به اثر مفید این دو عامل در اثر استفاده ی همزمانشان دلالت دارد، به طوریکه در نبود دیگری اثری غیر معنی دار بر روی آهک مشاهده گردید. به علت اینکه تغذیه تیوباسیلوس در اینجا به ورمی کمپوست وابسته است تا بتواند اکسایش گوگرد را انجام داده و با تولید اسید سولفوریک در انحلال کربناتها و بیکربناتها نیز موثر باشد.



شکل ۴-۹- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی آهک خاک

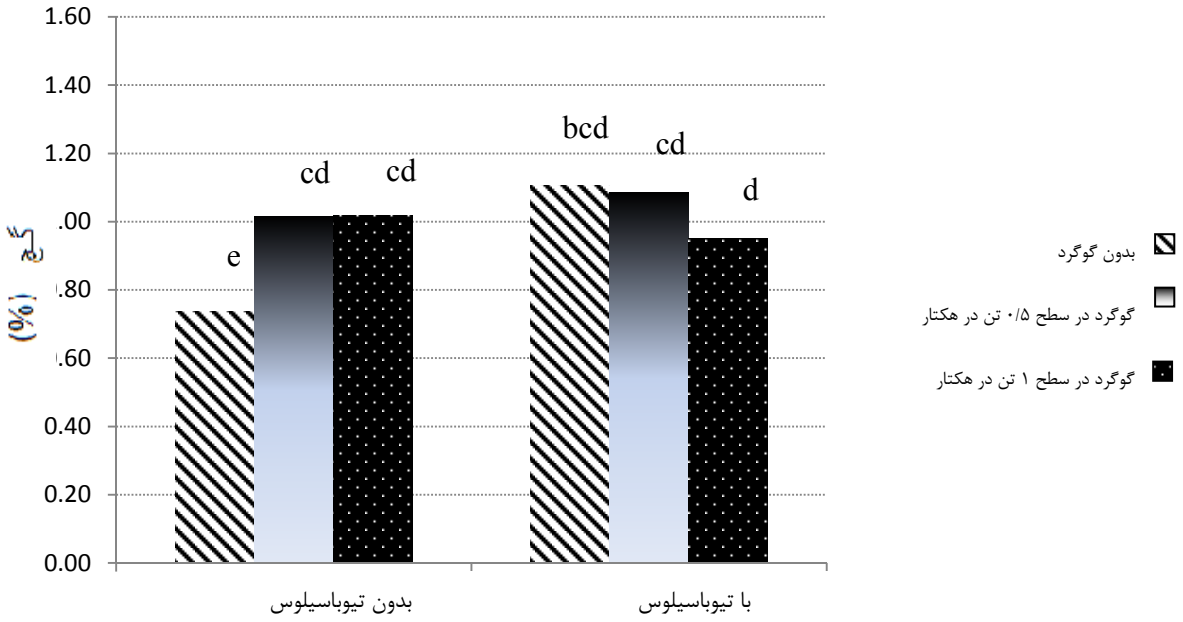
۴-۱-۱۱-گچ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر عوامل اصلی (ورمی کمپوست) و فرعی (تیوباسیلوس و گوگرد) و اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی میزان گچ خاک در سطح ۵ درصد معنی دار است.

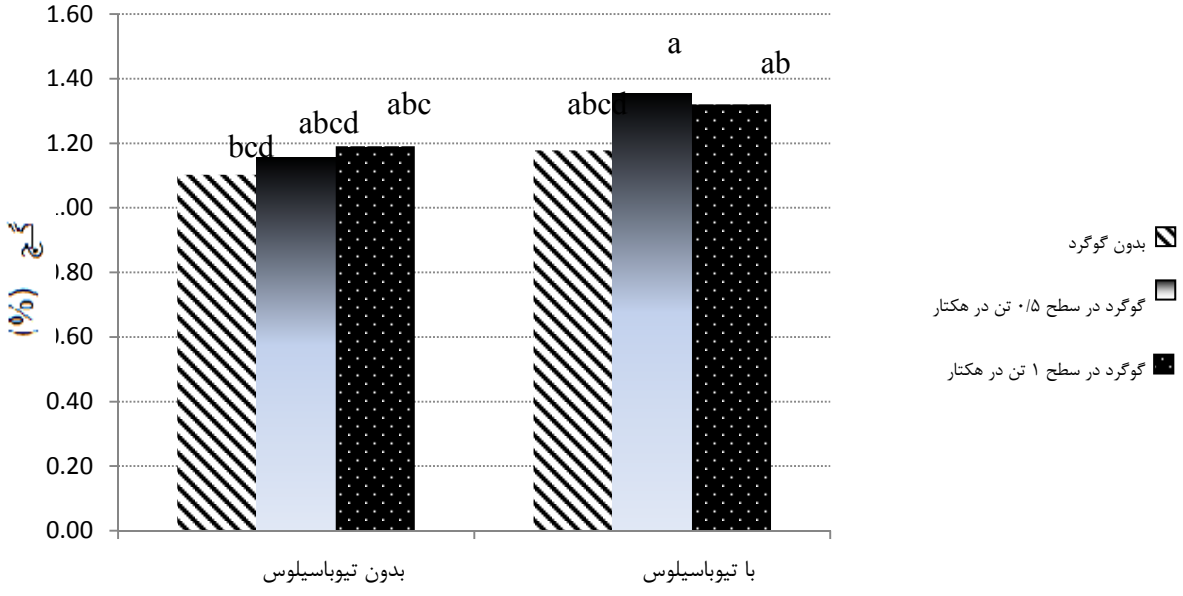
باکتری تیوباسیلوس به عنوان یک اکسید کننده مهم گوگرد در خاک باعث افزایش چشم گیر میزان سولفات در خاک می شود (۶۰). باکتری تیوباسیلوس باعث اکسایش گوگرد شده و اسید سولفوریک تولید شده باعث انحلال کربناتها و بیکربناتها گردیده و در نهایت سولفاتهای کلسیم و منیزیم حاصل می شوند.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی میزان گچ خاک نشان داد که:

کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۵۰۰ کیلوگرم کود گوگرد گرانوله بیشترین تاثیر را در گچ خاک(به میزان ۱/۳۵۵۴٪) داشتکه در مقایسه با شاهد (۰/۷۳۸٪) قابل ملاحظه است (شکل ۴-۱۰(ب) و شکل ۴-۱۰(الف)).



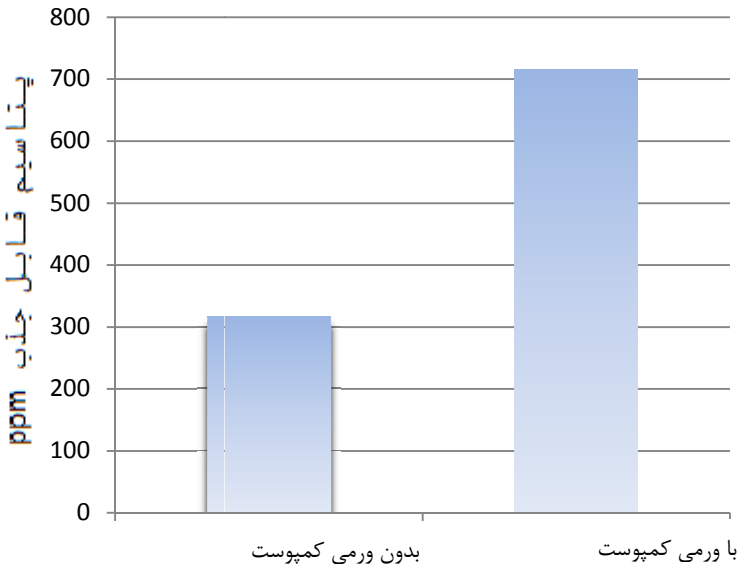
شکل ۴-۱۰- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی گچ خاک در حالت عدم کاربرد ورمی کمپوست (الف)



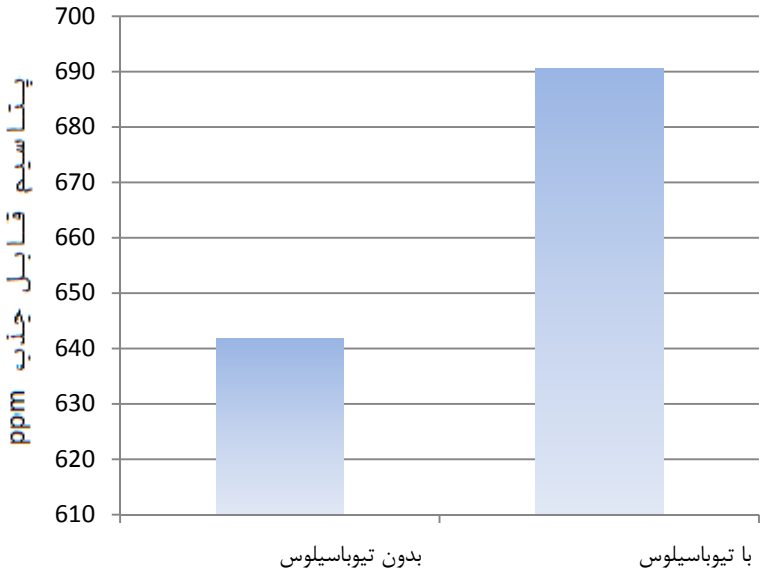
شکل ۴-۱۰- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست، تیوباسیلوس و گوگرد بر روی گچ خاک در حالت کاربرد ورمی کمپوست (ب)

۴-۱-۱۲- میزان پتاسیم قابل جذب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(الف)) نشان داد که اثر ورمی کمپوست بر روی میزان پتاسیم قابل جذب خاک در سطح یک درصد و اثر تیوباسیلوس در سطح ۵ درصد معنی دار است. اما، اثرات متقابل هیچ کدام از عوامل مورد بررسی معنی دار نیست. سطوح مختلف گوگرد بر غلظت پتاسیم قابل جذب خاک در این مطالعه، بر خلاف نتایج امانی و رئیسی (۱۳۸۶)، معنی دار نگردید. علت غیر معنی دار شدن اثرات متقابل عوامل مورد بررسی در این مطالعه را می توان به مقدار بسیار بالای پتاسیم خاک (مطابق نتایج آزمون اولیه خاک، ۷۹۵ میلی گرم در کیلوگرم) نسبت داد. نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بر روی پتاسیم قابل جذب خاک در اشکال ۴-۱۱ (الف) و (ب) قابل مشاهده است.



