بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه آب و خاک

بررسی تأثیر گوگرد و روی بر عملکرد پنبه و برخی پارامترهای خاک

خدیجه سوری عبداله‌زاده

اساتید راهنما:

دکتر شاهین شاهسونی

دکتر علی عباسپور

استاد مشاور:

مهندس مهدی رحیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۲

پیوست شماره ۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده :کشاورزی

گروه : آب و خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم خدیجه سوری عبداله زاده

تحت عنوان: بررسی تأثیر گوگرد و روی بر عملکرد پنبه و برخی پارامترهای خاک

در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۲۱ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... عالی ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی: دکتر شاهین شاهسونی		نام و نام خانوادگی : مهندس مهدی رحیمی	
نام و نام خانوادگی : دکتر علی عباسپور		نام و نام خانوادگی :	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر هادی قربانی		نام و نام خانوادگی : دکتر خلیل اژدری	
نام و نام خانوادگی : دکتر حمید عباسدخت			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

تقدیم به:

روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

و به روح پاک مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج و وجودش برایم همه مهر بود

تقدیم به خواهران و برادرانم:

که همواره در طول تحصیل متحمل زحماتم بودند و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات که وجودشان مایه دلگرمی من می باشد.

قدردانی و تشکر

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند.

از اساتید با کمالات و شایسته، **جناب آقای دکتر شاهین شاهسونی** و **جناب آقای دکتر علی عباسپور** که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند و همچنین از **جناب آقای مهندس مهدی رحیمی** که زحمت مشاوره این پایان نامه را متقبل شدند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

صمیمانه ترین مراتب قدردانی خود را از اساتید داور **جناب آقای دکتر حمید عباسدخت** و **جناب آقای دکتر هادی قربانی** و نیز از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی **جناب آقای دکتر خلیل اژدری** ابراز می‌دارم.

و همچنین از **آقای مهندس حسن سوری** که در این مسیر زحمات فراوان کشیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان گرامی‌ام خانم‌ها، محبوبه صرامی، مهدیه زمردی، انسیه قزلباش، سهیلا شهیدی، زکیه مرادی‌نیا، فاطمه سادات موسوی به دلیل یاری‌ها و راهنمایی‌های بی‌چشمداشت ایشان که بسیاری از سختی‌ها را برایم آسانتر نمودند و از همراه تمام لحظات زندگی‌ام **خواهر** مهربانم سپاسگذارم.

خدیجه سوری عبداله زاده

بهمن ۹۲

تعهد نامه

اینجانب **خدیجه سوری عبداله زاده** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی کشاورزی علوم خاک** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **بررسی تاثیر گوگرد و روی بر عملکرد پنبه و برخی پارامترهای خاک** تحت راهنمائی **آقایان دکتر شاهین شاهسونی و دکتر علی عباسپور** متعهد می شوم.

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

.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

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

چکیده

به منظور بررسی برهمکنش گوگرد، روی و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد پنبه و اجزای عملکرد آن و برخی پارامترهای خاک، آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در شهرستان مه‌ولات اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل: گوگرد در سه سطح صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، باکتری تیوباسیلوس در دو سطح مصرف و عدم مصرف و سولفات روی در دو سطح صفر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس در برخی صفات زراعی و خاکی از جمله عملکرد وش، عملکرد پنبه دانه، وزن قوزه، هدایت الکتریکی و سولفات قابل جذب در سطح ۱ درصد و همچنین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین قوزه در سطح ۵ درصد معنی دار شد که با توجه به نتایج مقایسه میانگین، کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف تیوباسیلوس و روی و همچنین تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس موجب افزایش معنی داری در عملکرد وش و عملکرد پنبه دانه نسبت به شاهد گردید. کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به تنهایی و همچنین کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف روی موجب افزایش معنی داری در وزن قوزه گردید. در صورتی که ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف روی موجب کاهش معنی داری در ارتفاع بوته گردید. در صفات خاکی مورد مطالعه کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به تنهایی موجب کاهش معنی داری در واکنش خاک شد اما موجب افزایش معنی داری در هدایت الکتریکی خاک، میزان سولفات جذب شده و میزان روی جذب شده گردید. اما کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس بیشتر از گوگرد تنها موجب افزایش معنی داری در سولفات قابل جذب خاک و سولفات جذب شده گردید.

کلمات کلیدی: گوگرد، روی، پنبه

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه:

بررسی تأثیر گوگرد، روی و باکتری تیوباسیلوس بر برخی خصوصیات زراعی پنبه

بررسی تأثیر گوگرد، روی و باکتری تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک

بررسی تأثیر گوگرد، روی و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد الیاف پنبه

بررسی تأثیر گوگرد، روی و باکتری تیوباسیلوس بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک در زراعت پنبه

بررسی تأثیر گوگرد و روی بر عملکرد پنبه و برخی پارامترهای خاک

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول – مقدمه

- ۱-۱- مقدمه ۲
- ۱-۲-اطلاعاتی راجع به کشت پنبه در ایران ۲

فصل دوم – بررسی منابع

- ۲-۱- مشخصات گیاه شناسی ۶
  - ۲-۱-۱- ریشه ۶
  - ۲-۱-۲- ساقه ۷
  - ۲-۱-۳-برگ ۸
  - ۲-۱-۴- گل ۹
  - ۲-۱-۵- غدد موجود در پنبه ۹
  - ۲-۱-۶- میوه یا قوزه پنبه ۱۰
  - ۲-۱-۷- دانه پنبه ۱۰
  - ۲-۱-۸-الیاف پنبه ۱۱
- ۲-۲- مراحل رشد گیاه ۱۱
- ۲-۳- سازگاری اقلیمی پنبه ۱۲
- ۲-۴-خاک‌های مناسب پنبه ۱۳
- ۲-۵- تغذیه پنبه ۱۴
  - ۲-۵-۱- ازت ۱۴
  - ۲-۵-۲- فسفر ۱۵
  - ۲-۵-۳- پتاسیم ۱۶
  - ۲-۵-۴- گوگرد ۱۷

۲-۵-۵- کلسیم ۲۵
۲-۵-۶- منیزیم ۲۵
۲-۵-۷- روی ۲۶
۲-۵-۸- آهن ۲۹
۲-۵-۹- بر ۲۹

فصل سوم – مواد و روش‌ها

- ۳-۱- ویژگی های محل اجرای آزمایش ۳۲
- ۳-۲- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش ۳۲
- ۳-۳- نوع طرح آزمایشی و مشخصات کرت‌های آزمایش ۳۳
- ۳-۴- عملیات زراعی ۳۵
- ۳-۵- صفات مورد بررسی در گیاه ۳۶

۳-۵-۱- زمان شروع گلدهی ۳۶
۳-۵-۲- تعداد قوزه در بوته ۳۶
۳-۵-۳- تعداد شاخه زایا و رویا در هر بوته ۳۷
۳-۵-۴- ارتفاع بوته ۳۷
۳-۵-۵- درصد کیل ۳۷
۳-۵-۶- وزن قوزه ۳۷
۳-۵-۷-عملکرد وش در واحد سطح ۳۷
۳-۵-۸- عملکرد پنبه دانه در واحد سطح ۳۷
۳-۵-۹- فاصله اولین قوزه از سطح خاک ۳۷
۳-۵-۱۰- شاخص سطح برگ ۳۷
۳-۵-۱۱- درصد روغن ۳۸

- ۳-۶-صفات مورد بررسی در خاک ۳۸

۳-۶-۱- هدایت الکتریکی خاک ۳۸
۳-۶-۲- واکنش خاک(pH) ۳۸

۳-۶-۳- ازت کل (درصد) ۳۸
۳-۶-۴- سولفات قابل جذب ۳۹
۳-۶-۵- روی قابل جذب ۳۹
- ۳-۷- صفات مورد بررسی در گیاه ۳۹
۳-۷-۱- ازت کل (درصد) ۳۹
۳-۷-۲- سولفات جذب شده ۳۹
۳-۷-۳- روی جذب شده ۳۹
- ۳-۸- تجزیه داده‌ها و محاسبات آماری ۳۹

فصل چهارم – نتایج و بحث

- ۴-۱- عملکرد وش ۴۲
- ۴-۲- عملکرد پنبه دانه ۴۳
- ۴-۳- عملکرد الیاف ۴۴
- ۴-۴- درصد کیل ۴۶
- ۴-۵- وزن قوزه ۴۶
- ۴-۶- تعداد شاخه زایا ۴۷
- ۴-۷- تعداد شاخه رویا ۴۹
- ۴-۸- ارتفاع بوته ۵۰
- ۴-۹- ارتفاع اولین قوزه ۵۱
- ۴-۱۰- تعداد قوزه در بوته ۵۲
- ۴-۱۱- درصد روغن ۵۴
- ۴-۱۲- شاخص سطح برگ ۵۴
- ۴-۱۳- واکنش خاک (pH) ۵۵
- ۴-۱۴- هدایت الکتریکی خاک ۵۵
- ۴-۱۵- میزان سولفات قابل جذب ۵۷
- ۴-۱۶- میزان روی قابل جذب ۵۹

- ۴-۱۷- درصد ازت کل ۶۰
- ۴-۱۸- میزان سولفات جذب شده ۶۰
- ۴-۱۹- میزان روی جذب شده ۶۱
- ۴-۲۰- درصد ازت جذب شده ۶۳
- ۴-۲۱- نتیجه گیری ۶۴
- ۴-۲۲- پیشنهادها ۶۵

- ضمائم ۶۷

- منابع مورد استفاده ۷۳

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل‌ها **صفحه**

- شکل ۴-۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد وش ۴۲
- شکل ۴-۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد پنبه دانه ۴۴
- شکل ۴-۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد الیاف ۴۵
- شکل ۴-۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و روی بر عملکرد الیاف ۴۵
- شکل ۴-۵-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر درصد کیل ۴۶
- شکل ۴-۶-نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر وزن قوزه ۴۷
- شکل ۴-۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر تعداد شاخه زایا ۴۸
- شکل ۴-۸- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و گوگرد بر تعداد شاخه زایا ۴۸
- شکل ۴-۹- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و گوگرد بر تعداد شاخه رویا ۴۹
- شکل ۴-۱۰- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تیوباسیلوس بر تعداد شاخه رویا ۵۰
- شکل ۴-۱۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر ارتفاع بوته ۵۱
- شکل ۴-۱۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر ارتفاع اولین قوزه ۵۲
- شکل ۴-۱۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر تعداد قوزه در بوته ۵۳
- شکل ۴-۱۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و روی بر تعداد قوزه در بوته ۵۳
- شکل ۴-۱۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و روی بر شاخص سطح برگ ۵۴
- شکل ۴-۱۶- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی گوگرد بر واکنش خاک (pH) ۵۵
- شکل ۴-۱۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر هدایت الکتریکی خاک ۵۶
- شکل ۴-۱۸- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان سولفات قابل جذب ۵۸
- شکل ۴-۱۹- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان روی قابل جذب ۵۹
- شکل ۴-۲۰- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان سولفات جذب شده ۶۱
- شکل ۴-۲۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان روی جذب شده ۶۲

فهرست جداول و ضمائم

عنوان جداول

صفحه

- جدول (۳-۱) برخی خصوصیات شیمیایی خاک مورد آزمایش ۳۳
- جدول (۳-۲) نقشه طرح آزمایش ۳۵

ضمائم

- جدول ضمیمه (۴-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک ۶۸
- جدول ضمیمه (۴-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان جذب عناصر توسط گیاه ۶۹
- جدول ضمیمه (۴-۳) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر برخی صفات زراعی پنبه ۷۰
- جدول ضمیمه (۴-۴) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر برخی صفات زراعی پنبه ۷۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه

در جهانی که با کمبود منابع غذایی مواجه است و مردمان بسیاری از گرسنگی رنج می‌برند، دیگر کشاورزی به روش سنتی و فقط به عنوان شغلی برای امرار معاش یک خانواده، کارایی خود را از دست داده است. پرورش گیاهان زراعی و باغی امروزه به عنوان یک فعالیت مهم و گسترده تولیدی به حساب می‌آید. کشاورزی مدرن باید بتواند محصولات خود را از خطر نابودی حفظ کند تا غذای میلیون‌ها گرسنه را در سراسر جهان تأمین کند. برای نیل به این هدف و حفظ محصولات از گزند آفات مقادیر زیادی آفت‌کش در جهان هر ساله مصرف می‌شود که علاوه بر آلودگی محیط زیست، سلامت مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی را نیز تهدید می‌کند. هر چند جمعیت رو به رشد جهان، کمبود منابع غذایی و به تبع آن نیاز به تأمین غذا برای ساکنان گرسنه زمین، حفظ تولیدات را از خطر نابودی در اثر خسارات آفات گیاهی بیش از پیش اجتناب ناپذیر می‌سازد. کشاورزی را می‌توان به عنوان یک سلسله از روش‌ها برای تسلط بر محیط زیست و رشد گیاهان زراعی توصیف کرد. انتخاب نوع محصول، زمان بندی 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 می‌باشند. هدف این است که با استفاده از مواهب خاک، آب و نور خورشید از حداکثر ظرفیت بالقوه‌ی تولید محصول بهره برداری نمود (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸).

۱-۲- اطلاعاتی راجع به کشت پنبه در ایران

قدیمی ترین سابقه استفاده از بافته‌های پنبه‌ای مربوط به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد در شبه قاره هند به دست آمده و در کشور پرو نیز پارچه پنبه‌ای مربوط به ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد کشف گردیده است. پنبه توسط بازرگانان از هند و آسیای میانه به کشورهای اروپایی از جمله اسپانیا برده شده است. کشت پنبه از نظر ایجاد درآمد و اشتغال در جهان و به خصوص در کشورهای در حال توسعه حائز اهمیت بسیار می‌باشد. سطح کشت پنبه در جهان در سال اول قرن جاری حدود ۳۵ میلیون هکتار و

مقدار محصول وش آن حدود ۵۳ میلیون تن بوده است. بالاترین تولید، به کشورهای چین، آمریکا و هندوستان تعلق دارد. کشت پنبه در کشور ما نیز سابقه طولانی دارد به طوریکه حتی در دوره هخامنشی لباس سربازان از پنبه تهیه شده است. کشت پنبه در ایران به طور رسمی و با استفاده از بذر اصلاح شده از سال ۱۳۰۲ هجری شمسی شروع گردیده و ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده و صادر کننده پنبه در جهان به شمار می‌رفت (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸). تولید پنبه در ایران قدمت زیادی دارد. براساس گزارش فائو در سال ۲۰۰۰، سطح زیر کشت پنبه در ایران حدود ۲۴۰۰۰۰ هکتار با عملکرد حدود ۲/۰۸ تن در هکتار وش بوده است. از این مقدار حدود ۳۰۰۰۰ هکتار آن به پنبه دیم تعلق دارد. عملکرد پنبه دیم در ایران بین ۹۰۰ تا ۱۶۰۰ کیلوگرم در هکتار وش طی سال‌های مختلف گزارش شده است. استان‌های گلستان، خراسان، فارس و اردبیل مهمترین تولیدکنندگان پنبه آبی و استان‌های گلستان، مازندران و خراسان مهمترین تولیدکنندگان پنبه دیم در ایران به شمار می‌روند (خواجه پور، ۱۳۸۳). تا اواخر قرن نوزدهم، تولید الیاف به عنوان تنها هدف تولید پنبه محسوب می‌گردید و دانه را محصولی زاید به حساب می‌آوردند که به طور عمده به مصرف تغذیه نشخوارکنندگان می‌رسید. تا اینکه پیدایش روش‌های اقتصادی روغن گیری، به مصرف پنبه دانه به عنوان یک دانه روغنی نیز اهمیت بخشید. با این حال، هنوز هم استحصال الیاف مهمترین هدف تولید پنبه است. زیرا دانه‌های روغنی زیادی وجود دارند که کمیت و کیفیت روغن آن‌ها بهتر از روغن پنبه دانه است (رستگار، ۱۳۸۴). در ایران توجه زیادی به تغذیه گوگردی گیاهان نشده است و اطلاع زیادی از وضعیت خاک و گیاه از نظر تغییرات گوگرد و نیاز آن‌ها به این عنصر در دست نیست. از آنجا که کودهای پتاسی که در این نواحی است، معمولا به صورت سولفات پتاسیم و یا مخلوط‌هایی از آن مصرف می‌شوند در ایران خیلی کم مصرف می‌شوند. بنابراین یکی از راه‌های معمولی افزودن این عنصر به خاک نیز در ایران صورت نمی‌گیرد.کودهای شیمیایی، به خصوص در گذشته، حاوی مقدار زیادی گوگرد بوده‌اند سوپر فسفات ساده، سولفات آمونیوم، سولفات پتاسیم وکودهای مخلوط محتوی مقدار فراوانی گوگرد هستند و تا زمانی که این کودها در برنامه تقویت

اراضی گنجانده شوند تصور نمی‌رود که کمبود گوگرد ظاهر شود. ولی تمایل عمومی بر این است که از نظر صرفه جویی در مخارج حمل و نقل و هزینه پخش کود در مزرعه هر چه ممکن است حجم کودها را کم کنند و درجه خلوص آن را افزایش دهند این امر ممکن است پیدایش کمبود گوگرد را متحمل‌تر سازد. با توجه به اینکه گوگرد در منطقه گرمسیری و نیمه گرمسیری بسیار مهم است و آن را باید به عنوان یک ماده مغذی مهم در پیوستن کودها با گزارشات کمبود گوگرد و پاسخ محصولات در حال افزایش دانست. اکسید شدن گوگرد عنصری، به وسیله تعداد بیشماری از باکتری‌های جنس تیوباسیلوس صورت می‌گیرد که پنج گونه از آن‌ها در بیشتر خاک‌ها مشاهده شده است. گیاه نیاز به انواع عناصر از جمله عناصر کم مصرف به منظور بهبود عملکرد و کیفیت محصولات دارد. زودرسی ریزش گل و عدم تجمع دانه‌ها مشکلات رایج در تولید پنبه است این تا حدی به کمبود ریز مغذی‌ها مانند روی، آهن، مس و غیره نسبت داده شده است. روی یکی از اولین عناصر کم مصرف به عنوان عنصر ضروری برای گیاهان شناخته شده است و از طریق انتشار به سطح ریشه گیاه منتقل می‌شود و در سنتز مواد، رشد گیاه، سیستم آنزیم و ترویج واکنش‌های متابولیک خاص ضروری است. روی برای تولید کلروفیل و کربوهیدرات لازم است. روی در داخل گیاه منتقل نمی‌شود بنابراین علائم آن برای اولین بار در برگ‌های جوان دیده می‌شود (سالاردینی، ۱۳۷۱).

به منظور بررسی برهمکنش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و روی بر روی برخی پارامترهای خاک و برخی خصوصیات زراعی پنبه، این طرح در تابستان ۱۳۹۱ در زمین زراعی شهر فیض آباد واقع در شهرستان مه‌ولات به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، بر روی گیاه پنبه رقم ورامین انجام گرفت.

با توجه به توضیحات بالا اهداف اصلی این مطالعه عبارتند از:

- بررسی اثر افزودن روی، باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه
- بهبود برخی خصوصیات شیمیایی خاک با افزایش گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و روی.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- مشخصات گیاه شناسی

پنبه گیاهی از خانواده مالواسه (پنیرک) Malvaceae و جنس گسیپیوم Gossypium است که دولپه‌ای و گل‌دار بوده و حدود ۳۷ گونه از آن تاکنون شناسایی شده که شامل گونه‌های زراعی، زینتی و وحشی می‌باشد. کلیه پنبه‌های زراعی که در جهان کاشته می‌شوند از دو دسته متمایز تشکیل یافته‌اند یکی پنبه‌های دنیای قدیم یا آسیایی و آفریقایی و دیگری پنبه‌های آپلند یا دنیای جدید یا آمریکایی. پنبه گیاهی چند ساله و دائمی است که با توسعه به کشت آن در مناطق خارج از موطن اصلی، دور از خط استوا که زمستان‌های سرد دارند یکسال شده و به صورت یکساله کشت و کار می‌شود ولی در مناطق گرمسیر و بدون یخبندان به صورت درختچه‌های قدیمی دیده می‌شود. در دنیای امروز پنبه یکی از مهمترین محصولات استراتژیک کشاورزی است که در شرایط بسیار متفاوت طبیعی و اقتصادی در نقاط مختلف جهان تولید می‌گردد. پنبه در حال حاضر حدود نیمی از الیاف صنایع نساجی جهان را تأمین می‌نماید که در ساخت انواع وسایل زندگی مورد استفاده قرار می‌گیرد به علاوه بیشتر از یک گیاه لیفی برای انسان و دام غذا تولید می‌نماید. پنبه دانه یک منبع غنی برای تأمین پروتئین و روغن بوده که بعد از سویا در درجه دوم اهمیت قرار دارد و روی هم رفته پنبه و صنایع وابسته به آن یکی از مهمترین منابع اشتغال، کسب درآمد و تحصیل ارز در کشورهای جهان سوم می‌باشد (رستگار، ۱۳۸۴) اندام‌های مختلف این گیاه عبارتند از:

۲-۱-۱- ریشه

پنبه دارای ریشه مستقیم طویلی است که در اوایل دوره رشد با سرعت به درون خاک عمقی نفوذ می‌کند. پتانسیل نفوذ ریشه در خاک‌های گرم و نفوذپذیر و تحت شرایط کشت آبی به ۲ متر و در شرایط دیم تا ۳ متر می‌رسد. همراه با افزایش عمق توسعه ریشه، از قطر ریشه به سرعت کاسته شده و ریشه منشعب می‌گردد(خواجه پور، ۱۳۸۳). ریشه اصلی پنبه مستقیم و بر حسب جنس خاک و عمق نفوذ آن در خاک ممکن است ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر و گاهی تا ۳۰۰ سانتیمتر طول داشته باشد. در

اوایل زندگی پنبه ریشه سریع توسعه یافته و ریشه‌های فرعی فراوانی تولید می‌نماید که بر حسب رطوبت خاک به عمق یا طرفین پراکنده می‌شوند (رستگار، ۱۳۸۴).

۲-۱-۲- ساقه

پنبه دارای یک ساقه اصلی است که از طویل شدن و رشد جوانه انتهایی یا مریستم انتهایی حاصل می‌شود. ساقه اصلی در پنبه همانند ساقه اصلی در سایر گیاهان بوده و دارای برگ‌ها و شاخه‌های جانبی می‌باشد. ساقه اصلی غالبا فاقد گل است رشد اولیه ساقه پس از سبز شدن کند است. ساقه تا حدود یک ماه پس از سبز شدن شامل ۴ تا ۵ میانگره و بدون انشعاب است. سرعت رشد طی چهار تا هشت هفته پس از سبز شدن زیاد می‌شود بطوریکه حدود ۹ تا ۱۰ هفته بعد از کاشت، ۹ تا ۱۰ گره مشخص و ۵ تا ۶ ساقه گل دهنده رشد یافته روی ساقه اصلی قابل مشاهده‌اند. بافت ساقه چوبی شده است اما سخت نیست رنگ پوست ساقه در جوانی مایل به سبز یا مایل به قرمز است، اما به زودی چوب پنبه‌ای شده و به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد در می‌آید (خواجه پور، ۱۳۸۳). بر روی ساقه دو نوع شاخه فرعی به وجود می‌آیند که عبارتند از: شاخه‌های رویشی که دارای برگ هستند و به تعداد ۳ تا ۴ عدد بر روی ساقه اصلی قرار دارند و شاخه‌های مولد میوه که بسیار نازک و به حالت افقی هستند و گل‌ها در انتهای آن‌ها قرار دارند که پس از تلقیح به میوه تبدیل می‌شوند (کریمی، ۱۳۸۳). در هر گره ساقه اصلی و در زاویه داخلی هر برگ یک جوانه وجود دارد که می‌تواند به صورت یک شاخه زایشی یا یک شاخه رویشی رشد نماید. غالبا جوانه‌های رویشی واقع در روی گره‌های پایینی گیاه (غالبا گره‌های ۳ تا ۵ ساقه اصلی) فعال شده و تولید شاخه‌های رویشی می‌کند و شاخه‌های زایشی روی گره‌های بالاتر به وجود می‌آیند. فرم رشد شاخه رویشی همانند ساقه اصلی می‌باشد فرم رشد شاخه زایشی به صورت زیگزاگ است تفاوت بین شاخه‌های رویشی و زایشی در زاویه آن‌ها نسبت به ساقه اصلی می‌باشد. شاخه‌های رویشی به صورت کم و بیش عمودی رشد

می‌کنند در حالی که شاخه‌های زایشی عموما به طورافقی رشد می‌نمایند. طول ساقه معمولا ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر و تا ۲۵۰ سانتیمتر متفاوت است (رستگار، ۱۳۸۴).

۲-۱-۳- برگ

برگ‌های پنبه بر روی هر شاخه به طور منظم به تعداد ۸ عدد به طور متناوب ظاهر می‌شوند برگ‌های این گیاه رگبرگ‌های منشعب دارند هر برگ ۳ تا ۷ بریدگی دارد رنگ برگ‌ها در بسیاری از نژادها سبز و فقط در تعداد کمی از آن‌ها متمایل به قرمز است. هر برگ به وسیله یک دمبرگ طویل به شاخه متصل می‌گردد. در پنبه سه نوع برگ تحت عنوان کوتیلدون‌ها، پروفیل‌ها و برگ‌های حقیقی وجود دارد. پروفیل‌ها اولین برگ‌های تولید شده بر روی شاخه هستند برگ‌های حقیقی اغلب دارای ۳ تا ۵ لب هستند. اولین برگ حقیقی قلبی شکل است. برگ‌های حقیقی پنبه به عرض ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر، نازک، با رنگ سبز روشن تا تیره و با آرایش مارپیچی (زاویه دو برگ متوالی ۱۳۵ درجه) روی ساقه اصلی و شاخه‌های رویشی قرار گرفته‌اند آرایش برگ‌ها در روی شاخه‌های زایشی به صورت متناوب است (کریمی، ۱۳۸۳). هر برگ دارای یک دمبرگ طویل به طول پهنک است که در قاعده آن دو زائده جانبی باریک و نوک تیز به طول ۷ تا ۱۰ میلیمتر به نام گوشواره وجود دارد. معمولا برگ‌ها و شاخه‌های پنبه از کرک‌های ظریفی پوشیده شده‌اند که رنگ سفید یا خاکستری دارند. وجود کرک‌های بلند و متراکم در روی برگ بعضی از انواع بوته‌ی پنبه مانع حمله آفات به برگ می‌گردد (رستگار، ۱۳۸۴). در روی برگ و قسمت‌های هوایی بوته غدد ترشحی مشاهده می‌شوند که حفره یا کیسه داخلی آن‌ها مملوء از مایع قهوه‌ای تیره‌ای حاوی روغن‌ها، رزین‌ها و گسیپول می‌باشد. گسیپول، پلی فنولی سمی برای انسان و موجودات تک معده‌ای می‌باشد. به نظر می‌رسد گسیپول در کاهش حمله حشرات نقش داشته باشد. از سوی دیگر، غدد ترشح شهد در سمت زیرین برگ و روی رگبرگ اصلی مشاهده می‌شوند که در جلب حشرات نقش دارند(خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۱-۴- گل

گل‌ها در بوته پنبه به صورت منفرد بر روی ساقه میوه دهنده یا زایشی مشاهده می‌شوند. گل‌ها ابتدا سفید بوده ولی با گذشت زمان به رنگ قرمز یا صورتی متمایل شده و پس از دو روز چروکیده شده و می‌ریزد. گل‌ها توسط دمگل به شاخه زایشی متصل می‌باشند (کریمی، ۱۳۸۳). ظهور گل از اولین گره از اولین شاخه زایشی شروع و سایر قسمت‌های میانی بوته گل‌های خود را ظاهر می‌سازند در هر شاخه زایا ۵ تا ۶ گل ظاهر می‌شود. هر گل شامل سه براکته دندانه‌دار سبز رنگ، ۵ کاسبرگ به هم پیوسته نامنظم، ۵ گلبرگ سفید مایل به کرم یا زرد و در بعضی گونه‌ها با لکه قرمز رنگی در ته گلبرگ‌ها، ده پرچم با بساک دو خانه‌ای و محتوی دانه‌های گرده زرد رنگ، یک تخمدان ۲ تا ۶ خانه‌ای که در هر خانه ۸ تا ۱۲ تخمک وجود دارد می‌باشد (رستگار، ۱۳۸۴). گل‌ها توسط دمگل به شاخه زایشی متصل می‌باشند. مناسبترین دما برای تولید گل حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد است. جنین حدود ۱۵ روز پس از لقاح با چشم غیر مسلح در داخل تخمدان قابل مشاهده می‌باشد. لقاح در پنبه به صورت خودگشنی انجام می‌شود و بسته به میزان فعالیت حشرات ۶ تا ۲۵ درصد دگرگشنی اتفاق می‌افتد رعایت حداقل ۱۰۰ متر بین ارقام مختلف در قطعات تولید بذر یا اصلاحی ضرورت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۱-۵- غدد موجود در پنبه

در پنبه دو نوع غده وجود دارد یکی غدد خارجی و دیگری غدد داخلی. غدد خارجی یا نکتاری که مواد قندی ترشح، و ترشحات خود را به خارج می‌ریزند و در محل‌های مختلفی قرار دارند: یکی در قسمت انتهایی داخل گل و در سه محل در بیرون گل (در قسمت تحتانی خارج گل سه نکتاری، در انتهای دمگل دو نکتاری و در روی رگبرگهای اصلی در پشت برگها یک تا سه نکتاری) وجود دارند (رستگار، ۱۳۸۴). وجود نکتار در جذب حشرات جهت ملاقات گل‌های پنبه نقش مثبتی را ایفا می‌کند. غدد داخلی که در تمام گونه‌های پنبه و در تمام قسمت‌ها به غیر از ریشه به صورت خال یا

گلاند وجود دارند و حاوی مواد مختلفی هستند. بعضی شامل روغن که در مغز دانه قرار دارند و بعضی دیگر مواد آنتوسیانین و رزین‌ها و تانن‌ها را ترشح می‌نمایند یکی از این مواد نوعی پلی‌فنل یا سم گوسیپول است (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۱-۶- میوه یا قوزه پنبه

میوه پنبه نوعی کپسول است که کروی و تخم مرغی شکل می‌باشد اندازه قوزه از خصوصیات رقم است (خواجه پور، ۱۳۸۳). پس از تلقیح گل تخمدان به سرعت رشد کرده و قوزه پنبه یا کپسول را به وجود می‌آورد که ۲ تا ۵ سانتیمتر طول دارد داخل میوه‌ها دانه‌های گرد سیاه رنگی به وجود می‌آیند که آن‌ها را خال می‌گویند در داخل دانه‌های کروی شکل یک ماده سمی به نام گوسیپول وجود دارد. قوزه‌ها ۳ تا ۵ خانه دارند و در داخل هر خانه ۳ تا ۶ و گاهی ۹ دانه وجود دارد. انتهای بعضی از قوزه‌ها کروی و برخی نوکدار می‌باشد (رستگار، ۱۳۸۴). رنگ قوزه‌ها از سبز تا قرمز متغیر است تعداد قوزه از یک تا ۴۰ قوزه در هر بوته ممکن است تغییر کند (کریمی، ۱۳۸۳).

۲-۱-۷- دانه پنبه

پس از رسیدن قوزه تخمک‌ها به دانه یا بذر تبدیل می‌شوند در هر خانه‌ی قوزه ۶ تا ۹ بذر و در هر قوزه ۱۸ تا ۴۵ بذر یا دانه به وجود می‌آید. دانه پنبه تخم مرغی شکل بوده و به طول ۷ تا ۱۵ میلیمتر و به رنگ قهوه‌ای تا سیاه می‌باشد. لپه‌ها تقریبا تمامی فضای داخلی دانه را پر می‌کنند. لپه‌ها از روغن و پروتئین غنی می‌باشند. همچنین، لپه‌ها حاوی مقدار قابل توجهی گوسیپول هستند (رستگار، ۱۳۸۴). در روی بذر پنبه دو نوع کرک که از پوسته بذر سرچشمه می‌گیرد وجود دارد. یک نوع از این کرک‌ها بلند، ضخیم، سفید یا کرمی رنگ است که تار یا الیاف پنبه نامیده می‌شود و دیگری کوتاه، سفید و در بعضی مواقع رنگی (خاکستری قهوه‌ای یا سبز) و چسبیده به بذر است که کرک پنبه نامیده می‌شود. بعضی انواع پنبه فاقد کرک در روی بذر پنبه می‌باشد (کریمی، ۱۳۸۳).

وزن هزار دانه پنبه ۹۰ تا ۱۶۰ گرم است. دانه بدون الیاف شامل ۵ تا ۱۰ درصد کرک، ۲۵ تا ۳۵ درصد پوسته و ۶۰ تا ۷۰ درصد مغز است. بذرهایی که در شب‌های خنک می‌رسند کیفیت رشدی کمتری دارند (خواجه پور ۱۳۸۳).

۲-۱-۸- الیاف پنبه

منشأ تشکیل الیاف سلول‌های اپیدرم تخمک است و هر لیف از یک سلول طویل شده تشکیل شده است (رستگار، ۱۳۸۴). ارقامی از پنبه که در زراعت مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای الیافی به رنگ‌های سفید، قهوه‌ای تیره و قهوه‌ای حنایی می‌باشد و دامنه طول آن‌ها بین ۱۵ تا ۴۵ میلیمتر است و ضخامتی بین ۲۰ تا ۳۰ میکرون دارند. الیاف پنبه حدود ۱۵ تا ۲۰ روز پس از تلقیح گل به حداکثر طول خود می‌رسند (خواجه پور ۱۳۸۳). پس از رسیدن قوزه‌ها که ۶ تا ۸ هفته بعد از ظاهر شدن گل‌ها است تارها خشک شده، آب خود را از دست داده و دیواره آن روی هم می‌خوابد در این زمان تجعدی در تار به وجود می‌آید (رستگار، ۱۳۸۴).

۲-۲- مراحل رشد گیاه

۱- کشت بذر تا سبزشدن ۲- سبز شدن تا ظهور جوانه گل ۳- ظهور جوانه گل تا تشکیل قوزه ۴- تشکیل قوزه تا باز شدن آن.

۱- سبز شدن زمانی است که لپه‌ها در ۵۰ درصد نقاط کاشته شده سر از خاک بیرون آورده و به حالت عمودی نسبت به زمین قرار گرفته باشند. این دوره بین ۵ تا ۱۵ روز و با تجمع حدود ۵۰ واحد حرارتی اتفاق می‌افتد. تکمیل سبز شدن هر بوته با باز شدن لپه‌ها مشخص می‌شود. چندین روز پس از سبز شدن، اولین برگ حقیقی به ظهور می‌رسد. مرحله یک برگی هنگامی است که در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه، میانگره برگ اول قابل تشخیص بوده و طول آن به حداقل ۱ سانتیمتر رسیده باشد. شروع رشد زایشی هنگامی است که اولین شاخه زایشی در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه و در زاویه

داخلی یک برگ حقیقی روی ساقه اصلی مشاهده شود. شاخه‌های زایشی قبل از شاخه‌های رویشی رشد می‌کنند چند روز پس از پیدایش اولین شاخه زایشی دومین شاخه زایشی در گره برگ بالاتر به ظهور می‌رسد و روند تولید شاخه‌های زایشی ادامه می‌یابد.

۲- مرحله جوانه گل با ظهور اولین جوانه گل به قطر ۱/۵ تا ۲ میلیمتر روی شاخه زایشی در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه مشخص می‌گردد. این مرحله بسته به رقم و شرایط محیطی، معمولا ۴ تا ۸ هفته پس از سبز شدن اتفاق می‌افتد. جوانه هر گل، حدود ۳ تا ۵ هفته بعداز ظهور به صورت گل کامل باز می‌شود. پایان گلدهی باز شدن آخرین گلی است که در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه به قوزه قابل برداشت تبدیل شده و در نهایت وش آن مورد برداشت قرار می‌گیرد.

۳-هر گل پس از باز شدن به حدود ۳ تا ۴ هفته زمان نیاز دارد تا از نظر فیزیولوژیکی به قوزه کامل و رسیده تبدیل شود. قوزه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی سبز رنگ است، اما به حداکثر اندازه خود رسیده، سخت شده، بریدن آن با چاقو نیز مشکل است و هنگامی که بریده شود الیاف به صورت نخ کشیده می‌شوند. بنابراین بسته به شرایط محیطی و رقم، هرگل باز شده پس از حدود ۶ تا ۸ هفته به قوزه آماده برای برداشت تبدیل می‌گردد. پایان قوزه‌دهی هنگامی است که بالاترین قوزه در ۵۰ درصد بوته‌های مزرعه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک وارد شده باشد.

۴- مدت کوتاهی بعد از رسیدگی فیزیولوژیک، قوزه شکاف می‌خورد. هر قوزه زمانی کاملا رسیده و آماده برداشت است که کاملا شکافته شده و دیواره تخمدان به زردی گراییده باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۳-سازگاری اقلیمی پنبه

پنبه‌ی زراعی گیاهی است گرما دوست و به یک فصل رشد بدون یخبندان حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ روز احتیاج دارد. برای زمان کاشت حداقل ۱۴ درجه سانتیگراد و در تابستان حداقل به حرارت ۲۵ درجه

سانتیگراد احتیاج دارد. موطن اصلی پنبه مناطق گرمسیری و حاره‌ای است. چنانچه شرایط زیر موجود باشد کشت پنبه ایده آل خواهد بود. ۱-در بهار هوا معتدل و بارندگی‌های سبک و مکرر اتفاق افتد. ۲- تابستان گرم و مرطوب بوده و باران‌های ملایم ببارد. ۳- پاییز خشک، طولانی، و بدون باران باشد (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). در ایران در نواحی با زمستان ملایم تا کمی سرد و نیز در بعضی نواحی با زمستان نیمه سرد و از ارتفاع صفر تا کمتر از ۱۷۰۰ متر از سطح دریا کشت می‌گردد. وجود آسمان بی ابر و آفتاب فراوان به خصوص در تابستان و پاییز که قوزه‌ها باز می‌شوند ضروری است و کمبود نور موجب افزایش رشد سبزینه‌ای و کمی تعداد قوزه می‌شود. مناطق باد خیز نیز برای پنبه مناسب نیستند بادهای شدید و یا سرد سبب آسیب به گیاهچه‌های جوان می‌شود. باد شدید، وش را با خود می‌برد و باعث کثیف شدن الیاف توسط گرد و خاک می‌گردد (رستگار، ۱۳۸۴). رشد و نمو پنبه بستگی زیادی به دما دارد، دمای مناسب برای رشد پنبه ۲۳ تا ۳۲ درجه سانتیگراد بوده و دمای بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد نامناسب است. حداقل دما برای جوانه زنی بذر پنبه ۱۴، حداکثر آن ۴۰ و محدوده مناسب آن ۱۸ تا ۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. حساسیت پنبه به دمای پایین زیاد است و وقوع یخبندان به شدت به محصول آسیب می‌زند. دمای پایین سبب افزایش رشد رویشی و کاهش تعداد شاخه‌های زایشی می‌گردد. وقوع دماهای کمتر از ۱۳ درجه سانتیگراد در شب سبب ریزش گل‌ها می‌گردد. قوزه‌ها در شرایط فراوانی رطوبت هوا دچار پوسیدگی می‌شوند. الیافی نیز که در دوران رسیدگی در معرض باران قرار می‌گیرند تغییر رنگ داده و از کیفیت آن‌ها کاسته می‌شود. پنبه گیاهی روز کوتاه است و به آفتاب فراوان نیاز دارد کمبود نور موجب افزایش نسبت رشد رویشی به زایشی، ریزش گل‌ها و کاهش تولید قوزه می‌گردد. مقاومت پنبه به خشکی در اوایل دوره رشد، که هنوز شاخص سطح برگ کم است، زیادتر می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۴- خاک‌های مناسب پنبه

پنبه معمولا در کلیه خاک‌ها می‌روید ولی زمین‌های مناسب آن اراضی حاصلخیز با عمق خاک زیاد است و خاک‌های رسی – آهکی و لیمون دار و شنی و هوموسی که مسطح و هموار بوده دارای

تهویه خوب و قابلیت نگه داری آب کافی باشد برای این گیاه مناسبند و در اسیدیته ۵ تا ۸ رشد می‌کند و تا حدودی به شوری خاک مقاوم می‌باشد ولی در نقاطی که مشکل شوری نباشد رشد بهتری دارد. شوری خاک ۴ دسی زیمنس بر متر یا کمتر برای سبز شدن بذر پنبه مناسب است. شوری خاک معادل ۱۵ دسی زیمنس بر متر موجب ۵۰ درصد کاهش سبز شدن بذر پنبه می‌گردد. پنبه محدودیت زیادی از لحاظ بافت خاک ندارد، مشروط بر آنکه عمق خاک زیاد بوده و از نظر ساختمان، تهویه، حاصلخیزی و ظرفیت نگه‌داری رطوبت مناسب باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳). خاک‌های سبک از لحاظ کمی ظرفیت آبگیری و فقر غذایی و خاک‌های سنگین از لحاظ تشکیل سله، مقاومت مکانیکی در مقابل نفوذ ریشه و محدودیت تهویه می‌توانند نامناسب باشند و سبب کاهش عملکرد گردند. محدودیت تهویه طولانی مدت سبب ریزش گل‌ها و کاهش فتوسنتز می‌شود (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳).