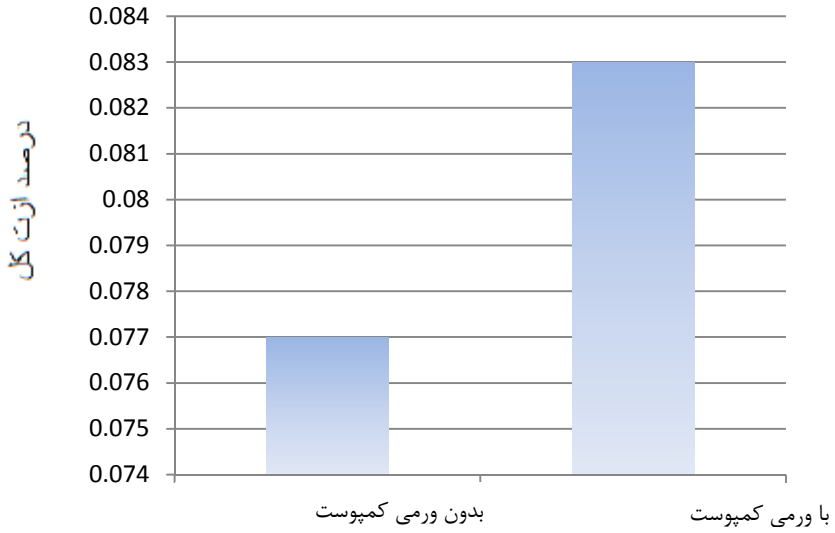
شکل ۴-۱۱- نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر روی پتاسیم قابل جذب خاک (الف)



شکل ۴-۱۱- نتایج مقایسه میانگین اثر تیوباسیلوس بر روی پتاسیم قابل جذب خاک (ب)

۴-۱-۱۳- درصد ازت کل خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(ب)) نشان داد که اثر ورمی کمپوست بر روی میزان ازت کل خاک در سطح ۵ درصد معنی داراست. شکل ۴-۱۲ نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر میزان ازت کل را نشان می دهد.



شکل ۴-۱۲- نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر روی ازت کل خاک

۴-۱-۱۴- درصد کربن آلی خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(ب)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی و اثرات متقابل این عوامل بر روی درصد کربن آلی خاک غیر معنی دار است.

با توجه به مقدار بسیار کم کربن آلی خاک (۱/۲۹٪) استفاده از کودهای بیولوژیک (ورمی کمپوست و تیوباسیلوس) نیز نتوانست این کمبود را جبران نماید و نتایج غیر معنی داری در کربن آلی خاک حاصل گردید. لازم است در این راستا مطالعات بیشتری انجام شود و کاربرد کودهای بیولوژیک در دراز مدت بررسی گردد.

۴-۱-۱۵- درصد رطوبت اشباع (Sp%)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(ب)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی و اثرات متقابل این عوامل بر روی درصد رطوبت اشباع غیر معنی دار است.

۴-۱-۱۶- هدایت الکتریکی (EC)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(ب)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی و اثرات متقابل این عوامل بر روی هدایت الکتریکی خاک غیر معنی دار است.

امانی و رئیسی (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که افزودن گوگرد منجر به افزایشEC خاک می شود (۶). در این مطالعه نیز افزودن گوگرد منجر به افزایشEC خاک نسبت به EC اولیه شد، اما از نظر آماری معنی دار نگردید.

۴-۱-۱۷- اسیدیته گل اشباع (pH)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲(ب)) نشان داد که اثر عوامل اصلی و فرعی و اثرات متقابل این عوامل بر روی اسیدیته گل اشباع غیر معنی دار است.

کاهش pHخاک (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 (۵۹). 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 (۳۸).خاوازی و همکاران (۸۲ و ۱۳۸۱) ابراز نمودند که کاربرد گوگرد به همراه باکتریهای تیوباسیلوس، یکی از روشهای کاهش موضعی pH می باشد (۱۴).فلاحتگر و همکارانش (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند که افزایش سطوح گوگرد و تلقیح باکتری تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک شد (۲۹). امانی و رئیسی (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که افزودن گوگرد منجر به کاهش pH خاک می شود (۶). اما، در این مطالعه در اثر استفاده از گوگرد (۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم) و حتی گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس کاهش محسوسی در pH خاک مشاهده نگردید، و نتایج غیر معنی دار بود.