۲-۵- تغذیه پنبه

۲-۵-۱- ازت

ازت به تشکیل رنگ سبز در گیاه کمک می‌کند این سبزی که کلروفیل نامیده می‌شود عمل کربن گیری گیاه را به عهده دارد. بنابراین ازت به صورت غیر مستقیم رشد سریع و سلامت بوته را تأمین می‌کند. چنانچه ازت در خاک بیش از اندازه بوده و سایر مواد کم باشند سبب علفی شدن بوته گردیده و محصول کاهش می‌یابد، همچنین مقاومت گیاه در مقابل حشرات، امراض، باد و سرما کم می‌شود. وجود ازت در خاک به پوسیدن مواد باقیمانده گیاهی کمک می‌کند. به خاک‌هایی که ساقه‌های پنبه و سایر گیاهان در آن‌هاست، چنانچه در پاییز کودهای ازته داده شود، ساقه‌ها زودتر پوسیده و زمین برای کشت مجدد آماده می‌گردد (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). وقتی که ازت خاک کم شود بوته‌های پنبه به نظر مریض می‌آیند، برگ‌ها زرد مایل به سبز گردیده و بالاخره خشک شده و

می‌ریزند. چنانچه ازت کافی در دسترس بوته پنبه باشد خشکی را بهتر تحمل می‌کند. مقدار ازت مورد نیاز گیاه پنبه بستگی به عواملی چون توان باردهی گیاه، بافت خاک، شرایط آب و هوایی، نوع و زمان کاربرد کود اوره دارد. بارندگی تأثیر زیادی بر روی ازت خاک دارد به نحوی که مقداری از ازت ممکن است از طریق آبشویی از خاک (به خصوص خاک‌های شنی) خارج و از دسترس گیاه خارج شود در خاک‌های سنگین‌تر در صورت اشباع شدن خاک از آب، ازت خاک ممکن است تجزیه شده و به هوا باز گردد. اولین علائم کمبود ازت در برگ‌های پایینی مشاهده می‌شود. برگ‌های جوان نیز کوچک باقی می‌مانند، گل‌دهی به تعویق می‌افتد، ارتفاع گیاه و طول شاخه‌های گل دهنده کوتاه و ریزش قوزه‌ها بیشتر می‌شود. در این هنگام باید با مصرف کود جامد اوره یا محلول‌پاشی روی شاخ و برگ، مشکل کمبود را بر طرف کرد (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸).

۲-۵-۲- فسفر

فسفر عنصر بسیار مهمی در رشد پنبه است که در تمام مراحل رشدی آن به خصوص در اوایل فصل مورد نیاز واقع می‌شود بنابراین بهتر است قبل از کشت به خاک داده شود. فسفر در تمام قسمت‌های گیاه یافت می‌شود در پنبه اهمیت فسفر بیشتر در نمو میوه به خصوص رشد تار و بذر پنبه است. فسفر کافی به زودرسی پنبه نیز کمک می‌نماید. بوته‌ای که کمبود فسفر داشته باشد برگ‌هایش سبز تیره بوده و رشد آن کم می‌شود، بدین جهت کوتاه باقی مانده، شاخه‌هایش به کندی رشد می‌کند و عملکرد آن به نسبت قابل توجهی کاهش می‌یابد. اولین علائم کمبود فسفر در برگ‌های پایینی مشاهده می‌شود (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸). روی هم رفته پی بردن به کمبود فسفر از روی علائمی که بوته‌ها نشان می‌دهند دشوار است، بدین جهت توصیه می‌شود برای اطمینان، از تجزیه خاک در آزمایشگاه غفلت نگردد. از طرف دیگر ممکن است فسفر در خاک موجود باشد ولی به صورتی باشد که برای پنبه قابل جذب نیست بنابراین علائمی را که بوته‌ها نشان می‌دهند نیز نباید از نظر دور داشت. در آزمایشگاه باید فسفر قابل جذب گیاه در خاک اندازه‌گیری شده و مقدارش

تعیین گردد. مقدار مورد نیاز فسفر در سال ۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. این عنصر در خاک غیر قابل حرکت است در نتیجه باید کود فسفره را طوری به خاک وارد کرد که نزدیک به محل قرارگیری بذر واقع شود ولی در گیاه از برگ‌های مسن به طرف برگ‌های جوانتر حرکت می‌کند و در صورت بروز کمبود، برگ‌های مسن پایینی تا حدودی این کمبود را جبران می‌کند (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳).

۲-۵-۳- پتاسیم

وجود ازت زیاد در خاک سبب رشد بیش از حد بوته شده و گیاه علفی می‌گردد. پتاسیم از این رشد نامطلوب جلوگیری کرده و همچنین گیاه را به امراض، حشرات، باد و سرما مقاوم می‌سازد. کاهش پتاسیم سبب تغییر رنگ بوته‌ی پنبه می‌گردد. بدین ترتیب که برگ‌ها زرد مایل به سبز شده و خال‌های زرد بین رگبرگ‌ها ظاهر می‌گردد و بعدا این خال‌ها به تدریج سیاه رنگ می‌شوند، همچنین کناره‌ی برگ‌ها خشک و سیاه رنگ شده و بالاخره می‌ریزند در مواردی که شدیدا خاک از این ماده فقیر باشد ممکن است کلیه‌ی برگ‌ها بریزند، در این صورت گیاه از فعالیت باز مانده و قوزه‌ها که نارس هستند باز می‌شوند، بدیهی است در این صورت عملکرد محصول شدیدا کاهش یافته و کیفیت الیاف بسیار نامرغوب خواهد بود (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). ریزش قبل از موعد برگ‌ها و قرمز رنگ شدن برگ‌های مسن از دیگر علائم کمبود پتاسیم است. در نتیجه ریزش زودرس برگ‌ها، قوزه‌ها به طور کامل نمی‌رسند و کیفیت الیاف آن‌ها پایین می‌آید. بیشترین نیاز پنبه به پتاسیم، بعد از اولین گلدهی تا رسیدن کامل قوزه‌هاست. اگر در خاک پتاسیم کافی وجود داشت ولی علائم کمبود آن در گیاه ظاهر شد نباید به خاک پتاسیم اضافه نمود. عدم فشردگی، تهویه مناسب و وجود مقدار کافی ازت در خاک در طول فصل زراعی می‌تواند از کمبود پتاسیم ممانعت کند در طول فصل زراعی می‌توان با تجزیه بافت برگ به میزان پتاسیم آن پی برد. کود پتاسیم به سه شکل مصرف می‌شود: کلرید پتاسیم، سولفات پتاسیم، نیترات پتاسیم. به علت ارزان‌تر بودن کود کلرید پتاسیم، بیشتر از این نوع کود

استفاده می‌گردد ولی اگر خاک مشکل شوری داشته باشد باید از سولفات پتاسیم استفاده کرد. کود پتاسیم باید قبل از کشت به خاک داده شود (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸).

۲-۵-۴- گوگرد

گوگرد در تشکیل سبزینه گیاهی و در ساختمان پروتئین گیاهان شرکت دارد. اغلب اوقات علائم کمبود گوگرد و نیتروژن به علت تشابه زیاد با یکدیگر به اشتباه گرفته می‌شوند (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). نیتروژن عنصری قابل حرکت در گیاه است بنابراین می‌تواند از برگ‌های مسن پایینی به برگ‌های جوان بالایی منتقل شود و در صورت بروز کمبود در گیاه علائم آن ابتدا در برگ‌های مسن ظاهر می‌شود در حالی که گوگرد غیر قابل تحرک است و نمی‌تواند از برگ‌های مسن به برگ‌های جوان نقل مکان کند در نتیجه علائم کمبود آن ابتدا در برگ‌های جوان فوقانی گیاه ظاهر خواهد شد. کمبود گوگرد را باید در مزراعی که از نظر مواد معدنی فقیر هستند یا به تازگی مراحل آماده سازی زمین در آن‌ها شکل گرفته است انتظار داشت (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸). گوگرد به طور مستقیم یا غیر مستقیم در مسیرهای مختلف متابولیسم گیاهان و همچنین به عنوان یک جزء اصلی بسیاری از متابولیت‌ها درگیر است. دخالت گوگرد به عنوان یک جزء مهم از چندین آنزیم و فرآیندهای متابولیک در گیاهان است. گوگرد کم در گیاهان به کاهش غلظت کلروفیل شناخته شده است و در نتیجه به طور غیر مستقیم بر فتوسنتز تأثیر می‌گذارد چندین آنزیم فعال مثل اوره‌آز، نیتروژناز، نیترات ردوکتاز و ریبونوکلئاز شناخته شده است که با کمبود گوگرد دچار اختلال می‌شود (سالاردینی، ۱۳۷۱). در کشوری مثل ایران که دارای منابع عظیمی از گوگرد می‌باشد استفاده از گوگرد عنصری به عنوان یک ماده اسیدزا به منظور افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است (علی اصغرزاده و همکاران ۱۳۷۷، ایسلام و همکاران ۲۰۰۹ و کایا و همکاران۲۰۰۹). مهمترین نقشی که گوگرد در گیاهان ایفا می‌کند شرکت در اسیدهای آمینه ضروری سیستئین و متیونین می‌باشد بنابراین نقش اساسی را در سنتز پروتئین ایفا نموده و حضور این عنصر

می‌تواند باعث افزایش پروتئین دانه گردد. ضمنا یکی دیگر از نقش‌های مهم گوگرد شرکت در ساختمان فسفولیپیدهاست که در غشاء سلول وجود دارند که در واقع روغن گیاه را تشکیل می‌دهند (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰). گوگرد علاوه بر شرکت در ساختمان اسیدآمینه‌ها، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها در ساخت کلروفیل ضروری است(آستا، ۱۳۸۸). مصرف گوگرد به خصوص به همراه کود دامی اسیدیته خاک را تا حدودی کاهش داده که در نتیجه قابلیت جذب عناصر میکرو توسط گیاه افزایش می‌یابد که افزایش قابلیت جذب عناصر میکرو به همراه تأثیر آن در افزایش درصد روغن و میزان پروتئین دانه باعث افزایش عملکرد در کلزا شد (حامدی و جعفری ۱۳۸۶). اصغر ملیک و همکاران (۲۰۰۴) نیز دلیل افزایش درصد روغن در اثر مصرف گوگرد را نقش مهم گوگرد در بسیاری از اسیدهای چرب و نیاز به این عنصر برای سنتز دیگر متابولیت‌های حاوی کوآنزیم آ، ویتامین ب، اسیدلیپوئیک و سولفولیپیدها دانستند. اکسیداسیون گوگرد در خاک عمدتا توسط باکتری‌های تیوباسیلوس انجام می‌شود که جمعیت این باکتری‌ها در خاک‌های ایران به دلیل پایین بودن موادآلی ناچیز است، بنابراین افزودن موادآلی به علت اثرات مفیدی که در خاک دارد باعث افزایش فعالیت باکتری‌های تیوباسیلوس و افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد خواهد شد(کریمی‌نیا و شعبانپور، ۱۳۸۲). یکی از مهمترین خصوصیات گوگرد دارا بودن درجات مختلف اکسیداسیون می‌باشد بدین ترتیب علاوه بر ارزش تغذیه‌ای و در نتیجه تأمین سولفات مورد نیاز گیاه(طباطبایی،۱۹۸۶) به دلیل اکسید شدن و تولید اسیدسولفوریک توانایی لازم برای کاهش اسیدیته خاک را (حداقل در مقیاس کوچک اطراف ریشه‌ها) نیز دارا می‌باشد(سینگ وچادهری، ۱۹۹۷). با بهره برداری از تأسیسات بزرگ در حال ساخت صنایع نفت، گاز و پتروشیمی کشور، حجم تولید گوگرد از مرز ۴ میلیون تن فراتر خواهد رفت و با درنظر گرفتن مازاد تولید گوگرد راهکارهای افزایش مصرف در کشاورزی مورد توجه قرار گرفت(علایی، ۱۳۸۶). گوگرد از لحاظ مقدار مورد نیاز گیاه در ردیف پنجم، پس از سه عنصر پر مصرف و کلسیم، قرار می‌گیرد. با آنکه نیاز گیاه به گوگرد، بیش از ۲۰۰ سال پیش مشخص گردیده است ولی بررسی روی گوگرد توجه متخصصان حاصلخیزی خاک را جلب نکرده است. در طبیعت

گوگرد یکی از عناصر مهم محسوب می‌شود. قشر زمین دارای ۰/۰۶ درصد گوگرد است که بیشتر به صورت کانی‌های سولفور فلزات است. از نظر مقدار گوگرد در طبیعت این عنصر در ردیف ششم عناصر موجود در زمین قرار می‌گیرد گوگرد به صورت آلی و کانی در خاک یافت می‌شود ولی مقدار کل آن معمولا از ۰/۱۴ درصد کمتر است. در کودها، گوگرد معمولا به صورت عنصر اضافی و یا پرکننده حجم عرضه می‌شود و در صنایع شیمیایی، گوگرد را بیشتر برای ساخت اسید سولفوریک و مواد تسلیحاتی به کار می‌برند و روز به روز مقدار گوگرد در کودهای شیمیایی کاهش پیدا می‌کند. نزدیک به تمام گوگرد در خاک‌های نواحی خشک و درصد کمی از گوگرد خاک‌های نواحی مرطوب به صورت معدنی است. گوگرد معدنی خاک به صورت سولفور و سولفات فلزات مختلف مشاهده می‌شود. معدنی شدن گوگرد و آزاد شدن سولفات در خاک از بسیاری جهات شبیه معدنی شدن ازت است و سرعت آزاد شدن این دو عنصر در نتیجه معدنی شدن تقریبا یکسان است اگر چه تفاوت‌هایی نیز مشاهده شده است، عوامل متعددی در معدنی شدن گوگرد خاک مؤثرند که مهمترین آن‌ها، مقدار گوگرد در مواد آلی، نوع و تعداد موجودات ذره بینی، پ هاش محیط، تهویه خاک هستند. مهمترین علائم کمبود گوگرد در گیاهان رنگ پریدگی، کوتاهی و کوچکی بوته است. ساقه‌های گیاهان مبتلا، کوتاه‌تر و نازک‌تر از معمول است و بیشتر چوبی‌اند، سطح برگ کوچک و تعداد برگ‌ها کم می‌شود. تعداد و وزن میوه کاهش پیدا می‌کند. در پنبه تعداد قوزه‌ها به نسبت شدت کمبود کمتر خواهد بود. اهمیت گوگرد در ساخت روغن در گیاهان مشاهده شده است. البته اثر گوگرد در افزایش مقدار روغن بیشتر در کشورهای اروپایی که هیبریدهای پر روغن پرورش می‌دهند مشاهده شده است. طبق گزارش‌های کیلهام (۱۹۹۴)، میزان گوگرد گیاهان به اندازه فسفر و اهمیت آن در تشکیل پروتئین به اندازه نیتروژن است، اما به عنوان عنصری در درجه دوم اهمیت بعد از نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اغلب سیستم‌های خاک و گیاه در نظر گرفته می‌شود. همچنین گوگرد مصرف شده درخاک تحت تأثیر موجودات ذره‌بینی از جمله باکتری‌هایی از جنس تیوباسیلوس که هوازی و اتوتروف بوده طی مراحلی اکسید و به اسید سولفوریک تبدیل می‌گردد این اسیدی شدن که به طور موقت صورت می‌گیرد

حلالیت عناصرغذایی را بالا برده و بهتر مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. داوود و همکاران (۱۹۸۵)، نشان دادند که مصرف گوگرد و تولید اسیدسولفوریک در نتیجه اکسایش آن، باعث کاهش اسیدیته خاک، تأمین سولفات مورد نیاز گیاهان و افزایش قابلیت جذب فسفر و عناصر کم مصرف در خاک‌ها شد. تات (۱۹۹۵)،گزارش داد که طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها قادر به اکسایش گوگرد در محیط هستند که از بین آن‌ها باکتری‌های تیوباسیلوس نقش مهمی را در اکسایش گوگرد ایفا می‌کنند. کایا و همکاران (۲۰۰۹)، نشان دادند که این عنصر نقش مهمی را در سنتز ویتامین‌ها و کلروفیل در سلول دارد. در نتیجه‌ی کمبود گوگرد، رشد گیاه کند شده و کیفیت و کمیت محصول تولیدی پایین می‌آید. سینگ و ساهو (۱۹۸۶)، گزارش دادند که مصرف گوگرد باعث افزایش مقدار روغن و کیفیت آن در گیاهان پنبه، سویا و آفتابگردان شد و همچنین علائم کلروز را در این گیاهان برطرف نمود. شارما و دانگاروال (۱۹۹۷) گزارش دادند که کاربرد گوگرد به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد وش پنبه و شاخص وش را به ترتیب به میزان ۲۵/۴ درصد و ۸/۹ افزایش داد. شارما و همکاران (۲۰۰۰)، یک آزمایش در مزرعه در هاریانا بر روی خاک با بافت شن لومی در طی دو سال (۱۹۹۵ و ۱۹۹۶) انجام دادند نتایج نشان داد که کاربرد گوگرد به اندازه ۳۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین ارتفاع گیاه را ایجاد کرد که نسبت به شاهد (۱۴۶/۲۱ سانتیمتر) بیشتر بود. منگل پراساد (۲۰۰۰)، یک آزمایش در دهلی نو در خاک با بافت لوم شنی انجام داد و نتایج نشان داد که کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد به طور معنی‌داری ارتفاع گیاه پنبه (۱۴۷/۱ سانتیمتر) نسبت به شاهد (۱۴۴/۵ سانتیمتر) بیشتر شد. نتایج تحقیقات ال – فولی (۲۰۰۱) در مصر نشان داد که محلول‌پاشی با محلول حاوی عناصر ریز مغذی باعث افزایش ۱۴ درصدی عملکرد وش شد. منگل پراساد و راجندرا پراساد (۱۹۹۴)، یک آزمایش در مزرعه به منظور مطالعه اثر عناصر پر مصرف و گوگرد در طول فصل بارانی در دهلی نو انجام دادند که نتایج نشان داد کاربرد نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد بالاترین ارتفاع گیاه (۹۵/۹ سانتیمتر) را ایجاد کرد. شابرا و همکاران (۲۰۰۴)، یک آزمایش در مزرعه به منظور مطالعه اثر عناصر کم مصرف و پر مصرف بر روی پنبه انجام دادند. نتایج نشان داد که استفاده از ترکیب نیتروژن، فسفر،

پتاسیم و گوگرد به طور قابل توجهی تعداد قوزه در بوته (۲۲/۷۳) و عملکردکل (۲۰۲۴ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب بیشتر از شاهد (۱۹/۸۲ و ۱۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) شد. جاگویرسینگ و کایرون(۲۰۰۱)، یک آزمایش مزرعه در یک خاک لوم شنی به منظور مطالعه اثر گوگرد بر روی پنبه انجام دادند نتایج نشان داد که عملکرد دانه پنبه و دانه‌های آفتابگردان با افزایش میزان گوگرد افزایش یافت، بالاترین عملکرد دانه پنبه (۱۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) و دانه آفتابگردان (۱۱۱۴ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد ایجاد شد که به ترتیب ۲۳/۵ و ۱۶/۵ درصد بالاتر از شاهد بود. شارما و همکاران (۲۰۰۰)، یک آزمایش در مزرعه روی خاک با بافت شن لومی در طی دو سال انجام دادند و نتایج نشان داد که استفاده از گوگرد به اندازه ۳۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین ارتفاع گیاه را داشت (۱۶۵/۳۱ سانتیمتر) که به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد (۱۴۶/۲۱ سانتیمتر) بود. محمد و همکاران (۲۰۰۱)، با انجام مطالعات مزرعه‌ای در پنجاب به منظور مطالعه اثر گچ به عنوان کود گوگرد بر روی پنبه نشان دادند که کاربرد گچ به اندازه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری عملکرد پنبه‌دانه (۲۲۱۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد (۱۹۸۱ کیلوگرم در هکتار) بیشتر شد. چاترجی و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که کمبود گوگرد میزان کلروفیل، نشاسته و پروتئین موجود در برگ‌های پنبه را کاهش داد. منگل پراساد (۲۰۰۰)،یک آزمایش در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات کشاورزی هند در دهلی نو، به منظور مطالعه تأثیر فسفر، نیتروژن وگوگرد در پنبه و اثر باقیمانده آن‌ها روی گندم انجام داد نتایج نشان داد که کاربرد فسفر و گوگرد به طور معنی‌داری روی استحکام فیبر تأثیر داشت. جاگی (۱۹۹۴) گزارش داد که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به شکل سولفات آمونیوم باعث شد که غلظت نیتروژن ، فسفر و گوگرد و جذب آنها توسط بذر پنبه را در خاک‌های اسیدی افزایش داد. سریمارایانا (۱۹۹۳) نشان داد که بدون در نظر گرفتن منابع کاربرد ۶۰ کیلوگرم گوگرد به طور معنی‌داری جذب نیتروژن، پتاسیم و گوگرد را توسط پنبه افزایش داد و در میان منابع، سولفات آمونیوم نسبت به گچ و سوپرفسفات اولیه بهتر بود. هاولین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که دمای پایین خاک، معدنی شدن گوگرد آلی به سولفات را کاهش داد و پاسخ عملکرد

را به کود گوگرد کاهش داد. دان و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که عملکرد الیاف پنبه به طور معنی‌داری با کود گوگرد در یک خاک شن ریز افزایش یافت. فانگ و چن (۲۰۱۱) گزارش دادند که کمبود گوگرد به میزان قابل توجهی تعداد قوزه در بوته در مطالعاتی در چین را کاهش داد. واداپ (۲۰۱۱) گزارش داد که خاک‌های با بافت درشت، موادآلی کم و زهکشی خوب اغلب دارای کمبود گوگرد هستند. در خاک‌های آهکی و قلیایی به علت بالا بودن pH و غلظت زیاد یون کلسیم، برخی از عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی که قابلیت جذب آن‌ها به pH خاک وابسته است، تثبیت شده و از دسترس گیاهان خارج می شوند (کاپلان و آرمان ۱۹۹۸، دلوکا و همکاران ۱۹۸۹). کاهش pH خاک یکی از روش‌های مؤثر و رایج مقابله با تثبیت عناصرغذایی در خاک‌های آهکی و قلیایی محسوب می‌شود. گوگرد متداول‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین ماده اسیدزا می‌باشد. که هر مول آن پس از اکسید شدن در خاک دو مول یون هیدروژن تولید کرده و با کاهش pH منجر به انحلال عناصرغذایی در محیط اطراف ریشه‌ها می‌گردد (کاپلان و آرمان ۱۹۹۸ و دلوکا و همکاران ۱۹۸۹). به علت نقش مستقیم گوگرد در عملکرد گیاهان تثبیت کننده نیتروژن ضرورت استفاده از آن در تغذیه گیاهان احساس می‌شود. از سوی دیگر اکسایش گوگرد از طریق کاهش پ هاش و افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی می تواند موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان شود. افزایش معنی‌دار در عملکرد به واسطه گوگرد تحت شرایط مزرعه‌ای 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 شد (بائو، ۱۹۹۸). کاپلان و آرمان (۱۹۹۸) در آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بر روی خاک‌های آهکی پی بردند که مصرف گوگرد، عملکرد محصول و نیز مقدار آهن، روی، منگنز و فسفر جذب شده توسط سورگوم را افزایش داد. بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۹) در یک آزمایش گلخانه‌ای تأثیر 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 ذرت افزایش داد ولی مقدار روی جذب شده در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت که این امر به دلیل

وجود اثرات آنتاگونیسمی بین روی و فسفر می‌باشد. فاطمه امانی و فائزه رئیسی (۱۳۸۶) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن گوگرد، منجر به کاهش اسیدیته خاک و افزایش هدایت الکتریکی خاک شد. سطوح مختلف گوگرد بر غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم تأثیر معنی‌دار ولی بر غلظت روی تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که همراه با افزایش سطوح گوگرد و کاهش اسیدیته خاک، فسفر و پتاسیم نیز در گیاه سویا افزایش یافت. سمانه فلاحتگر و همکارانش (۱۳۹۰)، در بررسی تأثیر مقادیر مختلف گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر عملکرد ماده خشک، میزان کلروفیل و جذب آهن و روی در دو رقم سویا، نتیجه گرفتند که افزایش سطوح گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک شد. دوبی و بیلر (۱۹۹۵) در آزمایش مزرعه‌ای در خاک با pH برابر ۷/۵ در هندوستان اثر مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰ ، ۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد را برتثبیت نیتروژن سویا، وزن خشک گیاه و تعداد غده در مراحل مختلف رشد گیاه را بررسی کردند. کاچا و همکاران (۱۹۹۷) در یک آزمایش مزرعه‌ای اثر سطوح مختلف گوگرد را بر روی گره‌زایی، عملکرد و جذب مواد غذایی توسط لوبیا را بررسی و مشاهده کردند که مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد تعداد گره‌ها را به طور معنی‌داری افزایش داد و همچنین جذب ازت، فسفر و گوگرد با افزایش مقدار گوگرد افزایش یافت. بیسواس و همکاران (۱۹۹۵)، نشان دادند که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد موجب افزایش درصد روغن دانه کلزا شد. کلباسی و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند که با افزودن مقادیر ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به خاک مزرعه‌ای که در آن سورگوم، سویا و ذرت کشت شدند. مصرف گوگرد وزن خشک بخش هوایی هر سه گیاه و همچنین مقدار آهن و روی جذب شده توسط آن‌ها را به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد که به عنوان یک روش ارزان برای رفع کلروز، افزایش جذب عناصر و عملکرد گیاه در خاک‌های آهکی معرفی گردید. باکتری تیوباسیلوس به عنوان یک اکسید کننده مهم گوگرد در خاک باعث افزایش چشم گیر میزان سولفات در خاک می‌شود (ویدیالاکشمی و همکاران، ۲۰۰۹). مسعود دادیور و محمدعلی خودشناس (۱۳۸۶) در آزمایش مزرعه‌ای با بررسی تأثیر مصرف گوگرد بر جذب عناصر کم مصرف در لوبیا مشاهده نمودند که کاربرد

گوگرد به میزان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس باعث افزایش معنی‌دار در عملکرد و همچنین افزایش جذب عناصرکم مصرف مثل آهن، روی، منگنز و مس شد. مالهی و لیچ (۲۰۰۰) نشان دادند که مصرف گوگرد علائم کمبود را در کلزا برطرف نمود و باعث افزایش درصد روغن و پروتئین دانه شد و همچنین نتایج تحقیقات نشان داد که کمبود گوگرد با مصرف گوگرد در طی مراحل رشد برطرف گردید، ولی کوددهی باید قبل از گلدهی کلزا انجام گردد. نرولا و همکاران (۱۹۷۲)، با بررسی تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایشی شامل گوگرد و گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس بر میزان واکنش خاک‌های آهکی گزارش کردند که بیشترین میزان کاهش واکنش خاک مربوط به تیمار گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس بوده که واکنش خاک را از ۹/۸ به ۷/۶ کاهش داده است در حالیکه مصرف گوگرد به تنهایی واکنش خاک را از ۹/۸ به ۷/۹ کاهش داده است. بشارتی و همکاران (۱۳۷۹)، با بررسی اثر باکتری تیوباسیلوس به همراه گوگرد بر افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی و رشد گیاه ذرت گزارش کردند که تأثیر گوگرد بر مقدار روی جذب شده در سطح ۵ درصد معنی دار شد. ماهلر و مپلس (۱۹۸۶)، اثرات گوگرد عنصری را بر کاهش واکنش خاک و جذب برخی از عناصر غذایی توسط گندم در یک خاک نسبتا اسیدی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که مصرف گوگرد سبب کاهش فسفر جذب شده به وسیله گیاه شده در حالی که در جذب منگنز، آهن و روی روند خاصی مشاهده نشد. مدیهش و همکاران (۱۹۸۹)، به منظور بررسی اثر گوگرد در ویژگی‌های شیمیایی و قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک‌های آهکی آزمایش گلخانه‌ای را انجام دادند نتایج نشان داد که مصرف نیم درصد گوگرد واکنش خاک را به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داد و همچنین میزان سولفات محلول، آهن قابل جذب و هدایت الکتریکی نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش یافت ولی در میزان روی قابل جذب خاک تأثیری نداشت. حسین زاده (۱۳۸۵)، گزارش کرد که پس از مصرف تیمارهای گچ واکنش خاک و هدایت الکتریکی محلول خاک کاهش پیدا کرد و این شرایط می‌تواند زمینه را برای رشد مناسب بادام زمینی از طریق جذب بهتر سایر عناصر غذایی به ویژه فسفر فراهم نماید همچنین با توجه به اینکه

برگ‌ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک گیاه در واحد سطح هستند می توان اظهار داشت با توجه به تأثیر روی در افزایش فرایند فتوسنتز همراهی این عنصر با تیمار گوگردی باعث افزایش بیشتر شاخص سطح برگ شد که این عامل می‌تواند باعث افزایش سرعت رشد گیاه گردد. سینگ و منج (۲۰۰۷)، در تحقیقی دو ساله در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ در مورد اثر متقابل گوگرد و روی در بادام زمینی به این نتیجه رسیدند که مصرف توأم گوگرد به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به همراه ۵ کیلوگرم در هکتار روی از منبع کلات باعث افزایش معنی دار در عملکرد بادام زمینی شده است.

۲-۵-۵- کلسیم

این عنصر موازنه رشد گیاه را به عهده دارد و در ساختمان دیواره سلول‌های گیاه شرکت می‌کند (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). کاهش کلسیم سبب می‌شود که ساقه بوته‌های پنبه نازک باقی مانده و بوته‌ها روی زمین بخوابند، روی هم رفته به سختی می‌توان کاهش کلسیم را در مزرعه مشخص کرد (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸).

۲-۵-۶ منیزیم

در ساختمان ماده سبز گیاهی (کلروفیل) شرکت دارد و سبب جریان فسفر و نشاسته در قسمت‌های مختلف گیاه می‌شود (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). کمبود منیزیم در بسیاری از مزارع پنبه به خصوص در خاک‌های شنی که دارای مقادیر بالای یون‌های پتاسیم، کلسیم، نیترات، سولفات و کلرید هستند رخ می‌دهد چون در رقابت با منیزیم باعث محدودیت جذب این عنصر و در نتیجه ظهور علائم کمبود آن در گیاه می‌شوند. منیزیم در گیاه غیر قابل حرکت است و علائم کمبود آن ابتدا در برگ‌های پایینی و به مرور زمان در برگ‌های جوان‌تر بالایی ظاهر می‌شود (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸).

۲-۵-۷- روی

برگ‌های بوته پنبه‌ای که دچار کمبود روی شده است نازک‌تر از حد معمول و در بین رگبرگ‌ها دارای نقاط نقره‌ای رنگی می‌شوند (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). با به کار بردن ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم روی به صورت اکسید روی یا سولفات روی در هکتار در مرحله آماده سازی زمین، سه ماه قبل از کشت، می‌توان مشکل کمبود روی را در پنبه مرتفع کرد (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸). عناصر غذایی کم مصرف بیشتر در سیستم‌های آنزیمی گیاهان شرکت داشته و به مقدار خیلی کمی مورد نیاز گیاه می‌باشند. مقدار قابل استفاده این عناصر در خاک، بسته به نوع گیاهان و شرایط خاک متفاوت است (فوس، ۱۹۸۴). کمبود عناصرغذایی کم مصرف در گیاهان زراعی گسترش جهانی دارد. کشت مداوم، مصرف بیش از حد کودهای فسفاتی، آهکی بودن خاک‌ها و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر ریز مغذی و کودهای آلی از جمله عوامل بروز کمبود عناصر ریز مغذی در خاک‌های ایران می‌باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). روی از مهمترین عناصر کم مصرف می‌باشد که کمبود آن در خاک‌های زراعی ایران عمومیت دارد نتایج تجزیه خاک‌های زراعی ایران و همچنین گیاهان مؤید آن است که کمبود روی در این خاک‌ها و گیاهان به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن آن‌ها، اسیدیته بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، شوری خاک و پایین بودن مواد آلی خاک شایع است (نورزاده حداد و همکاران، ۱۳۸۸).تا سال ۱۹۷۰ ترکیب حیاتی مؤثری از روی در گیاه شناخته نشده بود. روی در فعالیت‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، ساخت آر ان ای و اکسین دخالت دارد. با توجه به وسعت تأثیر این آنزیم‌ها در فعالیت‌های حیاتی معلوم است که کمبود روی می‌باید صدمات فوق العاده‌ای به زندگی گیاه وارد سازد روی در ساخت پروتئین، احیای مواد و تنظیم آب گیاه نیز دخالت دارد. روی معمولا در قسمت فعال گیاه، برگ‌ها، شاخه‌های جوان و جوانه‌های برگ و گل متمرکز می‌شود (سالاردینی، ۱۳۷۹). روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه، نقش کاتالیزوری، فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل است. مصرف روی در اکثر خاک‌ها موجب افزایش وزن خشک ماده گیاهی و در همه آن‌ها باعث افزایش غلظت روی و

جذب کل روی توسط گیاه می‌گردد (مارچنر، ۱۹۹۵). کمبود آهن و روی در گیاهان در اغلب موارد مربوط به کمبود مطلق آن‌ها در خاک نیست بلکه به خاطر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. از جمله این موارد را می‌توان بالا بودن میزان بی‌کربنات در آب آبیاری و محلول خاک، بالا بودن میزان فسفر خاک و نیز مدیریت‌های نامناسب چون فشردگی خاک، آبیاری سنگین در بروز تشدید کمبود آهن و روی اشاره کرد (مارچنر، ۱۹۹۵). روی نقش مهمی در چندین سیستم آنزیمی بازی می‌کند. روی در فرایند اکسیداسیون در کاتالیز سلول‌های گیاهی نقش دارد و جذب آب را جلو می‌اندازد و با انجام این کار مانع از کوتاه قدی گیاهان می‌شود. در اثر کمبود روی رنگ برگ‌ها کمی زرد می‌شود و رنگ برگ‌های انتهایی شاخه کمی روشن‌تر است. فاصله میان گره در انتهای شاخه‌های جوان کم شده و برگ‌هایی که از این جوانه‌ها بیرون می‌آیند باریک، نازک و روشن تا سفید هستند جوانه‌های برگی بقیه شاخه باد کرده اما باز نمی‌شوند و گاه یکی دو برگ در پایین شاخه ظاهر می‌شود. روی قابل جذب خاک به صورت محلول وتبادلی است. کمبود روی و عوارض خطرناک آن در غالب خاک‌های ایران، چه آهکی و قلیایی مناطق خشک، یا خاک‌های خنثی و کمی اسیدی شمال ایران مشاهده شده است (سالاردینی، ۱۳۷۱). کمبود روی و بر یکی از مهمترین و گسترده‌ترین کمبودهای عناصر غذایی در دنیاست که باعث محدود شدن عملکرد در تولید محصولات زراعی از جمله کلزا می‌شود (گراول و همکاران، ۱۹۹۷). جلیلی و همکاران (۱۳۷۹)، در تحقیقات خود نشان دادند که در بین عناصر غذایی مورد مطالعه بالاترین همبستگی عملکرد دانه و روغن با عناصر کم مصرف، بر و روی بوده است. نامدو و شرما (۱۹۹۲)، در هند گزارش دادند که محلول‌پاشی پنبه با یک محلول حاوی ریز مغذی‌های آهن، منگنز، روی و مولیبدن بیشترین مقدار وش پنبه را به وجود آورد. لی و همکاران (۱۹۹۹)، یک آزمایش در مزرعه در سین‌کیانگ انجام دادند نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی کودهای نیتروژن و روی عملکرد پنبه را افزایش داد و آن‌ها توصیه کردند که برای به دست آوردن عملکرد پنبه‌دانه به میزان ۳/۷ تا ۵ تن درهکتار باید سولفات روی را در این مناطق به اندازه ۵۲ تا ۶۵ کیلوگرم در هکتار به کاربرد. فردلند (۱۹۹۰)، گزارش داد که روی قابل استفاده گیاه در خاک توسط هوازدگی سنگ‌های

مادری و فرایندهای حیاتی و جوی مثل تجزیه لاشبرگ و رسوب‌های آتشفشانی و کاربرد کود روی فراهم شد. شریواستاوا و سینگ (۱۹۸۸)، در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی منطقه مورینا با انجام آزمایشاتی بر روی خاک لوم شنی برای مطالعه رشد و عملکرد پنبه تحت شرایط دیم در سطوح مختلف نیتروژن و روی آزمایشاتی انجام دادند نتایج نشان داد که عملکرد پنبه‌دانه به میزان قابل توجهی در تیمار با کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در هر هکتار نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. زنگ و کینگ فانگ (۱۹۹۶)، نشان دادند که با کاربرد روی برای پنبه در خاک‌های آهکی عملکرد به اندازه ۸/۷ تا ۷/۲۵ درصد افزایش یافت و همچنین کود روی به توسعه سیستم ریشه پنبه سرعت بخشید. شارما و گوپتا (۱۹۸۸)، یک آزمایش مزرعه‌ای برای بررسی اثر روی بر عملکرد پنبه دانه در زمین‌های کشاورزان انجام دادند. نتایج نشان داد که استفاده از روی به صورت سولفات روی بالاترین عملکرد پنبه‌دانه (۲۵/۹ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به تیمار شاهد (۲۲/۵۶ کیلوگرم در هکتار) را ایجاد کرد. نیکولو (۲۰۰۲)، در آزمایشات خود نشان داد که کاربرد ۸۰۰ گرم در هکتار روی در طی مرحله جوانه‌زنی پنبه که به صورت اسپری زده شد. عملکرد حدود ۱۲ درصد افزایش یافت. تیسدال و همکاران (۱۹۸۵)، نشان دادند که اثر کمپلکس موادآلی و روی بر سودمندی روی بستگی مستقیم با حلالیت این ترکیبات پیچیده دارد. اکیوپوگلا و همکاران (۱۹۹۸)، گزارش دادند که رابطه مثبتی بین مقدار روی و میزان موادآلی در خاکهای ترکیه وجود داشت. شرکت شیمیایی هلنا (۲۰۰۶) گزارش داد که مشکلات جذب روی توسط گیاه از خاک منجر به توسعه تولیدات کودهای کلات روی شده است. کاکار وکاتکات (۲۰۰۷)، گزارش دادند که از عناصری که گیاه پنبه نیاز دارد روی است که از عناصر غذایی میکرو می‌باشد و در صورت کمبود خیلی حساس است. گوپتا و همکاران (۱۹۸۴) گزارش دادند که هرچند با افزایش شوری عملکرد سویا کاهش می‌یابد اما کاربرد روی در شرایط شور باعث افزایش عملکرد گردید.

۲-۵-۸- آهن

علائم کمبود آهن به طور معمول فقط بعد از آبیاری غرقابی در مزرعه قابل مشاهده است. نواحی بین رگبرگ‌های برگ‌های جوان شروع به زرد شدن می‌کند در حالی که خود رگبرگ‌ها سبز باقی می‌مانند ولی در مواقعی که کمبود شدید است رگبرگ‌ها نیز ممکن است زرد رنگ و به مرور زمان کل برگ سفید رنگ شود (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳). محلول پاشی سولفات آهن، بر روی شاخ و برگ گیاه با استفاده از کلات آهن به میزان یک کیلوگرم در هکتار می‌تواند کمبود آهن را برطرف کند ولی تأثیری در افزایش محصول نخواهد داشت (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸).

۲-۵-۹-بر

اولین علائم کمبود بر مدت‌ها قبل از پیدایش علائم ظاهری در درون گیاه و در سلول‌ها پیدا می‌شود. بدین معنی که سلول‌های تقسیم شده قادر به جدا شدن از هم نیستند و دیواره‌های سلولی تجزیه و پوسیده می‌شوند. مرحله بعدی کمبود بر سیاه شدن جوانه‌های رونده و بافت‌های مریستمی و کم شدن رشد و فاصله میان گره‌هاست وقتی کمبود بر شدید شود زردی رنگ، خشکی گل‌ها و بد شکلی میوه و مرگ گیاه مشاهده می‌شود (یزدانی خوراسگانی و حسینی بای، ۱۳۸۸). پنبه بیش از سایر گیاهان به این عنصر محتاج است اثر آن تقریبا شبیه اثر کلسیم بوده و در زمین‌های قلیایی، فقر این عنصر بیشتر به چشم می‌خورد (واقفی و مرعشی، ۱۳۵۳).

فصل سوم

مواد و روشها

۳-۱- ویژگی‌های محل اجرای آزمایش

شهرستان مه‌ولات به مرکزیت شهر فیض‌آباد از توابع خراسان رضوی در فاصله ۲۰۰ کیلومتری مشهد مقدس با مساحتی در حدود ۳۷۳۴ کیلومتر مربع بین طولهای جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۶ دقیقه و عرضهای جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۵درجه و۳۲ دقیقه واقع شده است. دشت فیض‌آباد در بخش مرکز و جنوب شهرستان واقع شده است. این دشت به دلیل آب و هوای گرم و خشک مستعد کاشت محصولات گرمسیری است و نوع آب آن از نظر کیفی تغییر می‌کند و میزان شوری آن بالا است.

۳-۲- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

نمونه‌گیری از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک محل اجرای طرح قبل از کشت جهت تعیین پارامترهای N، P، K، Zn، بافت، هدایت الکتریکی، pH، آهک، میزان مواد آلی، SO_4 انجام گردید. براساس نتایج آزمایش‌های خاکشناسی، خاک محل اجرای آزمایش دارای ۵۵ درصد شن، ۲۵ درصد سیلت و ۲۰ درصد رس می‌باشد که با توجه به مثلث بافت خاک دارای بافت لوم شنی است.

واکنش خاک در محدوده خنثی تا کمی قلیایی (۷/۸) قرار دارد که از این نظر جذب برخی از عناصر کم مصرف نظیر آهن، روی، مس و منگنز توسط گیاه با اشکال مواجه می‌شود.