۴-۲-نتیجه گیری

تجزیه تحلیل تیمارهای مورد آزمایش در این تحقیق بهطورکلینشانمیدهد که اثر فاکتورهای مورد بررسی بر اکثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و صفات زراعی سویا مطلوب بوده است. البته برای نیل به نتایج قطعی تر لازم است چند سال پی در پی این آزمایشات انجام گیرد. یکی از اهداف مطالعه نقش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد سویا بود، که با توجه به نتایج اثر این سه عامل بر عملکرد سویا در سطح یک درصد معنی دار گشت، به طوریکه کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد بیشترین تاثیر را در عملکرد گیاه داشت و میزان عملکرد ۴۰۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار شد و در اثر استفاده از ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله، عملکرد سویا نسبت به شاهد ۱۰۰۳ کیلوگرم افزایش یافت. اما، عوامل ذکر شده بر تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه اثر غیر معنی دار داشتند. از دیگر اهداف این مطالعه بهبود برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با افزایش گوگرد ، باکتری تیوباسیلوس و ورمی کمپوست بود که با توجه به نتایج این مطالعه کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۰/۵ تن در هکتار گوگرد بیشترین تاثیر را بر فسفر قابل جذب خاک به میزان ۲۲/۷۳ ppm، گچ خاکبه میزان ۱/۳٪و تخلخل خاک به میزان ۵۴/۸٪ شد، کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در صورت عدم کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس بیشترین تاثیر را در وزن مخصوص ظاهری خاک (به میزان gr/cm^3 ۱/۲۹) داشت؛ از طرف دیگر کاربرد ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۵۰۰ کیلوگرم کود گوگرد کمترین تاثیر را در وزن مخصوص ظاهری(gr/cm^3 ۱/۱۷) داشت. در اثر کاربرد ورمی کمپوست به همراه ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد رطوبت وزنی ۸/۷٪ گردید، و در اثر کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس میزان آهک خاک ۶/۱۹٪ گردید. از نتایج معنی دار دیگر این مطالعه اثر عوامل مورد بررسی بر روی ارتفاع بوته، میزان پروتئین و روغن دانه سویا بود به طوریکه: کاربرد همزمان ورمی کمپوست به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد بیشترین تاثیر را در ارتفاع گیاه به میزان

۵۸/۶۶ سانتی متر داشت، بیشترین میزان پروتئین دانه (۴۳/۲۹٪) در اثر کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس به همراه ۰/۵ تن در هکتار گوگرد حاصل شد، در اثر کاربرد همزمان ورمی کمپوست و تیوباسیلوس میزان روغن دانه ۲۰/۴۲٪، در اثر کاربرد ورمی کمپوست با ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد میزان روغن دانه ۲۰/۳۱٪ و در اثر عدم کاربرد تیوباسیلوس و گوگرد میزان روغن دانه ۲۰/۴۵٪ گردید. با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از کودهای بیولوژیک (در اینجا ورمی کمپوست و تیوباسیلوس) در کنار کود گوگرد باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و صفات زراعی سویا 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 بیشتری انتظار می رود. بنابراین، در این راستا لازم است تحقیقات مستمری صورت پذیرد.

جدول ضمیمه (۴-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر صفات زراعی سویا(الف)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	درصد روغن دانه	درصد پروتئین دانه	میزان عملکرد
تکرار	۲	۶۱/۴۴۴ ns	۰/۲۴۸ ns	۰/۰۵۵ ns	۱۲۱۷۶/۳۶۱ ns
ورمی کمپوست(V)	۱	۴۹۱/۳۶۱ **	۴/۰۰۰ ns	۵/۱۸۳ **	۹۸۳۴۰۲/۷۷۸ **
خطای اصلی	۲	۱۱۳/۷۷۸ *	۰/۸۶۳ ns	۰/۱۰۷ ns	۱۳۱۳۴/۶۹۴ ns
ضریب تغییرات اصلی (٪ Cv)	-	۲۱/۴۱	۴/۸۳	۰/۷۹	۳/۲۶
تیوباسیلوس(T)	۱	۱۰/۰۲۸ ns	۱/۶۹۰ ns	۲۸/۳۷۰ **	۴۷۱۰۵۳/۴۴۴ **
گوگرد(S)	۲	۲۳/۱۱۱ ns	۱/۰۷۴ ns	۱/۶۹۲ ns	۱۴۴۰۷/۱۱۱ **
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس (V× T)	۱	۹۰/۲۵۰ *	۱۷/۳۹۱ **	۳/۵۲۲ *	۴۲۲۵/۰۰۰ ns
ورمی کمپوست × گوگرد(V× S)	۲	۲۸/۴۴۴ ns	۸/۵۸۳ *	۲/۸۷۲ *	۱۰۸۶۹/۴۴۴ ns
تیو باسیلوس × گوگرد(T× S)	۲	۲۶/۷۷۸ ns	۱۴/۸۰۳ **	۲/۷۸۴ *	۲۲۹۹۵/۱۱۱ *
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس×گوگرد(V× T× S)	۲	۹۴/۳۳۳ *	۳/۲۴۵ ns	۳/۴۹۴ **	۹۴۵۳۳/۳۳۳ **
خطای فرعی	۲۰	۲۲/۴۱۱	۱/۶۴۰	۰/۵۷۲	۶۰۱۵/۵۲۸
ضریب تغییرات فرعی (٪ Cv)	-	۹/۵	۶/۶۷	۱/۸۳	۲/۲