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

جدول (۳-۱) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته گل اشباع	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	درصد آهک	درصد مواد آلی	درصد ازت کل	سولفات قابل جذب meq/L
۰ – ۳۰	۷/۶	۷/۸	۱۵/۵	۱۲۵	۱۶/۵	۱	۰/۰۸	۱۳

عمق (cm)	منگنز قابل جذب Ppm	روی قابل جذب ppm	آهن قابل جذب ppm	مس قابل جذب ppm	کربنات قابل جذب meq/L	بیکربنات قابل جذب meq/L	کلاس بافت خاک
۰- ۳۰	۳/۴	۰/۱۳	۱/۲۴	۰/۳۴	-	۳/۷	Sandy loam

۳-۳- نوع طرح آزمایشی و مشخصات کرت‌های آزمایشی

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی دارای ۱۲ تیمار و ۳ تکرار و ۳۶ کرت آزمایشی به اجرا در آمد، که فاکتور اول شامل روی در دو سطح صفر(Zn_0) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار(Zn_1)، فاکتور دوم شامل کود گوگرد گرانوله در سه سطح صفر (S_0)، ۵۰۰کیلوگرم در هکتار (S_1)،۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار(S_2) و فاکتور سوم شامل باکتری تیوباسیلوس در دو سطح عدم مصرف (T_0) و مصرف (T_1) می‌باشد. سرانجام بعد از برداشت محصول پنبه، نمونه گیری خاک و برگ از هر کرت به طور جداگانه جهت آنالیزهای خاک و برگ انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به طول ۳ متر، که فاصله بین خطوط ۷۵ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها در روی خطوط ۲۰ سانتیمتر بود. بدین ترتیب ابعاد هر کرت ۳ × ۵ منظور گردید.

تیمارهای آزمایش عبارتند از:

T_1: تیمار شاهد (عدم کاربرد گوگرد، روی و باکتری تیوباسیلوس)

T_2: تیمار با کاربرد گوگرد (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) + عدم کاربرد روی + عدم کاربرد باکتری تیوباسیلوس

T_3: تیمار با کاربرد گوگرد (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) + عدم کاربرد روی + عدم کاربرد باکتری تیوباسیلوس

T_4: تیمار با کاربرد گوگرد (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) + کاربرد باکتری تیوباسیلوس + عدم کاربرد روی

T_5: تیمار با کاربرد گوگرد (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) + کاربرد باکتری تیوباسیلوس + عدم کاربرد روی

T_6: تیمار با کاربرد باکتری تیوباسیلوس + عدم کاربرد گوگرد + عدم کاربرد روی

T_7: تیمار با کاربرد سولفات روی (۵۰ کیلوگرم در هکتار) + عدم کاربرد گوگرد + عدم کاربرد باکتری تیوباسیلوس

T_8: تیمار با کاربرد سولفات روی (۵۰ کیلو گرم در هکتار) + کاربرد گوگرد (۵۰۰ کیلو گرم در هکتار) + عدم کاربرد باکتری تیوباسیلوس

T_9: تیمار با کاربرد سولفات روی (۵۰ کیلو گرم در هکتار) + کاربرد گوگرد (۱۰۰۰ کیلو گرم در هکتار) + عدم کاربرد باکتری تیوباسیلوس

T_{10}: تیمار با کاربرد سولفات روی (۵۰ کیلو گرم در هکتار) + کاربرد باکتری تیوباسیلوس + عدم کاربرد گوگرد

T_{11}: تیمار با کاربرد سولفات روی (۵۰ کیلو گرم در هکتار) + کاربرد باکتری تیوباسیلوس + کاربرد گوگرد (۵۰۰ کیلو گرم در هکتار گوگرد)

T_{12}: تیمار با کاربرد سولفات روی (۵۰ کیلو گرم در هکتار) + کاربرد باکتری تیوباسیلوس + کاربرد گوگرد (۱۰۰۰ کیلو گرم در هکتار)

جدول (۳-۲) – نقشه طرح آزمایش

Zn_1	Zn_1	Zn_1	Zn_0	Zn_1	Zn_1	Zn_0	Zn_0	Zn_1	Zn_0	Zn_0	Zn_0
T_0	T_0	T_1	T_1	T_1	T_1	T_1	T_0	T_0	T_1	T_0	T_0
S_1	S_0	S_1	S_2	S_2	S_0	S_0	S_2	S_2	S_1	S_1	S_0
Zn_1	Zn_1	Zn_1	Zn_1	Zn_0	Zn_1	Zn_0	Zn_0	Zn_0	Zn_1	Zn_0	Zn_0
T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_1	T_0	T_1	T_0	T_0	T_1	T_0
S_0	S_0	S_2	S_1	S_1	S_1	S_0	S_2	S_2	S_2	S_0	S_1
Zn_1	Zn_0	Zn_0	Zn_1	Zn_0	Zn_1	Zn_1	Zn_1	Zn_0	Zn_1	Zn_0	Zn_0
T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_0	T_1	T_1	T_1	T_0	T_1	T_0
S_1	S_2	S_0	S_2	S_2	S_2	S_1	S_0	S_1	S_0	S_0	S_1

۳-۴- عملیات زراعی

با استفاده از نقشه طرح (جدول ۳-۲)، کود گوگرد گرانوله (۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و باکتری تیوباسیلوس قبل از کشت به کرت‌ها اعمال گردید. قبل از کاشت کود پایه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) و همچنین ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در طی سه مرحله که یک سوم آن در زمان کاشت و یک سوم دیگر در زمان شروع غنچه دهی و یک سوم دیگر در زمان شروع گلدهی با توجه به آزمایش خاک بر روی سطح خاک پخش کرده و سپس زمین مورد نظر قبل از کاشت توسط گاو آهن برگرداندار شخم عمیق زده شد. پس از اجرای شخم به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و آماده سازی بستر بذر، عملیات دیسک زنی انجام گردید. پس از تسطیح زمین، جوی و پشته در زمین ایجاد شد. جوی و پشته‌های ایجاد شده به فاصله ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر بودند. پس از ایجاد جوی و پشته، جوی‌های اصلی در زمین و کرت‌بندی زمین صورت گرفت. عملیات کاشت در تاریخ ۹۱/۲/۱۸ انجام شد. و پس از کاشت، آبیاری صورت گرفت. دور آبیاری صورت گرفته ۱۲ روز بود. اما پس از آبیاری اول به فاصله شش روز آبیاری دوم و بعد از شش روز آبیاری سوم صورت گرفت و یک تنش آبی به مدت ۲۴ روز اعمال شد و سپس فواصل آبیاری به

۱۲ روز افزایش یافت تا زمان گلدهی که حساس‌ترین مرحله آبیاری پنبه است در اواسط گلدهی همزمان با مشاهده اولین قوزه‌ها فواصل آبیاری به شش روز یک بار رسید و این امر تا زمان پایان آبیاری که تقریبا اواسط شهریور بود، ادامه یافت. برای عملیات کوددهی، کود پایه قبل از کاشت به زمین اضافه شد که کود اوره در طی سه مرحله به زمین داده شد و کودهای گوگرد و باکتری تیوباسیلوس سه هفته قبل از کاشت به زمین داده شد، تا مراحل اکسیداسیون گوگرد به مرور زمان انجام شود وکود سولفات روی در مرحله دو تا چهار برگی در فاصله نزدیک به ساقه گیاه به صورت محلول به خاک افزوده شد. درمرحله ۶ تا ۸ برگی اقدام به تنک کردن بوته ها شد و به فاصله هر بیست سانتی متر یک بوته نگه داشته شد. که با دست و به وسیله کارگر صورت گرفت. وجین علفهای هرز بعد از آبیاری چهارم انجام شد. سم‌پاشی و مبارزه با آفات هم در مراحل مختلف رشد گیاه همزمان با مشاهده حشرات و آفات صورت گرفت. سرزنی بوته‌های قوزه تقریبا در اوایل شهریور صورت گرفت. هنگامی که قوزه‌ها کاملا رسیدند و دیواره‌های تخمدان مایل به زرد شدند برداشت وش پنبه انجام شد که طی دو مرحله صورت گرفت.

۳-۵- صفات مورد بررسی در گیاه

در طی فصل رشد و نیز در مرحله برداشت صفات گیاهی مورد بررسی شامل تاریخ شروع گلدهی، عملکرد وش، عملکرد پنبه‌دانه، میانگین وزن قوزه، ارتفاع اولین قوزه، تعداد قوزه در بوته، تعداد شاخه زایا، تعداد شاخه رویا، ارتفاع بوته، درصد کیل مورد اندازه گیری قرار گرفت.

۳-۵-۱-زمان شروع گلدهی

زمان شروع گلدهی هنگامی است که اولین گل باز شده، در ۵۰ درصد بوته‌ها مشاهده گردد.

۳-۵-۲- تعداد قوزه در بوته

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

۳-۵-۳- تعداد شاخه زایا و رویا در هر بوته

از ۱۰ بوته انتخابی در هر کرت تعداد شاخه زایا و رویا در هر بوته به طور جداگانه شمرده و سپس میانگین بدست آمده درنظر گرفته شد.

۳-۵-۴- ارتفاع بوته

از ۱۰ بوته انتخابی در هر کرت ارتفاع بوته به طور جداگانه با متر اندازه گیری و سپس میانگین بدست آمده درنظر گرفته شد.

۳-۵-۵- درصد کیل

از تقسیم وزن الیاف محلوج به وزن کل وش ضربدر ۱۰۰ بدست می‌آید.

۳-۵-۶- وزن قوزه

از ۱۵ قوزه انتخاب شده به صورت تصادفی از بوته‌ها در هر کرت میانگین وزن قوزه به طور جداگانه با ترازو (با دقت ۰/۰۱) وزن و سپس میانگین بدست آمده درنظر گرفته شد.

۳-۵-۷- عملکرد وش در واحد سطح

از هر کرت با حذف ردیف های کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر ردیف وسطی به عنوان اثر حاشیه‌ای، مساحتی معادل ۱ متر مربع برای تعیین عملکرد وش در واحد سطح برداشت شد.

۳-۵-۸- عملکرد پنبه‌دانه در واحد سطح

با جدا کردن الیاف پنبه از دانه آن محاسبه و بر حسب کیلوگرم در هکتار منظور گردید.

۳-۵-۹- فاصله اولین قوزه از سطح خاک

از ۱۰ بوته منتخب ارتفاع اولین قوزه از سطح خاک اندازه گیری و ثبت گردید و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شد.

۳-۵-۱۰- شاخص سطح برگ (Leaf Area Index)

عبارت است از نسبت سطح برگ گیاه به سطح زمینی که روی آن سایه می‌اندازد.

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

$$\boldsymbol{LAI} = \frac{\text{مساحت برگهای یک بوته}}{\text{مساحت سایه انداز}} \qquad \text{(فرمول۳-۱)}$$

۳-۵-۱۱- درصد روغن

درصد روغن در پنبه دانه به وسیله‌ی دستگاه سوکسله به روش سوکسله (۱۹۷۹) اندازه گیری شد.

۳-۶- صفات مورد بررسی در خاک

پس از برداشت محصول نسبت به نمونه برداری خاک اقدام گردید. پارامترهای مورد بررسی در آزمایشگاه خاک عبارتند از: هدایت الکتریکی خاک (EC)، اسیدیته گل اشباع (pH)، سولفات قابل جذب، ازت کل، میزان روی قابل جذب.

روش های اندازه گیری پارامترهای مورد نظر در خاک:

۳-۶-۱- هدایت الکتریکی خاک

EC خاک به کمک هدایت سنج مدل JENWAY-432 در عصاره اشباع خاک با روش جکسون (۱۹۷۳) اندازه گیری شد.

۳-۶-۲- واکنش خاک (pH)

pH نمونه‌های خاک در گل اشباع به وسیله‌ی pH متر مدل ELEIA با روش جکسون (۱۹۷۳) اندازه گیری شد.

۳-۶-۳- ازت کل (درصد)

ازت کل خاک با استفاده از روش کجلدال در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید (جکسون، ۱۹۷۳).

۳-۶-۴- سولفات قابل جذب

سولفات قابل جذب در خاک به وسیله‌ی عصاره گیر کلرور کلسیم ۰/۰۱ مولار استخراج و با استفاده از روش کدورت سنجی در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید (معصومی و کورن فیلد، ۱۹۶۳).

۳-۶-۵- روی قابل جذب

میزان روی قابل جذب خاک پس از استخراج توسط عصاره گیر DTPA (دی اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید) با استفاده از دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید (لیندسی و نورول، ۱۹۷۸).

۳-۷- روش های اندازه گیری پارامترهای مورد نظر در گیاه:

۳-۷-۱- ازت کل (درصد)

درصد ازت جذب شده با استفاده از روش کجلدال در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید (جکسون، ۱۹۷۳).

۳-۷-۲- سولفات جذب شده

سولفات جذب شده توسط گیاه به وسیله‌ی هضم با نیترات منیزیم و اسید پرکلریک استخراج و با استفاده از روش کدورت سنجی در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید (معصومی و کورن فیلد، ۱۹۶۳).

۳-۷-۳- روی جذب شده

میزان روی جذب شده توسط گیاه با استفاده از روش هضم با اسید سالسیلیک و آب اکسیژنه به وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید (جکسون، ۱۹۷۳).

۳-۸- تجزیه داده ها و محاسبات آماری

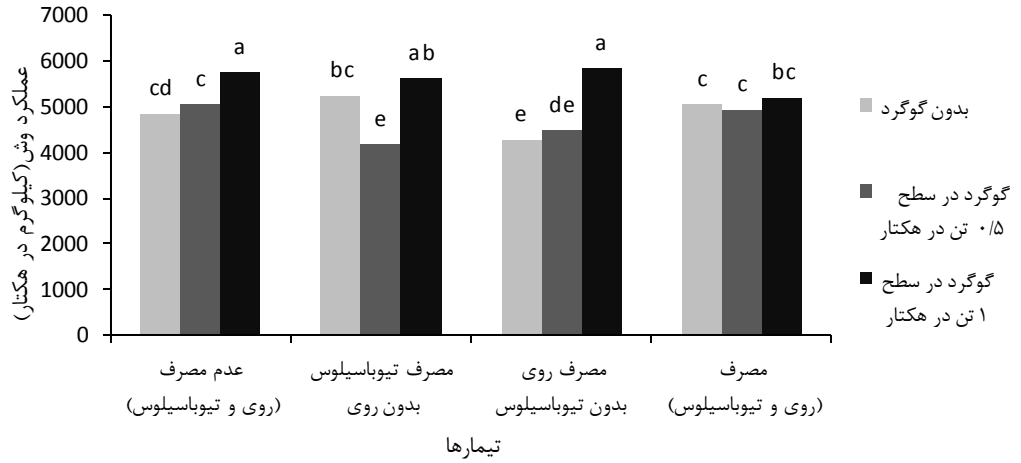
تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون دانکن انجام گرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- عملکرد وش

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۳) نشان داد که اثر گوگرد، اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر عملکرد وش در سطح یک درصد و اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر عملکرد وش در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر عملکرد وش (شکل ۴-۱) نشان داد که تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف روی و تیوباسیلوس (۵۷۶۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف تیوباسیلوس و عدم مصرف روی (۵۶۱۶ کیلوگرم در هکتار) و همچنین تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف روی و عدم مصرف تیوباسیلوس (۵۸۵۳ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی داری در عملکرد وش نداشتند. اما نسبت به تیمار شاهد (۴۸۶۷ کیلوگرم در هکتار) باعث ایجاد افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد در عملکرد وش گردیدند. احتمالا دلیل آن اکسایش گوگرد از طریق کاهش pH و افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی باشد که می‌تواند موجب بهبود رشد و عملکرد پنبه شود (بائو، ۱۹۹۸).



شکل ۴-۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد وش

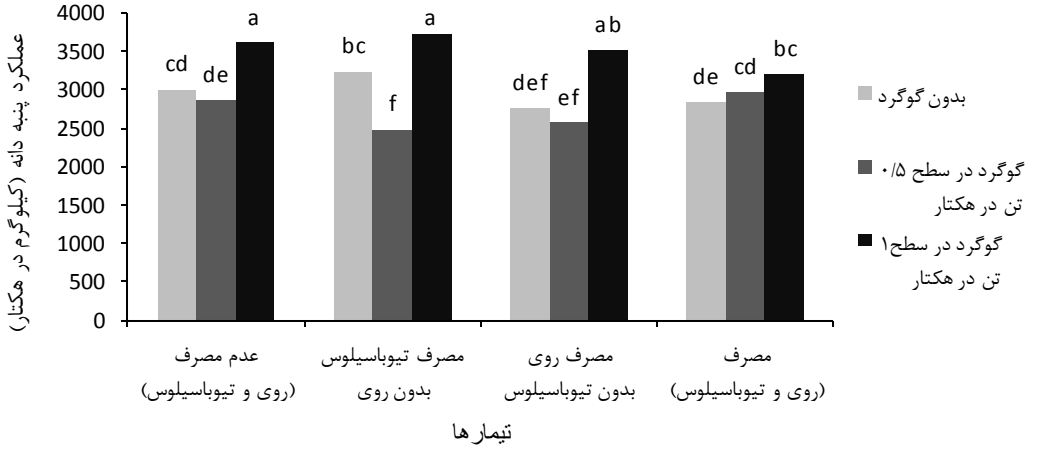
(حروف مشابه بر روی ستون‌ها نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بین آن‌هاست)

در حالی که عملکرد وش در تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف روی و تیوباسیلوس (۵۲۰۸ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی داری با تیمار شاهد (۴۸۶۷ کیلوگرم در هکتار) نداشت. شارما و دانگاروال (۱۹۹۷)، شابرا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که کاربرد گوگرد در خاک باعث افزایش عملکرد وش پنبه نسبت به تیمار شاهد گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج تحقیق دادیور و خودشناس (۱۳۸۶) نشان داد که کاربرد توأم گوگرد و تیوباسیلوس باعث افزایش عملکرد وش شد و همچنین سینگ و منج (۲۰۰۷) گزارش دادند که کاربرد توأم گرگرد و روی باعث افزایش معنی داری در عملکرد بادام زمینی شد.

۴-۲- عملکرد پنبه دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۳) نشان داد که اثر گوگرد و اثر روی و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر عملکرد پنبه دانه در سطح یک درصد و اثر متقابل روی و گوگرد بر عملکرد پنبه دانه در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر عملکردپنبه دانه (شکل ۴-۲) نشان داد که تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف روی و تیوباسیلوس (۳۶۲۲ کیلوگرم در هکتار) و تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف تیوباسیلوس و عدم مصرف روی (۳۷۲۱ کیلوگرم در هکتار) و همچنین تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف روی و عدم مصرف تیوباسیلوس (۳۵۱۴ کیلوگرم در هکتار) در عملکرد پنبه دانه اختلاف معنی داری با هم نداشتند. اما نسبت به تیمار شاهد (۳۰۱۱ کیلوگرم در هکتار) باعث ایجاد افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد در عملکرد پنبه دانه گردیدند. اما در تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف روی و تیوباسیلوس (۳۲۱۳ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی داری با تیمار شاهد (۳۰۱۱ کیلوگرم در هکتار) نداشت. احتمالا دلیل آن اکسایش گوگرد از طریق کاهش pH و افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی باشد که می‌تواند موجب بهبود رشد و عملکرد پنبه شود

(بائو، ۱۹۹۸). نتایج مشابهی با این آزمایش همچنین توسط سایر محققین از جمله جاگویر سینگ وکایرون (۲۰۰۱)، محمد و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است و آن‌ها با آزمایشات خود نشان دادند که کاربرد گوگرد موجب افزایش عملکرد پنبه دانه نسبت به تیمار شاهد گردید.

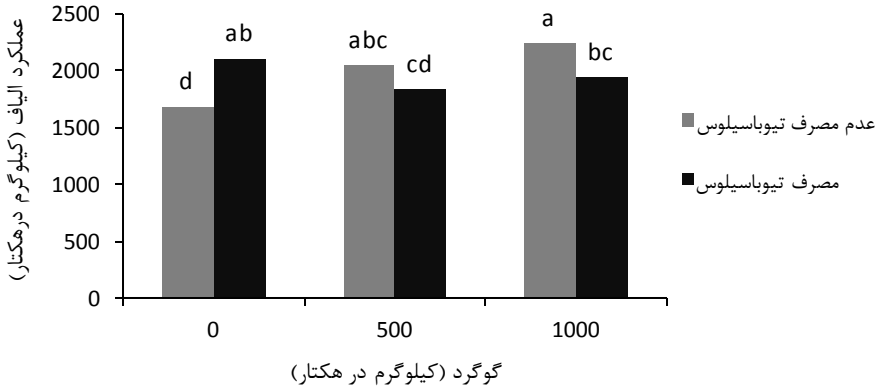


شکل ۴-۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد پنبه دانه

۴-۳- عملکرد الیاف

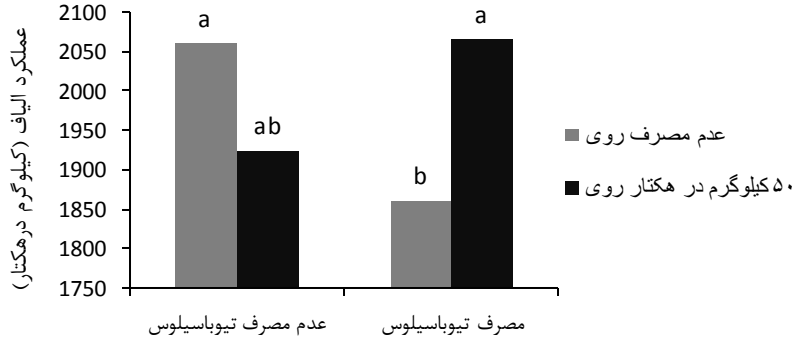
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۳) نشان داد که اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد الیاف در سطح یک درصد و اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر عملکرد الیاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد الیاف (شکل ۴-۳) نشان داد که تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم کاربرد تیوباسیلوس باعث ایجاد افزایش معنی‌داری در سطح ۱ درصد در عملکرد الیاف (۲۲۳۸ کیلوگرم در هکتار) نسبت به عدم کاربرد تیوباسیلوس و گوگرد (۱۶۹۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس (۱۹۴۴ کیلوگرم در هکتار) گردید. ضمنا تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم مصرف تیوباسیلوس (۲۲۳۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم مصرف تیوباسیلوس (۲۰۴۹ کیلوگرم در هکتار) و

تیمار با کاربرد تیوباسیلوس و عدم کاربرد گوگرد (۲۱۱۱ کیلوگرم در هکتار) در عملکرد الیاف اختلاف معنی داری با هم نداشتند.



شکل ۴-۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد الیاف

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر عملکرد الیاف (شکل ۴-۴)نشان داد که: عملکرد الیاف در تیمار با کاربرد ۵۰ کیلوگرم درهکتار روی به همراه تیوباسیلوس (۲۰۶۵ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی داری با عدم مصرف روی و تیوباسیلوس (۲۰۶۰ کیلوگرم در هکتار) نداشت. ضمنا این تیمار نسبت به تیمار با کاربرد تیوباسیلوس در صورت عدم مصرف روی عملکرد الیاف (۱۸۶۱ کیلوگرم در هکتار) بیشتری را نشان داد.

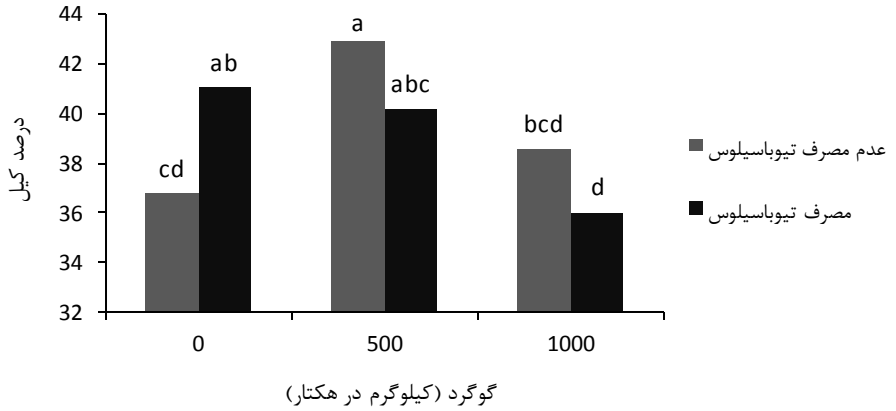


شکل ۴-۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و روی بر عملکرد الیاف

این نتایج با یافته‌های سایر محققین از جمله دان و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد آنان گزارش دادند که کاربرد گوگرد در خاک موجب افزایش عملکرد الیاف نسبت به تیمار شاهد گردید.

۴-۴- درصد کیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۳) نشان داد که اثر گوگرد بر درصد کیل در سطح یک درصد و اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر درصد کیل در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر درصد کیل(شکل ۴-۵) نشان داد که کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم کاربرد تیوباسیلوس باعث ایجاد افزایش معنی داری در سطح ۵ درصد در درصد کیل (۴۲/۸۸ درصد) نسبت به عدم کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس (۳۶/۷۷ درصد) و تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم کاربرد تیوباسیلوس (۳۸/۵۶ درصد) گردید. ضمنا درصد کیل در این تیمار با تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و مصرف تیوباسیلوس (۴۰/۱۸ درصد) و همچنین تیمار با کاربرد تیوباسیلوس در صورت عدم مصرف گوگرد (۴۱/۰۲ درصد) اختلاف معنی داری نداشت.

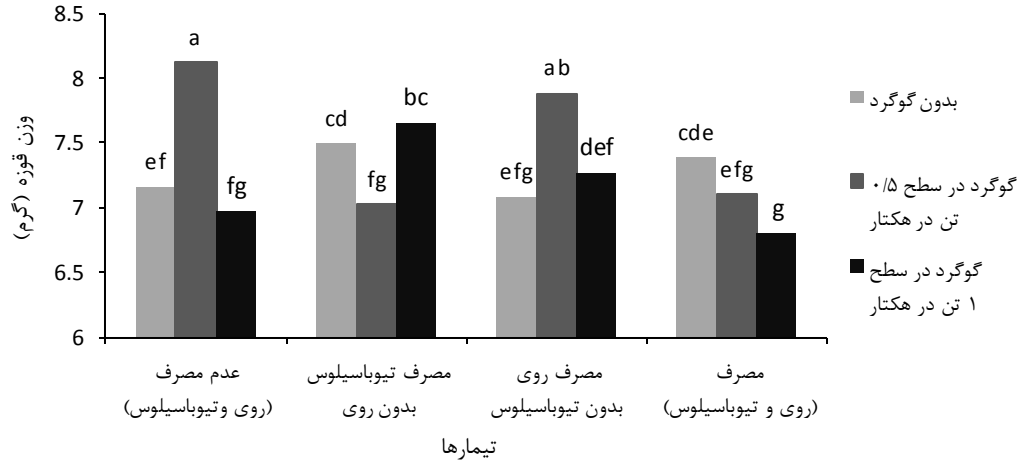


شکل ۴-۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر درصد کیل

۴-۵- وزن قوزه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۳) نشان داد که اثر گوگرد، اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر وزن قوزه در سطح یک درصد و اثر روی، اثر تیوباسیلوس و اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر وزن قوزه در سطح ۵ درصد معنی دار

شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر وزن قوزه (شکل ۴-۶) نشان داد که کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم کاربرد تیوباسیلوس و روی باعث ایجاد افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد در وزن قوزه (۷/۸۸ گرم) نسبت به تیمار شاهد (۷/۱۶ گرم) گردید. و همچنین تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد با کاربرد روی و عدم مصرف تیوباسیلوس (۷/۸۸ گرم) با این تیمار اختلاف معنی داری در عملکرد وش نداشت. در صورتی که وزن قوزه در تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس و روی (۷/۰۹ گرم) نسبت به تیمار شاهد (۷/۱۶ گرم) اختلاف معنی داری نداشت. نتایج مشابهی همچنین توسط ماماتها، (۲۰۰۷) گزارش شد.

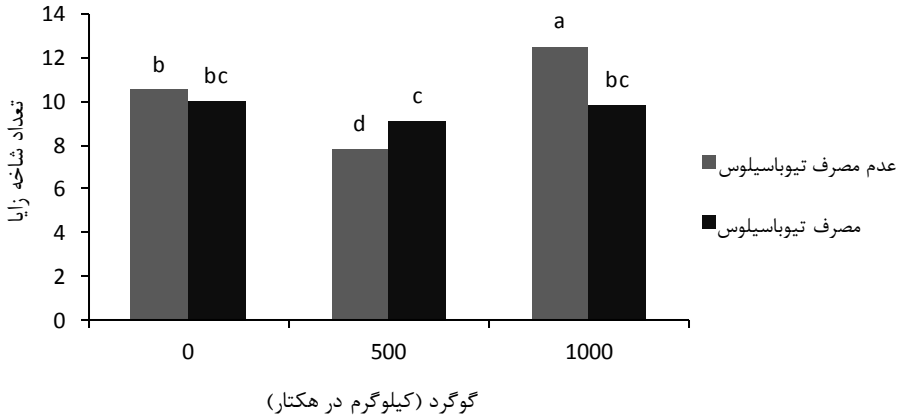


شکل ۴-۶- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر وزن قوزه

۴-۶- تعداد شاخه زایا

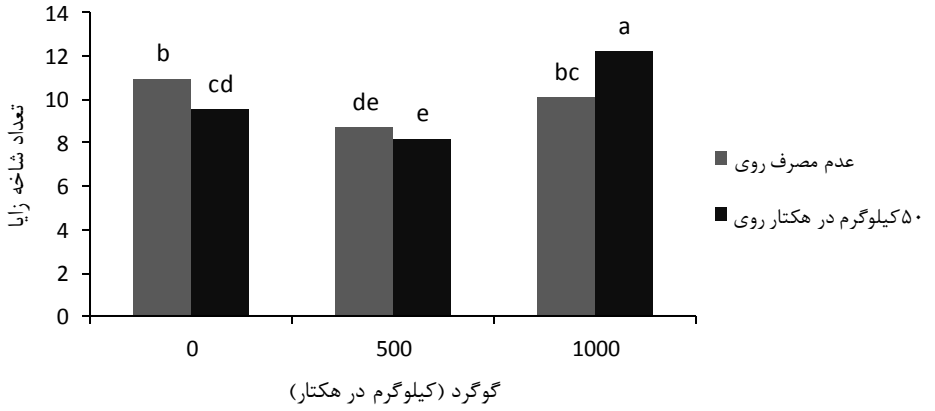
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۴) نشان داد که اثر گوگرد، اثر متقابل گوگرد و روی و اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر تعداد شاخه زایا در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر تعداد شاخه زایا (شکل ۴-۷) نشان داد که کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم کاربرد تیوباسیلوس بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد شاخه زایا (۱۲/۵۲) داشت و با تیمار عدم مصرف گوگرد و تیوباسیلوس (۱۰/۵۳) اختلاف معنی

دار در سطح ۱ درصد داشت. ضمنا تیمار با کاربرد تیوباسیلوس و عدم کاربرد گوگرد (۱۰/۰۲) و تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس (۹/۸۳) نیز با تیمار عدم مصرف گوگرد و تیوباسیلوس (۱۰/۵۳) اختلاف معنی داری نداشتند.



شکل ۴-۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر تعداد شاخه زایا

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و روی بر تعداد شاخه زایا (شکل ۴-۸) نشان داد که کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار روی بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد شاخه زایا (۱۲/۲۳) داشت و با تیمار عدم کاربرد گوگرد و روی (۱۰/۹۸) نیز دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد بود.

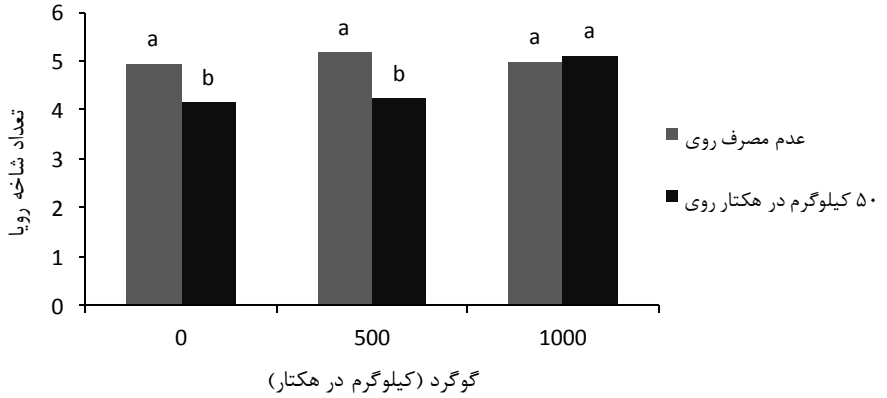


شکل ۴-۸- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و گوگرد بر تعداد شاخه زایا

ضمنا تیمار با کاربرد گوگرد در سطح ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بدون مصرف روی (۱۰/۱۲) اختلافی با تیمار عدم کاربرد گوگرد و روی (۱۰/۹۸) نداشت. که احتمالا می‌تواند به دلیل نقش گوگرد و روی در متابولیسم اکسین و کلروفیل باشد که موجب افزایش معنی دار در تعداد شاخه زایا گردیده است (ماماتها، ۲۰۰۷ و باساواراجاپا، ۱۹۹۲).

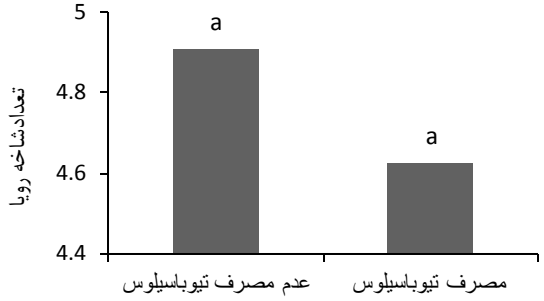
۴-۷- تعداد شاخه رویا

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۴) نشان داد که اثر روی و اثر متقابل گوگرد و روی بر تعداد شاخه رویا در سطح یک درصد و اثر تیوباسیلوس و اثر گوگرد بر تعداد شاخه رویا در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و روی بر تعداد شاخه رویا (شکل ۴-۹) نشان داد که تعداد شاخه رویا در تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار روی (۸/۲۲) و تیمار با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار روی در صورت عدم مصرف گوگرد (۹/۵۷) اختلاف معنی داری نداشت. اما تعداد شاخه رویا در این تیمارها نسبت به عدم کاربرد گوگرد و روی (۱۰/۹۸) به طور معنی داری در سطح ۱ درصد کاهش یافت.



شکل ۴-۹- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و گوگرد بر تعداد شاخه رویا

نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تیوباسیلوس بر تعداد شاخه رویا (شکل ۴-۱۰) نشان داد که تعداد شاخه رویا در تیمار با کاربرد تیوباسیلوس (۴/۶۲۸) نسبت به عدم مصرف تیوباسیلوس (۴/۹۱۱) اختلاف معنی داری نداشت.

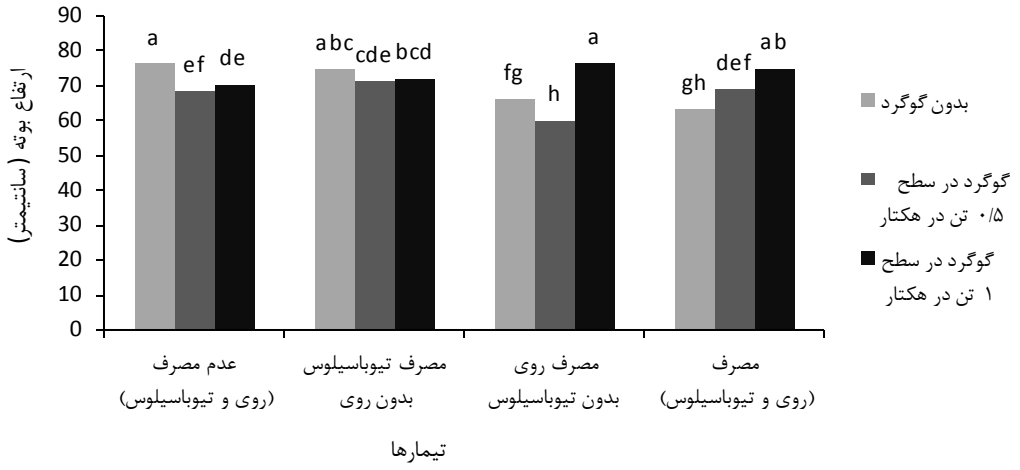


شکل ۴-۱۰- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تیوباسیلوس بر تعداد شاخه رویا

۴-۸- ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۴) نشان داد که اثر گوگرد، اثر روی، اثرمتقابل گوگرد و روی و اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته (شکل ۴-۱۱) نشان داد که ارتفاع بوته در تیمار با کاربرد روی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تیوباسیلوس (۷۴/۹۷ سانتیمتر) نسبت به تیمار شاهد (۷۶/۲۷ سانتیمتر) اختلاف معنی داری نداشت. اما تیمار با کاربرد روی و تیوباسیلوس و عدم مصرف گوگرد (۶۳/۲ سانتیمتر) نسبت به تیمار با کاربرد روی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به همراه ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تیوباسیلوس (۷۴/۹۷ سانتیمتر) کاهش معنی داری در سطح ۵ درصد را در ارتفاع بوته ایجاد کرد. در مقابل افرادی همچون شارما و همکاران (۲۰۰۰)، منگل پراساد (۲۰۰۰)، منگل پراساد و راجندرا پراساد (۱۹۹۴)، به نتایج متفاوتی با این آزمایش دست یافتند و آن‌ها گزارش کردند که کاربرد گوگرد

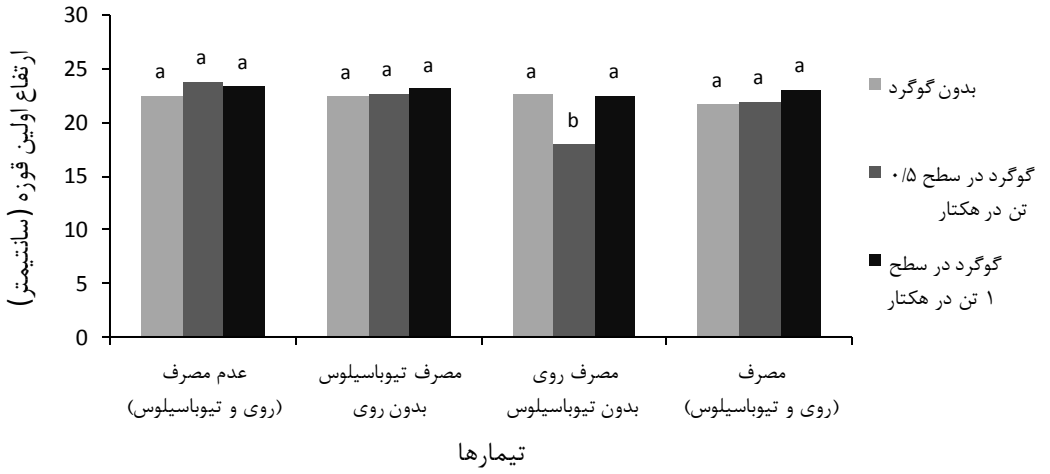
در خاک موجب افزایش ارتفاع بوته گردید. که احتمالا می‌تواند به دلیل شرایط آب و هوایی متفاوت ایران با مناطق مورد مطالعه این محققان و داشتن ماده آلی در خاک آن مناطق باشد.



شکل ۴-۱۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر ارتفاع بوته

۴-۹- ارتفاع اولین قوزه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۴) نشان داد که اثر روی بر ارتفاع اولین قوزه در سطح یک درصد و اثر متقابل روی و گوگرد و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر ارتفاع اولین قوزه در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر ارتفاع اولین قوزه (۴-۱۲) نشان داد که کمترین میزان ارتفاع اولین قوزه در تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف روی و عدم مصرف تیوباسیلوس (۱۷/۹۷ سانتیمتر) مشاهده گردید. که اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد (۲۲/۵۴ سانتیمتر) داشت. در صورتی که بقیه تیمارها در ارتفاع اولین قوزه اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند.

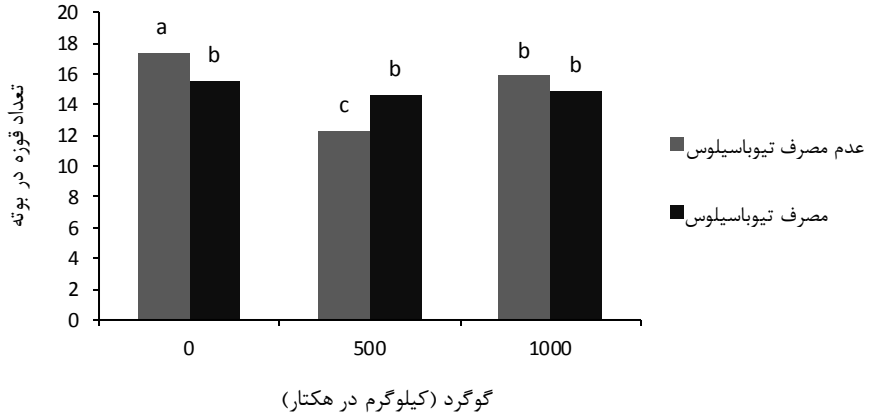


شکل ۴-۱۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر ارتفاع اولین قوزه

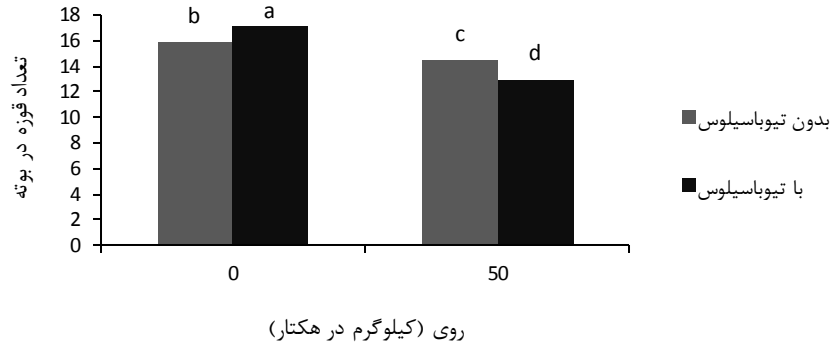
۴-۱۰- تعداد قوزه در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۴) نشان داد که اثر گوگرد و روی، اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس و اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر تعداد قوزه در بوته در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر تعداد قوزه در بوته (شکل ۴-۱۳) نشان داد که بیشترین تعداد قوزه در بوته در تیمار با عدم کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس (۱۷/۴۱) مشاهده گردید. و کمترین تعداد قوزه در بوته در تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف تیوباسیلوس (۱۲/۳۳) مشاهده گردید. و همه تیمارها تعداد قوزه در بوته کمتری را نسبت به عدم کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس ایجاد کردند.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر تعداد قوزه در بوته (شکل ۴-۱۴) نشان داد که کاربرد تیوباسیلوس و عدم کاربرد روی بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد قوزه در بوته (۱۷/۱۳) نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد با عدم کاربرد روی و تیوباسیلوس (۱۵/۹۱) داشت و کمترین تعداد قوزه در بوته در تیمار با کاربرد روی به همراه تیوباسیلوس (۱۳) مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۳ - نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر تعداد قوزه در بوته



شکل ۴-۱۴- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و روی بر تعداد قوزه در بوته

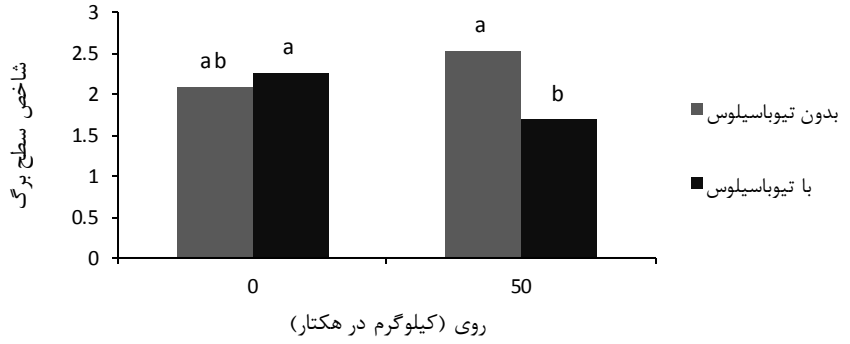
احتمالا می‌تواند به این دلیل باشد که در تیمارهایی که باکتری تیوباسیلوس به تنهایی به خاک اضافه شده این باکتری فقط مقادیر جزئی ترکیبات گوگردی که در خاک است را اکسید کرده است و موجب تغییراتی در داخل خاک شده است (طباطبایی، ۱۹۸۶ و کیلهام،۱۹۹۴). افرادی همچون شابرا و همکاران (۲۰۰۴) و فانگ و چن (۲۰۱۱) به نتایج متفاوتی با این تحقیق دست یافتند و آن‌ها گزارش کردند که کاربرد گوگرد موجب افزایش تعداد قوزه در بوته گردید.