**معنیداردرسطحاحتمال۱درصد

*معنیداردرسطحاحتمال۵درصد

ns ازلحاظآماریاختلافمعنیداروجودندارد

جدول ضمیمه (۴-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر صفات زراعی سویا(ب)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین	تعداد غلاف در بوته	میزان سطح برگ در مرحله ی ۵۰ درصد گلدهی	وزن صد دانه
تکرار	۲	۳/۲۵۰ ns	۰/۵۸۳ ns	۰/۰۳۹ ns	۸/۳۶۱ ns
ورمی کمپوست(V)	۱	۱۲/۲۵۰ ns	۲/۷۷۸ ns	۰/۰۳۶ ns	٤/٦٩٤ ns
خطای اصلی	۲	۸/۰۸۳ ns	۰/۰۲۸ ns	۰/۰۳۲ ns	۲/٥۲۸ ns
ضریب تغییرات اصلی (Cv ٪)	-	۲۲/۰۱	۰/۲٦	۹/۹٤	۸/٦۸
تیوباسیلوس(T)	۱	۰/۲٥۰ ns	۱/۷۷۸ ns	۰/۰۸ ns	۱۲/۲٥۰ ns
گوگرد(S)	۲	۰/۷٥۰ ns	٥/۲٥۰ ns	۰ ns	۱/٦۹٤ ns
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس (V× T)	۱	۱/۳٦۱ ns	۱/۷۷۸ ns	۰/۰۲۷ ns	۰/۲۸۰ ns
ورمی کمپوست × گوگرد(V× S)	۲	۱۰/۷٥۰ ns	۱/۸٦۱ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۱۹٤ ns
تیو باسیلوس × گوگرد(T× S)	۲	٥/۲٥۰ ns	۲/٥۲۸ ns	۰/۰۰٦ ns	۰/۲٥۰ ns
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس×گوگرد(V× T× S)	۲	۰/۳٦۱ ns	٦/٦۹٤ ns	۰/۰۰۱ ns	۱/۱۹٤ ns
خطای فرعی	۲۰	۸/۱۰۰	۲/٦۳۹	۰/۰۱۹	٤/۸۱۱
ضریب تغییرات فرعی (Cv ٪)	-	۲۲/۰۳	۲/٦۳	۷/٦٥	۱۱/۹۸

**معنیداردرسطحاحتمال۱درصد

*معنیداردرسطحاحتمال۵درصد

ns ازلحاظآماریاختلافمعنیداروجودندارد

جدول ضمیمه (۴-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر خصوصیات فیزکی و شیمیایی خاک (الف)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن مخصوص ظاهری	تخلخل ٪	درصد رطوبت وزنی ٪	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	درصد آهک ٪	درصد گچ ٪
تکرار	۲	ns ۰۰۲ /۰	۳۷۱ns ۳/	۲/۵۷۸* ۰۱۱ /۰	/۳۵۶ns ۰	/۰۲۸* ۱۶۷۸۶	ns ۶۳۰ /۰	ns ۰۱۱ /۰
ورمی کمپوست(V)	۱	ns ۰۰۱ /۰	۱۹۵ns ۱/	/۱۶۴ns ۰	/۰۱۸** ۳۴۱	/۳۶۱** ۸۵۷۵۱	۰۶۲ ۳/	* ۴۸۲ /۰
خطای اصلی	۲	ns ۸۱ /۴	ns ۰۶۱ /۰	ns ۰/۲۴۸	ns ۰/۹۳۵	ns ۵۶۹۱/۳۶۱	ns ۸۸ /۰	ns ۰۲۳ /۰
ضریب تغییرات اصلی(٪ Cv)	-	۷۳ /۱۷	۰/۴۶	۶/۰۸	۶/۹۹	۱۱/۳۲	۹۱ /۱۸	۷ /۱۳
تیوباسیلوس(T)	۱	* ۰۰۵ /۰	/۳۳۴* ۶	/۳۳۴ns ۱	/۳۵۱** ۹۷	۲۱۴۶۲/۲۵*	ns ۲۵۰ ۲/	* ۱۴۹ /۰
گوگرد(S)	۲	ns ۴۷۵ ۱/	۰۳۵ns ۰/	/۹۷۳ns ۰	/۹۶۱** ۱۶	۴۳۷۸/۳۶۱ns	۹۱۱ ۱/	* ۰۴۸ /۰
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس (V× T)	۱	ns ۰۲۰ /۰	۶۹۰ns ۲/	/۴۵۲ns ۱	/۵۳۴** ۴۰	۳۸/۰۲۸ns	* ۳۶۱ ۱۷/	ns ۰

ورمی کمپوست × گوگرد(S ×V)	۲	۰۷۰ /۰	۷۸۲/۹	۲/۸۲۳	/۲۰۰ ۲۸	۵٤۷۰/۸٦۱	۷۲٤ /٤	۰۰٤ /۰
تیو باسیلوس × گوگرد(T× S)	۲	ns ۰ /۰	۲۰۵ns /۰	/۰۵۹ns ۸	۸/۰۵۹*	/۰۸ns ۱۲۳۰۰۰	ns ۳٦۰ /۰	ns ۰۲۷ /۰
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس×گوگرد(V× T× S)	۲	۰۱۵ /۰	۲۱۹/۲۲	/۳۲۷ns ۱٤	/۳۲۷ ۱٤	۵۸۳٤/۳٦۱ns	ns ۷۷۳ /۱	* ۰۵۳ /۰
خطای فرعی	۲۰	۰۰۱ /۰	/۰۳۵ ۱	۰/٦٤۰	۱/۳۹۰	٤۸۵۹/۱۲۸	۵۳۰ /۲	۰۱۳ /۰
ضریب تغییرات فرعی (Cv ٪)	-	/۵۵ ۲	۱/۹۳	۹/۷۹	۸/۵۲	۱۰/٤٦	/۰٦ ۳۲	/۳٤ ۱۰

**معنیداردرسطحاحتمال ۱درصد

*معنیداردرسطحاحتمال ۵درصد

ns ازلحاظآماریاختلافمعنیداروجودندارد

جدول ضمیمه (۴-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست،تیوباسیلوس و گوگرد بر خصوصیات فیزکی و شیمیایی خاک (ب)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد رطوبت اشباع Sp%	هدایت الکتریکی Ec	درصد کربن آلی O.C%	درصد ازت کل	اسیدیته گل اشباعpH
تکرار	۲	۰/۱۲۰ ns	۲/۸۹۵*	۰/۰۲۵ ns	۱/۹۹۹**	۰/۰٤٤ns
ورمی کمپوست(V)	۱	۰/۹٤۳ ns	۲/۸۲۲ns	۰/۰۲۸ ns	۳/٦۵۱*	۰/۰۳۵ns
خطای اصلی	۲	۰/۰۳۰ ns	ns ۰/۲۱۹	۰/۰۱۰ ns	۰/۳۹۲ns	۰/۰۰۳ns

ضریب تغییرات اصلی (٪ Cv)	-	۰/٤۱	۱٦/۰۷	۱۲/۳۱	۷/۷۷	۰/٦۸
تیوباسیلوس(T)	۱	٤/٤۱۰ ns	۰/۰۹۰ns	۰/۰۱٥ns	۰/۹۱۳ns	۰/۰۰۱ns
گوگرد(S)	۲	۰/۰۹٤ ns	۱/۰۹۲ns	۰/۰۰۸ns	۱/۰۱۳ns	۰/۰۰٥ns
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس (V× T)	۱	۰/٦۹٤ ns	۰/٥۰٤ns	۰/۰۰۳ns	۰/٥۸٤ns	۰/۰۱۹ns
ورمی کمپوست × گوگرد(V× S)	۲	۰/۱۳۹ ns	۰/٤۳٥ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰٦٤ns	۰/۰۰۱ns
تیو باسیلوس × گوگرد(T× S)	۲	۰/۰۰۸ ns	۰/۲٦٥ns	۰/۰۰۳ns	۰/۱۷۳ns	۰/۰۲٦ns
ورمی کمپوست × تیو باسیلوس×گوگرد(V× T× S)	۲	۰/۰۲۰ ns	۰/۷۷۸ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰٦٤ns	۰/۰۰۱ns
خطای فرعی	۲۰	۰/٤٤۷	۰/۸۲۱	۰/۰۰٦	۰/٤٤	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات فرعی (٪ Cv)	-	۱/٦	۳۱/۱۷	۹/٤۸	۸/۲۳	۱/۷

**معنیداردرسطحاحتمال۱درصد

*معنیداردرسطحاحتمال۵درصد

ns ازلحاظآماریاختلافمعنیداروجودنداراد

فصل پنجم

منابع و مآخذ

۱- اسدی م. و فرجی ا،(۱۳۸۸)، مبانی کاربردی زراعت دانه های روغنی نشر علم کشاورزی ایران، ۸۴صفحه.

۲- ارزانش م.ح. و عسگری ه، (۱۳۸۹)، " *مروری بر چالش های مربوط به کوددر دانه های روغنی استان گلستان*"، 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 ماه۱۳۸۹، ص ۱۶۹.

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

۴- 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.

۵- امانی ف، پیرولی بیرانوند ن، رئیسی ف. و موسوی شلمانی ا، (۱۳۸۶)، "*رشد و عملکرد دو رقم سویا در سطوح مختلف گوگرد تحت شرایط گلخانه ای*"، مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، شهریور ۱۳۸۶.

۶- 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.

۷- باقری م. و مقصودلو م.ح، (۱۳۸۹)، "*اثر سه نوع کود آلی ازتو باکتر،ورمی کمپوست و فسفات بارور۲ بر روی سه رقم سویای Bp,Dpx و سحر*"، 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 ماه۱۳۸۹، ص ۱۷۸.

۸- بشارتی ح. و 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.

۹- 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 ۷۲-۶۳.

۱۰- بشارتی کلایه ح، (۱۳۷۷)، پایان نامه کارشناسی ارشد: "*بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه های تیوباسیلوس در افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی در خاک*"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۷۶ صفحه.

۱۱- بهرام ر، زیادلو ص. و مختارپور ح، (۱۳۸۰)، دستورالعمل های فنی تولید محصولات مختلف زراعی و باغی در استان گلستان، کتابچه ترویج، ۱۵۲صفحه.

۱۲- بهمنیار م.ع، پیردشتی ه، عباسیان ا. و متقیان آ، (۱۳۸۶)،"*مطالعهتأثیر کمپوست، ورمی کمپوست، لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر خصوصیاتمورفولوژیکی، عملکرد پروتئین و دانه ارقام مختلف سویا (Glycin max (L.) Merr)*"، دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران.