۴-۱۱- درصد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۴) نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل بر روی روغن دانه پنبه معنی‌دار نشد.

۴-۱۲- شاخص سطح برگ

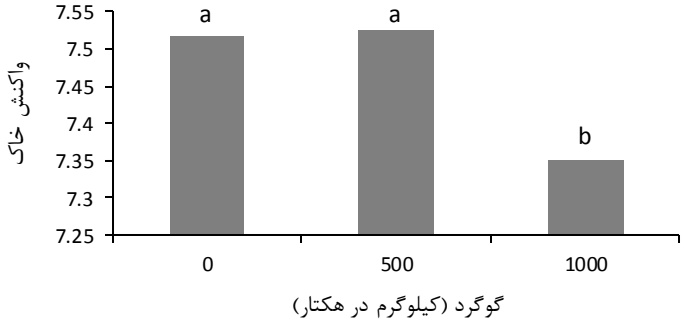
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۳) نشان داد که اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد و اثر تیوباسیلوس بر شاخص سطح برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر شاخص سطح برگ (شکل ۴-۱۵) نشان داد که کاربرد روی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف تیوباسیلوس اختلاف معنی داری را در شاخص سطح برگ (۲/۵۴) نسبت به عدم کاربرد روی و عدم کاربرد تیوباسیلوس (۲/۱) و همچنین تیمار با کاربرد تیوباسیلوس و عدم کاربرد روی (۲/۲۷) نداشت کمترین میزان شاخص سطح برگ در تیمار با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار روی و مصرف تیوباسیلوس (۱/۶۹) مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و روی بر شاخص سطح برگ

۴-۱۳- واکنش خاک (pH)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱) نشان داد که اثر گوگرد بر pH در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی گوگرد بر pH (شکل ۴-۱۶) نشان داد که: کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد موجب کاهش معنی داری در سطح ۱ درصد در واکنش خاک (۷/۳۵) گردید.



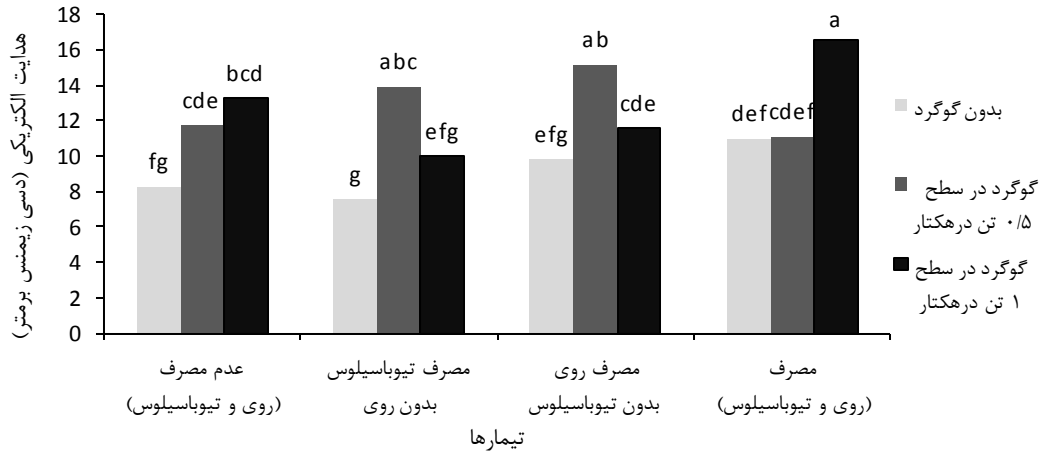
شکل ۴-۱۶- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی گوگرد بر واکنش خاک (pH)

که احتمالا به این دلیل می‌باشد که با مصرف گوگرد در خاک و اکسید شدن آن توسط موجودات ذره بینی، هر مول آن پس از اکسید شدن تولید دو مول یون هیدروژن کرده و در آخر موجب کاهش pH خاک می‌گردد (کاپلان و آرمان، ۱۹۹۸ و دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹). نتایج مشابهی همچنین توسط سایر محققین از جمله علیزاده و شاهسونی (۱۳۹۰)، امانی و رئیسی (۱۳۸۶) گزارش شده است و محققینی همچون نرولا و همکاران (۱۹۷۲) گزارش دادند که کاربرد گوگرد به همراه تیوباسیلوس موجب کاهش بیشتر واکنش خاک (pH) شد.

۴-۱۴- هدایت الکتریکی خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱) نشان داد که اثر گوگرد، اثر روی، اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر EC خاک در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج

مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر EC خاک (شکل ۴-۱۷) نشان داد که کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف روی و عدم مصرف تیوباسیلوس باعث ایجاد افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد در هدایت الکتریکی خاک (۱۳/۲۳ دسی زیمنس بر متر) نسبت به تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف روی و عدم مصرف تیوباسیلوس (۱۱/۷۳ دسی زیمنس بر متر) و همچنین تیمار شاهد (۸/۲۷ دسی زیمنس بر متر) ایجاد کرد. ضمنا تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف روی به همراه تیوباسیلوس (۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر) و تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف روی و عدم مصرف تیوباسیلوس (۱۵/۱۷ دسی زیمنس بر متر) و تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت مصرف تیوباسیلوس و عدم مصرف روی (۱۳/۹۳) در هدایت الکتریکی خاک اختلاف معنی داری با هم نداشتند



شکل ۴-۱۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر هدایت الکتریکی خاک

افزایش هدایت الکتریکی احتمالا به دلیل مصرف گوگرد و در نتیجه کاهش واکنش خاک (pH) و افزایش حلالیت عناصر و کانی‌های موجود در خاک شده که در نتیجه‌ی آن غلظت عناصر غذایی در محلول زیاد شده و میزان هدایت الکتریکی محلول خاک افزایش یافت (علیزاده و شاهسونی، ۱۳۹۰). در تیمارهایی که گوگرد به تنهایی به کاربرده شده است اختلاف معنی داری در هدایت الکتریکی

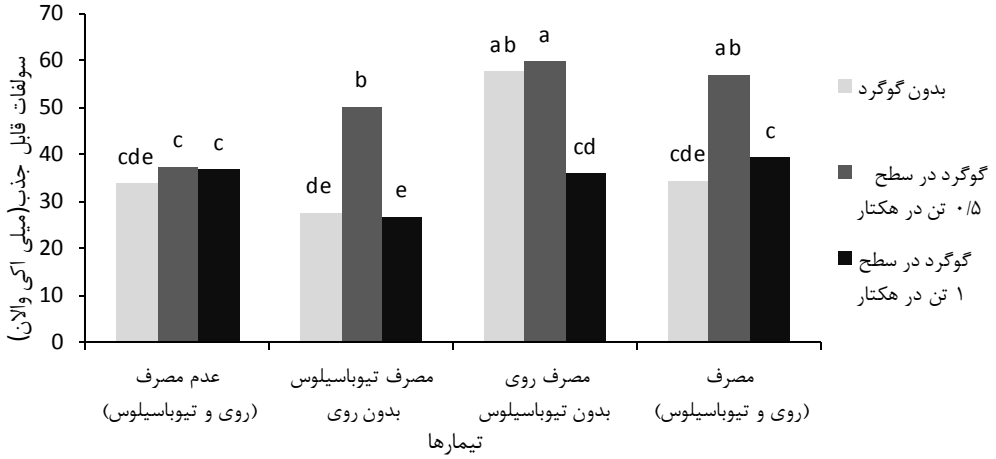
خاک بین تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد ایجاد نشده است اما در تیمارهایی که گوگرد، روی و تیو باسیلوس به صورت توأم به کاربرده شده تیماری که در آن ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به کاربرده شده است نسبت به تیماری که ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به کاربرده شده موجب افزایش معنی داری در هدایت الکتریکی خاک گردیده است نتایج مشابهی همچنین توسط سایر محققین از جمله امانی و رئیسی (۱۳۸۶) و مدیهش و همکاران (۱۹۸۹) گزارش شده است اما در مقابل محققی همچون حسین زاده (۱۳۸۵) گزارش داد که هدایت الکتریکی خاک با مصرف گوگرد کاهش پیدا کرد.

۴-۱۵- میزان سولفات قابل جذب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱) نشان داد که اثر گوگرد، اثر روی، اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر میزان سولفات قابل جذب در سطح یک درصد و اثر تیوباسیلوس بر میزان سولفات قابل جذب در سطح ۵ درصد معنی دار شد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر میزان سولفات قابل جذب (شکل ۴-۱۸) نشان داد که کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف تیوباسیلوس و عدم مصرف روی باعث ایجاد افزایش معنی داری در سطح ۱ درصد در سولفات قابل جذب خاک (۵۰/۲۱ میلی اکی والان در لیتر) نسبت به تیمار شاهد (۳۴/۰۱ میلی اکی والان در لیتر) گردید. در صورتی که سولفات قابل جذب در تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف تیوباسیلوس و روی (۳۷/۵۶ میلی اکی والان در لیتر) اختلاف معنی داری با تیمار شاهد (۳۴/۰۱ میلی اکی والان در لیتر) نداشت. ضمنا تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه مصرف تیوباسیلوس و روی و تیمار با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و مصرف روی و عدم مصرف

تیوباسیلوس و همچنین تیمار با کاربرد روی در صورت عدم مصرف روی و تیوباسیلوس اختلاف معنی داری در سولفات قابل جذب خاک نداشتند.



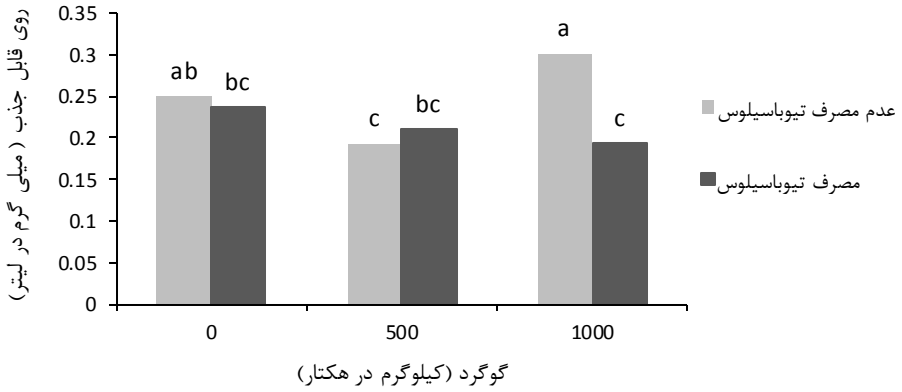
شکل ۴-۱۸- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر سولفات قابل جذب

که احتمالا به این دلیل است که با کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس، اکسید شدن گوگرد در خاک موجب تولید اسید سولفوریک شده و همچنین باکتری تیوباسیلوس موجب تسریع در اکسید شدن گوگرد شده که در نتیجه میزان سولفات قابل جذب در خاک افزایش می‌یابد (کاپلان و آرمان، ۱۹۹۸ و دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹). که می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد گوگرد (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه تیوباسیلوس نسبت به گوگرد تنها تأثیر بیشتری در افزایش سولفات قابل جذب خاک داشت. این نتایج با یافته‌های محققی همچون ایوان (۲۰۰۷) مطابقت دارد اما محققینی از جمله مدیهشی و همکاران (۱۹۸۹) و سریمارایانا (۱۹۹۳) گزارش دادند که کاربرد گوگرد به تنهایی موجب افزایش سولفات قابل جذب نسبت به شاهد گردید با اینکه در این تحقیق در تیمار با کاربرد گوگرد به تنهایی سولفات قابل جذب خاک نسبت به شاهد تغییری نکرد. و انتظار می‌رود که با افزایش میزان گوگرد در خاک و اکسید شدن آن میزان سولفات در داخل خاک افزایش یابد.

۴-۱۶- میزان روی قابل جذب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱) نشان داد که اثر تیوباسیلوس و اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر میزان روی قابل جذب در سطح ۵ درصد معنی دار شد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس بر میزان روی قابل جذب (شکل ۴-۱۹) نشان داد که میزان روی قابل جذب در تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم مصرف تیوباسیلوس (۰/۳ میلی گرم در لیتر) اختلاف معنی داری با تیمار عدم کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس (۰/۲۵ میلی گرم در لیتر) نداشت. اما تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تیوباسیلوس کاهش معنی داری در سطح ۵ درصد را در میزان روی قابل جذب خاک (۰/۱۹ میلی گرم در لیتر) نسبت به عدم کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس (۰/۲۵ میلی گرم در لیتر) نشان داد.



شکل ۴-۱۹- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان روی قابل جذب

طبق نتایج حاصله تیماری وجود ندارد که مقدار روی قابل جذب را نسبت به شاهد به طور معنی دار افزایش دهد که دو دلیل احتمالی برای آن می‌توان در نظر گرفت: ۱- روش اندازه گیری روی قابل جذب خاک که در این روش از عصاره گیر DTPA استفاده شده است. حتی اگر pH خاک برای آزاد سازی روی مناسب باشد هنگام اندازه گیری روی در اثر افزایش pH خاک توسط محلول عصاره گیر، واکنش حلالیت و آزادشدن روی برمی‌گردد و مقداری از روی آزاد شده مجددا تثبیت می‌شود. ۲- آزاد

شدن عناصر غذایی از جمله روی بر اثر اکسایش گوگرد و کاهش pH در میکروسایت‌ها که درصد ناچیزی از حجم کل خاک را تشکیل می‌دهند، صورت می‌گیرد. بنابراین اگر مقدار روی قابل جذب در این نقاط بر اثر کاهش pH خاک هم بالا رفته باشد، مقدار روی موجود در نقاط ریز نمی‌تواند روی قابل جذب کل نمونه خاک را به طور معنی داری افزایش دهد. (بشارتی ۱۳۷۷). اما پژوهشگرانی همچون رئیسی و امانی (۱۳۸۶)، مدیهش و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که کاربرد گوگرد تأثیری در روی قابل جذب خاک نداشت. در مقابل محققینی همچون کلباسی و همکاران (۱۹۸۸) و داوود و همکاران (۱۹۸۵) به نتایج متفاوتی دست یافتند. آن‌ها گزارش دادند که با کاربرد گوگرد میزان روی قابل جذب افزایش می‌یابد.

۴-۱۷- درصد ازت کل

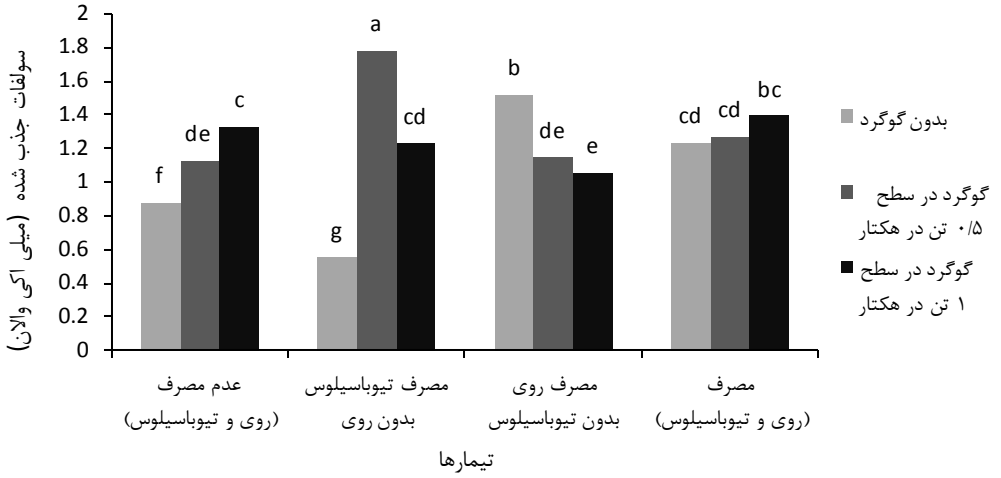
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۱) نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل بر روی درصد ازت کل معنی‌دار نشد.

۴-۱۸- میزان سولفات جذب شده در گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲) نشان داد که اثر گوگرد، اثر روی، اثر متقابل گوگرد و تیوباسیلوس، اثر متقابل گوگرد و روی و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر میزان سولفات جذب شده در سطح یک درصد معنی دار شد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر میزان سولفات جذب شده (شکل ۴-۲۰) نشان داد که کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و کاربرد تیوباسیلوس و عدم کاربرد روی بیشترین تأثیر را در افزایش میزان سولفات جذب شده (۱/۷۸ میلی اکی والان در لیتر) داشت. که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد (۰/۸۸ میلی اکی والان در لیتر) داشت. کاربرد تیوباسیلوس و عدم

مصرف روی و گوگرد کمترین میزان سولفات جذب شده (۰/۵۵میلی اکی والان در لیتر) را نشان داد. کاربرد گوگرد به تنهایی نسبت به شاهد همچنین موجب افزایش سولفات جذب شده در خاک شد اما کاربرد گوگرد (در این تحقیق ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه تیوباسیلوس بیشتر از گوگرد تنها موجب افزایش معنی داری در سولفات جذب شده خاک گردید.



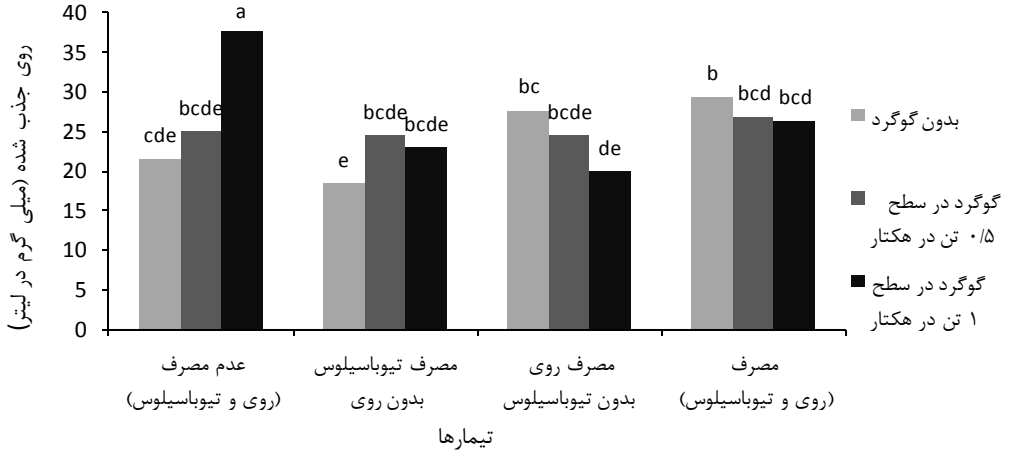
شکل ۴-۲۰- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر سولفات جذب شده

که احتمالا به این دلیل است که کاربرد گوگرد و اکسایش آن در خاک موجب افزایش سولفات در داخل محلول خاک و همچنین کاهش pH شده که افزایش غلظت سولفات باعث جذب بیشتر سولفات توسط گیاه شده است. این نتایج با یافته‌های محققینی همچون کاچا و همکاران (۱۹۹۷) و سریمارایانا (۱۹۹۳) مطابقت دارد و آن‌ها گزارش دادند که کاربرد گوگرد موجب افزایش جذب سولفات توسط گیاه شد.