۱۳- بیگ محمدی ز. و شهیری طبرستانی ه، (۱۳۸۹)، "*مروری بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی، تغذیه ای و کاربردی روغن بادام*"، 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، ص ۴۲۸.

۱۴- 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.

۱۵- خلدبرین ع. و اسلام زاده ط، (۱۳۸۰)، تغذیه معدنی گیاهان عالی، انتشارات دانشگاه شیراز، ۹۰۲ صفحه.

۱۶- خواجه پور م.ر، (۱۳۸۳)، گیاهان صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۲ صفحه.

۱۷- 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، ص ۸۰.

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

۱۹- رستگار م.ع، (۱۳۸۴)، زراعت گیاهان صنعتی، چاپ اول، انتشارات برهمند تهران، ۴۰۰ صفحه.

۲۰- روشنی م.ر. و عبدلی م.ع، (۱۳۸۶)، ورمی‌کمپوست (طراحی، ساخت و اجرا)، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۸۷۷.

۲۱- زرین کفش م، (۱۳۷۲)، خاکشناسی کاربردی(ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه های کمی خاک-آب-گیاه)، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۵۱.

۲۲- زرین کفش م، (۱۳۷۲)، خاکشناسی کاربردی(ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه های کمی خاک-آب-گیاه)، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۶۴.

۲۳- زرین کفش م، (۱۳۷۲)، خاکشناسی کاربردی(ارزیابی و مورفولوژی و تجزیه های کمی خاک-آب-گیاه)، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱۱۹.

۲۴- سالمی ف، (۱۳۷۸)، "*اهمیت اقتصادی سویا*"، مجله کشاورزی و صنعت، شماره ۷، ص۳۸۰.

۲۵- 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، ص ۱۴۷.

۲۶- سید شریفی ر، (۱۳۸۷)، گیاهان صنعتی، انتشارات عمیدی، ص ۱۴۲.

۲۷- شناسنامه آماری-تصویری سویا، (۱۳۷۹)، وزارت کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و بودجه، اداره کل آمار و اطلاعات، ۶۷صفحه.

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

۲۹-فلاحتگر س، بابایی پ، بشارتی ح. و چراتی ع، (۱۳۹۰)، "*تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح باکتری های تیو باسیلوس بر عملکرد ماده خشک، میزان کلرفیل و جذب آهن و روی بخش هوایی در دو رقم سویا*"، اولین کنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی دانشگاه زنجان، ۱۹ الی ۲۱ شهریور ۱۳۹۰.

۳۰- 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 ۱۳۸۹، ص ۱۶۵.

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

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

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

۳۴- ملکوتی م.ج. و ریاضی همدانی ع، (۱۳۷۹)، کودهاو حاصلخیزی خاک (ترجمه)، مرکز نشر دانشگاهی تهران.

۳۵- ملکوتی م.ج. و طهرانی م، (۱۳۸۴)، نقش ریز مغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی " عناصر خُرد با تأثیر کلان "، چاپ سوم با تجدید نظر کامل، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

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

۳۷- ناصر ف، (۱۳۷۰)، دانه های روغنی، چاپ اول، انتشارات آستان قدس رضوی.

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

٣٩-Biswas,D.R., Ali, S.A. and Khera, M.S., (1995), "*Response of gobhi sarson(Brassica nupus L. ,Tsn-706) to nitrogen and sulphur*", Journal of Science . 43(2):220-223.

٤٠-Carlson, J.B., (1973), "*In Soybean :Iprovment, Production and Uses* ", PP .17 – 66 .B.E.Caldwell ad et al (eds)., Soc .Agron .Am .Madison .Wisconsin.

٤١- Carlson, J.B., and. Lerston, N.P.,(1987), "*Reproductive morphologhy. In:Wilcoxj.R(ed) Soybean:improvement, production, and uses*", 2nd edn.=16 Argon Ser ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, pp95-134.

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

٤٣- Daneshnia, A., Rastegar, H., Shahrokhnia, A. and Mehdizadeh.Y., (1991), "*The effect of nitrogen and iron on yield and quality of drip – irrigated tangerine*", Res, Rep, No, 71/279, Fars agric, Res, Center.

٤٤- Deluca, T. H., Skogley, E. O. and Engle, R. E ., (1989), "*Band-applied elemental sulfur to enhance the phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareus soils*", Biol ,Fertil , soils. 7 : 346-350.

٤٥- Dubey.S.K. and Billor, (1995), "*Effect of level and source of sulphur on symbiotic and biometrical parameters of Soybean(Glycin max)*", Lndian Journal Agricultural Siences. 65:140-144.

٤٦- Fehr, W.R. and Caviness, C.E, (1980), "Stages of soybean development", Agricultur and Home Economic Experimental station and Cooperative Extention Service, Lowa state University and Arkansas Agricultural Experimental Stationary Speculation, Reperint 80.

٤٧- Garg,V.K. and Gupta, R., (2009), "*Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*", Springer Netherlands. 1:431-454.

۴۸- Gutie´rrez-Miceli, F.A., Moguel-Zamudio, B., Abud-Archila, M. Gutie´rrez-Oliva, V.F. and Dendooven, L., (2008), "*Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation*", Bioresource Technology, 99:7020-7026.

۴۹-International Soil Refrece and Information Center (ISRIC), (1986), Procedure for Soil Analysis, Wegeningen Agriculture Univercity.

۵۰- Kachhave, K.G., Gawand, S.D. and Kohire, O.D., (1997), "*Uptake of nutrients by chickpea*", Journa of theIndian society of soil science. 45:490-591.

۵۱- Kalbasi, M., Filsoof, F. and Rezaai-Nejad, Y., (1988), "*Effect of sulfur treament on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorgum and soybean*", J.Plant Nutr., 11:1953-1360.

۵۲- Kaplan,M. and Orman, S., (1998), "*Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey*", Journal plant Nutrition. 21:1655-1665.۱۷.

۵۳- Modaihsh, S., AL-Mustafa, W. A. and Metawally , A. E., (1989), "*Effect of elemental sulfur chemical changes and nutrient availability in calcareous soils*",Plant and Soil. 116:95-101.

۵۴- Pedersen, P., Not dated, "*soybean growth and development*", available in http://www.Soybean management. Info.

۵۵-Sahni, S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, H.B. and Singh, K.P., (2008), "*Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in cicer arietinum rhizosphere against Sclerotium rolfsii", Crop Protection*. 27:369-376.

۵۶- Sattar, (1985), "*Biofertilizers in crop production*", ADAB NEWS, vol.xll.No.3.

۵۷- Scherer ,H .W. and Lange, A.N., (1996), "*Fixation and growth of Legumes as affected by sulfur fertilization*", biology and fertility of soils. 23:449-453.۱۸.

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

۵۹- 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.

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

۶۱-http://behnamagricultural.blogfa.com/post-134.aspx

۶۲-http://daneshnameh.roshd.ir

٦٣- daroukesht.com/index.php?option=com_content&view=article

۶۴-http://egolestan.com/item2529,,12.html

٦٥-http://www.eshiraz.ir/bazyaft/fa/vermicompost,8181

٦٦- www.forum.p30world.com

٦٧-http://keshavarz21.blogfa.com/post-1.aspx

٦٨-http://www.plantdiseases.blogfa.com/cat-121.aspx

Abstract:

Sustainable agriculture as a farming systems approach is includedthedependenceoffarmerstoreduceagriculturalinputsand increase farm profitability, decrease in environmental degradation and loss of balance between the generations.Vermicompost is modifying the physical, chemical and biological properties of the soil. Thiobacillus bacteria increases the absorption ability to certain nutrients like zinc, iron, sulfur and especially phosphorus. Sulfur addition to its nutritional role by modifying the soil pH and increase in nutrient uptake of plants can enhance the growth and nitrogen fixation in the plant. In order to study the interaction of sulfur, Thiobacillus bacterium and vermicompost on some chemical and physical properties of soil and some properties of soybean ,this experiment has been conducted inthesummer of1389 inthe Temer Ghareghouzi villagelocated in theKalale city as factoriel split plot experiment, with study on the DPX soybean veriety.Results of analysis of variances determined that, of agronomic traits on plant height in 5% and yield, seed oil and seed protein in 1% were significant. Characteristicsof thestudiedsoil levelsof soilnitrogen, moisture contentby weight, the amount ofgypsum, limerate in 5% and potassiumuptakerates, porosity, bulk density and the amount ofphosphorus in 1%wassignificant. The interaction betweenthethreefactor (Vermicompost, granularsulfur andThiobacillus bacterium) onplant height, Yield, protein, soilporosity, bulk density, gypsumandphosphorus uptakein soilissignificant. Simultaneousapplication ofvermicompost andThiobacilluswith0.5tperha sulfur cause increased in phosphorusuptake from soil with the rate of 22.7ppm, gypsum of 1.3%, seed protein content of 43.4% and porosity rate of ٥٤.٨% respectively. Application ofvermicompost andThiobacilluswith rate of1000 kgperha, sulfur had greatest impactin plant yield of 4003.3 kg per ha. Application ofvermicompost with rate of1000 kgperha, sulfur had greatest impactintheplant heightof58.66cm. 1000 kgof sulfurusedinnonapplication ofvermicompostThiobacillus Greatest impactinthesoilbulk densityof1.٢٩grper $cm^3$was; On the other hand, theuse ofvermicompost and Thiobacilluswith500 kgof sulfurfertilizer had minimalimpact onthebulk density(1.1٧ grper cm^3). In application ofvermicompost andThiobacillustheamount ofseed oil of was 20.42%, in use of vermicompostwith 500kg ofsulfur the rate of seed oil 20.31% and in without useofThiobacillusandsulfur seed oil rate20.45%. In use of vermicompost with 500 kgof sulfurwas themoisture contentby weightof8.7%respectively. In simultaneousapplication ofvermicompost andThiobacillus cause soil limewas 6.19%, respectively.

Keywords: vermicompost , thiobacillus bacterium, sulfur, soybean

Shahrood University of Technology

Faculty agriculturalsciences

Study on the interaction of sulfur, thiobacillus bacterium and vermicompost on the yield and yield components of soybean (*Glycin max*) and some of the physical and chemical properties of soil

Zohrehmamizadeh

Supervisor:

Dr.sh.shahsavani

Date: **feb 2012**