۴-۱۹- میزان روی جذب شده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲) نشان داد که اثر متقابل گوگرد و روی و اثر متقابل روی و تیوباسیلوس بر میزان روی جذب شده در سطح یک درصد و اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر میزان روی جذب شده در سطح ۵ درصد معنی دار شد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس بر میزان روی جذب شده (شکل ۴-۲۱) نشان داد که کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و عدم کاربرد تیوباسیلوس و روی بیشترین تأثیر را در افزایش روی جذب شده (۳۷/۷۱ میلی گرم در لیتر) نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد (۲۱/۵ میلی گرم در لیتر) داشت. که احتمالا دلیل آن این می‌تواند باشد که مصرف گوگرد و تولید اسیدسولفوریک در نتیجه اکسایش آن، باعث کاهش pH، تأمین سولفات مورد نیاز گیاهان و افزایش قابلیت جذب عناصر کم مصرف (در اینجا روی) در خاک‌ها می‌شود (داوود و همکاران، ۱۹۸۵).



شکل ۴-۲۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان روی جذب شده

سپس کاربرد روی به همراه تیوباسیلوس در صورت عدم مصرف گوگرد موجب افزایش معنی داری در میزان روی جذب شده (۲۹/۳۳ میلی گرم در لیتر) نسبت به تیمار شاهد (۲۱/۵ میلی گرم در لیتر) گردید. احتمالا به این دلیل است که با مصرف روی در خاک مورد مطالعه و حلالیت آن، میزان جذب روی افزایش یافته است اما بقیه‌ی تیمارها در میزان روی جذب شده اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشتند. این نتایج با یافته‌های محققینی همچون داوود و همکاران (۱۹۸۵)، کاپلان و آرمان (۱۹۹۸)، کلباسی و همکاران (۱۹۸۸)، مطابقت دارد. اما در مقابل محققینی همچون بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۹) گزارش دادند که کاربرد گوگرد موجب ایجاد کاهش معنی داری در جذب روی

توسط گیاه می‌شود و همچنین افرادی همچون ماهلر و مپلس (۱۹۸۶) گزارش دادند که مصرف گوگرد تأثیری بر جذب روی نداشت.

۴-۲۰- درصد ازت جذب شده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ضمیمه (۴-۲) نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل بر روی درصد ازت جذب شده معنی‌دار نشد.

۴-۲۱- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که اثر متقابل گوگرد، روی و تیوباسیلوس در برخی صفات زراعی، خاک و گیاه معنی دار شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در صورت عدم مصرف تیوباسیلوس و روی موجب افزایش معنی داری در عملکرد وش، عملکرد پنبه دانه، هدایت الکتریکی خاک، میزان سولفات جذب شده و میزان روی جذب شده گردید و همچنین تیمار با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس موجب افزایش معنی داری در عملکرد وش و عملکرد پنبه دانه نسبت به شاهد گردید. کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس بیشتر از گوگرد تنها موجب افزایش معنی داری در سولفات قابل جذب خاک و سولفات جذب شده گردید. با توجه به اینکه اثر اصلی گوگرد در واکنش خاک معنی دار شد کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به تنهایی موجب کاهش معنی داری در واکنش خاک شد. کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بدون مصرف تیوباسیلوس موجب افزایش معنی دار عملکرد الیاف و درصد کیل گردید اما موجب کاهش معنی دار در تعداد قوزه در بوته شد. کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه تیوباسیلوس موجب کاهش معنی داری در روی قابل جذب نسبت به عدم کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس گردید.

۴-۲۲- پیشنهادها

۱- انجام این آزمایش در شرایط خاکی متفاوت با خاک مورد مطالعه مثلاخاک با میزان pH بالاتر

۲- استفاده از باکتری‌های دیگری که در اکسیداسیون گوگرد شرکت دارند. (به عنوان یک فاکتور در آزمایش)

۳- استفاده از کمپوست یا ورمی کمپوست به جای کاربرد روی برای بهبود بیشتر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

۴- تکرار این آزمایش در شرایط خاکی و آب و هوایی مشابه

ضمائم

جدول ضمیمه (۴-۱) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	سولفات قابل جذب	روی قابل جذب	درصد ازت کل
		pH	EC	meq/L	mg/L	%N
تکرار	۲	۰/۱۰۵*	۱۱/۰۶۶^{ns}	۱۴۶/۱۲۵*	۰/۰۰۴^{ns}	۸/۵۵۳^{ns}
گوگرد (S)	۲	۰/۱۱۷*	۵۶/۳۳۳**	۸۸۰/۱۲۱**	۰/۰۰۸^{ns}	۱/۵۴۲^{ns}
روی (Zn)	۱	۰/۰۰۷^{ns}	۲۷/۰۴**	۱۲۶۹/۴۹۷**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۳۶۸^{ns}
روی × گوگرد (Zn × S)	۲	۰/۰۷۷^{ns}	۴/۶۳^{ns}	۸۴/۴۱۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۳/۶۷۷^{ns}
تیوباسیلوس (T)	۱	۰^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۱۷۰/۵۶۴*	۰/۰۱۱*	۰/۱۰۷^{ns}
تیوباسیلوس × گوگرد (T × S)	۲	۰/۰۲^{ns}	۲/۵۰۱^{ns}	۲۹۳/۴۳۱**	۰/۰۱۳*	۱/۶۰۵^{ns}
تیوباسیلوس × روی (T × Zn)	۱	۰/۰۰۳^{ns}	۳/۷۳۸^{ns}	۸۸/۶۱۱^{ns}	۰^{ns}	۰/۷۵۷^{ns}
روی × تیوباسیلوس × گوگرد (Zn × T × S)	۲	۰/۰۱۶^{ns}	۳۹/۴۷۴**	۲۱۴/۳۲۸**	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۱۲۸^{ns}
خطا	۲۲	۰/۰۲۶	۲/۸۶۲	۲۷/۱۲۱	۰/۰۰۲	۱۰/۴۴۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۱۴	۱۴/۵۲	۱۲/۵۵	۲۱/۱۷	۲۵/۱۱

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد - * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد - ns از لحاظ آماری اختلاف معنی دار وجود ندارد

جدول ضمیمه (۴-۲) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر میزان جذب عناصر توسط گیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		سولفات جذب شده	درصد ازت جذب شده	روی جذب شده
		meq/L	%N	mg/L
تکرار	۲	۰/۰۷۹**	۰/۰۵۶^{ns}	۴۷/۴۴۵^{ns}
گوگرد (S)	۲	۰/۲۵۶**	۰/۰۱۷^{ns}	۱۸/۹۷۹^{ns}
روی (Zn)	۱	۰/۱۲۸**	۰/۰۱۸^{ns}	۵/۳۵۲^{ns}
روی × گوگرد (Zn × S)	۲	۰/۶۹**	۰/۰۴۸^{ns}	۱۸۶/۲۲۵**
تیوباسیلوس (T)	۱	۰/۰۴۱^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۱۵/۳۹۳^{ns}
تیوباسیلوس × گوگرد (T × S)	۲	۰/۳۶۶**	۰/۰۶۱^{ns}	۲۰/۴۰۳^{ns}
تیوباسیلوس × روی (T × Zn)	۱	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۴۷^{ns}	۲۰۸/۰۳۳**
روی × تیوباسیلوس × گوگرد (Zn × T× S)	۲	۰/۱۷۷**	۰/۰۸۳^{ns}	۷۶/۷۰۴*
خطا	۲۲	۰/۰۱	۰/۰۴۶	۱۷/۵۱۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۴۳	۲۱/۶۴	۱۶/۴۹

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد - * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد - ns از لحاظ آماری اختلاف معنی دار وجود ندارد

جدول ضمیمه (۴-۳) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر صفات زراعی پنبه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد وش (Kg/ha)	عملکرد پنبه دانه (Kg/ha)	عملکرد الیاف (Kg/ha)	درصد کیل	وزن قوزه (g)	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۸۶۶۴۸/۴۴۴^{ns}	۸۴۰۰۵/۵۲۸^{ns}	۱۴۴۶۳/۵۸۳^{ns}	۹/۲۸۲^{ns}	۰/۰۵۸^{ns}	۰/۷۳^{ns}
گوگرد (S)	۲	۲۹۶۹۲۷۲/۴۴۴**	۱۹۸۹۰۰۵/۴۴۴**	۱۲۰۹۴۲/۳۳۳^{ns}	۵۴/۹۸۳**	۰/۳۹۷**	۰/۰۶۸^{ns}
روی (Zn)	۱	۱۹۳۰۱۳/۷۷۸^{ns}	۲۹۴۱۲۵/۴۴۴**	۱۰۶۰۹^{ns}	۲۲/۸۸^{ns}	۰/۱۹۸*	۰/۰۴۳^{ns}
روی × گوگرد (Zn × S)	۲	۱۷۵۴۷۵/۱۱۱^{ns}	۱۶۵۶۰۳/۱۱۱*	۳۳۶۷۶/۳۳۳^{ns}	۱۲/۵۴۹^{ns}	۰/۰۳۶^{ns}	۰/۴۸۳^{ns}
تیوباسیلوس (T)	۱	۶۰۸/۴۴۴^{ns}	۳۹۲۷/۱۱۱^{ns}	۷۵۶۹^{ns}	۰/۹۵۴^{ns}	۰/۲۶۵*	۱/۰۵۷*
تیوباسیلوس × گوگرد (T × S)	۲	۷۹۷۷۸۹/۷۷۸**	۵۰۳۳۶/۴۴۴^{ns}	۴۶۰۲۶۶/۳۳۳**	۴۷/۱۹۳*	۱/۳۶۱**	۰/۰۱۴^{ns}
تیوباسیلوس × روی (T × Zn)	۱	۳۹۳۵۴۷/۱۱۱*	۱۳۵۳۳/۴۴۴^{ns}	۲۶۱۱۲۱*	۲۶/۰۷۸^{ns}	۰/۱۹۵*	۲/۳۴۷**
روی × تیوباسیلوس × گوگرد (Zn × T × S)	۲	۶۴۸۹۲۰/۴۴۴**	۲۹۰۳۲۶/۷۷۸**	۱۱۰۴۱۶^{ns}	۱۴/۱۷۶^{ns}	۰/۴۴**	۰/۵۷۲^{ns}
خطا	۲۲	۶۸۹۹۹/۹۶	۳۳۴۱۶/۳۷۶	۳۸۰۲۵/۵۸۳	۸/۲۹۵	۰/۰۳۸	۰/۲۲۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۲۱	۵/۹۶	۹/۸۶	۷/۳۴	۲/۶۵	۲۱/۹۵

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد - * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد - ns از لحاظ آماری اختلاف معنی دار وجود ندارد

جدول ضمیمه (۴-۴) نتایج تجزیه واریانس اثر روی، تیوباسیلوس و گوگرد بر صفات زراعی پنبه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد شاخه زایا	تعداد شاخه رویا	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع اولین قوزه (cm)	تعداد قوزه در بوته	درصد روغن
تکرار	۲	۰/۰۴۵^{ns}	۰/۲۲۱^{ns}	۱۲/۵۲^{ns}	۳/۹۴۳^{ns}	۲/۶۱۴^{ns}	۲۹/۰۷۹^{ns}
گوگرد (S)	۲	۲۲/۵۳**	۰/۸۱۹*	۱۱۵/۰۹۹**	۶/۱۴۴^{ns}	۲۷/۶۸۳**	۴۰/۲۳۱^{ns}
روی (Zn)	۱	۰/۰۲۸^{ns}	۲/۶۱۴**	۱۳۵/۹۹۵**	۱۶/۵۵۱**	۶۸/۹۷۳**	۱۰۹/۰۶۳^{ns}
روی × گوگرد (Zn × S)	۲	۱۰/۱۴۴**	۰/۹۸**	۱۷۷/۰۴۸**	۸/۵۵۹*	۳/۳۰۳^{ns}	۶۴/۳۹۴^{ns}
تیوباسیلوس (T)	۱	۳/۷۳۸^{ns}	۰/۷۲۳*	۱۴/۶۵۶^{ns}	۱/۲۵۸^{ns}	۰/۱۷۸^{ns}	۰/۰۸۴^{ns}
تیوباسیلوس × گوگرد (T × S)	۲	۱۱/۷۳۹**	۰/۱۵۲^{ns}	۵۴/۴۹۱**	۲/۹۷^{ns}	۱۴/۳۳۷**	۱۰/۷۹۹^{ns}
تیوباسیلوس × روی (T × Zn)	۱	۱/۰۶۸^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۸۹۳^{ns}	۶/۷۳۴^{ns}	۱۶/۵۷۸**	۱۳/۹۸۸^{ns}
روی × تیوباسیلوس × گوگرد (Zn × T × S)	۲	۰/۱۳۲^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۱۷/۸۷۲*	۷/۰۷۳*	۲/۶۷۸^{ns}	۱۰/۷۹۱^{ns}
خطا	۲۲	۰/۹۶۲	۰/۱۵۴	۴/۴۱۷	۲/۰۰۲	۱/۴۳۱	۲۷/۵۲۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۸۳	۸/۲۳	۲/۹۹	۶/۳۳	۷/۹	۱۸/۰۴

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد - * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد - ns از لحاظ آماری اختلاف معنی دار وجود ندارد

منابع

آستا م، (۱۳۸۸)، پایان نامه ارشد زراعت: **"تأثیر کود منیزیم، گوگرد و باکتری تیوباسیلوس تیواکسیدانز بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ارقام کلزا"**، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ص ۱۵۷.

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

بشارتی ح.، خاوازی ک. و صالح راستین ن، (۱۳۷۹) **"بررسی قابلیت چند ماده برای تولید مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس و مطالعه اثر آن همراه با گوگرد بر افزایش جذب برخی از عناصر غذایی و رشد ذرت"**، مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۱۱، ص ۱ تا ۱۰.

بشارتی ح. و صالح راستین ن، (۱۳۷۹) **"تأثیر مصرف گوگرد و مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر مقدار آهن و روی جذب شده توسط ذرت در شرایط گلخانه‌ای"**، مجله علوم خاک و آب، شماره ۷، ص ۶۳ تا۷۲.

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

جلیلی ف.، ملکوتی م ج. و کسرایی ر، (۱۳۷۹) **"نقش تغذیه متعادل در بهبود کیفیت کلزا در کشت‌های پاییزه و بهاره"**، مجله علمی پژوهشی خاک و آب (ویژه نامه کلزا)، جلد۱۲، شماره ۱۲.

حامدی ف. و جعفری ح، (۱۳۸۶) **"بررسی اثرات مصرف گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و کوددامی بر خواص کمی و کیفی کلزا"**، مجموعه مقالات دومین سمینار علمی - کاربردی دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی ایران، تهران، ص ۱۱۳ تا ۱۱۷.

حسین زاده گشتی ع، (۱۳۸۵)، پایان نامه کارشناسی ارشد: **"اثر مصرف گچ و سوپر فسفات ساده بر رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد بادام زمینی"**، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ص ۱۲۴.

خاوازی ک.، ملکوتی م ج. و نورقلی‌پور ف، (۱۳۸۲)، **"تأثیر 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 کش‌های نباتی.

خرازی ح و مرادی م، (۱۳۸۹) **"مجموعه زراعت عمومی و زراعت گیاهان صنعتی"** جلد اول، انتشارات فرهیختگان دانشگاه تهران، ص ۱۳ تا ۲۹.

خواجه‌پور م، (۱۳۸۳) **"گیاهان صنعتی"** جلد اول، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ص ۲۱۷ تا ۲۶۷.

خلدبرین ع و اسلام زاده خ، (۱۳۸۰) **"تغذیه معدنی گیاهان عالی"** جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ص ۹۰۲.

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

رستگار م، (۱۳۸۴) **"زراعت گیاهان صنعتی"** جلد اول، انتشارات تهران، ص ۲۹۸ تا ۳۱۷.

سالاردینی ع الف، (۱۳۷۱) **"حاصلخیزی خاک"** جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ص ۲۵۸ تا ۱۶۵.

علایی ا، (۱۳۸۶) **"ضرورت تبیین استراتژی‌های نوین در راستای تولید محصولات جدید گوگردی"** نشریه کارکنان صنعت نفت، شماره ۳۶۲.

علی اصغرزاده ن.، ساعدی س. و زمزمی س، (۱۳۷۷) **"بررسی کارایی باکتری‌های اسیددوست جنس تیوباسیلوس در اکسایش گوگرد و کاهش pH خاک"** مجله دانش کشاورزی، جلد ۸، شماره‌های ۱ و ۲، ص ۷۵ تا ۹۱.

علیزاده آ و شاهسونی ش، (۱۳۹۰)، **"مقایسه تأثیر سه نوع کمپوست پسماند شهری بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک"**، هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ص ۱ تا ۴، دانشگاه صنعتی شاهرود.

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

کریمی ه، (۱۳۸۳) **"گیاهان زراعی"** جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱۵۷ تا ۱۸۱.

کریمی نیا آ. و شعبانپور شهرستانی م، (۱۳۸۲) **"ارزیابی توان اکسایش گوگرد توسط میکروارگانیسم‌های هتروتروف در خاک‌های مختلف"** مجله علوم خاک و آب، جلد۱۷، شماره۱، ص ۶۸ تا۷۹.

ملکوتی م و طهرانی م، (۱۳۷۸) **"نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، عناصر خرد با تاثیر کلان"** جلد اول، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

نورزاده حداد م، مهدیان م ح، خاوازی ک و ملکوتی م ج، (۱۳۸۸) **"پهنه بندی عنصر روی به منظور مدیریت بهینه کودی با استفاده از روش‌های زمین آماری"** مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان.

واقفی ح و مرعشی م، (۱۳۵۳) **"پنبه، کشاورزی و بازرگانی"** جلد اول، انتشارات تهران، ص ۱۰۷ تا ۲۷۵.

یزدانی خوراسگانی ع و حسینی بای ش، (۱۳۸۸) **"آفات و بیماری های مهم پنبه در ایران"**، اتحادیه تعاونی‌های کشاورزی پنبه کاران پارس.

AsgharMalik M, Azizkhan H.Z. and AshfaqWahid M. (2004) "**Growth, seed yield and oil content response of canola (*Brassica napus L*) to varying levels of sulphur**". International J. of .Agricultural and Biology., 6(6) PP 1153-1166.

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

Basavarajappa R.(1992), "**Response of cotton cv. Abaditha (*Gossipium hirsutum L*) to soiland foliar application of micronutrients under rainfed conditions**".

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

Chatterjee C., Dubey B. K. and Gupta J. (2000) "**Influence of variable sulphur application on cotton**". Indian J. Plant Physiol., 5 (1) PP 64 - 67.

Chhabra K. L., Bishoni L. K. and Bhattoo M. S. (2004) "**Effect of macro and micronutrients on the productivity of cotton genotypes**". Int. Symp. Strat. Sust. Cot. prod.- A G. Vis. 2 Crop Prod. PP 23-25.

Dawood F., Al-Omaqri S. M. and Murtatha N., (1985) "**High level of sulfur affecting availability of some micronutrients in calcareous soil**" , In Proceeding of Secondary Regional Conference on sulfur and its usage in Arab countries.Riyadh, 2-5 March 1985, PP 55-68, Saudi Arabia.

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**". PP 346-350.

Dubey B. K., Gupta J. and Chatterjee C (2000) "**SulpHur response in cotton**" Indian J. Agric. Sci., 70 (4) PP 253-254.

Dubey S. K. and Billor (1995) "**Effect of level and source of sulpHur on symbiotic and biometrical parameters of Soybean(*Glycin max*)**" Indian J. Agricultural Siences. PP 140-144.

Dunn D. J., Stevens G., Rhine M, and PHillips A., (2008) "**Cotton lint yield response to sulfur fertilization**". Proc. Beltwide Cotton Conf, Nashville, TN. 8–11Jan. 2008. Natl. Cotton Council of Am., MempHis, TN.

Elfouly R. and Rabinson G. (2001) "**Response of cotton Giza 83 to some micronutrients**" Assian J. of Agriculture science.22 PP 351-366.

Eyupoglu F., Kurucu N. and Talaz S., (1998) "**General Situation of The Soils of Turkey Regarding Useful Zinc**", 1st National Congress of Zinc, 12-16 May 1998, PP 99-106, Eskisehir-Turkey, Proceedings.

Fang C. and Chen C. (2011) "**Effects of sulfur fertilizer on cotton growth and yield**" J. Henan Agric. Sci. 40 PP 85–86.

Foth H. D. (1984) "**Fundamental of Soil Sciences.John Wiley and sons INC**".NewYork.

Friedland A. J. 1990. "**The movement of metals through soils and ecosystems".** In A. J. Shaw (ed.) Heavy metal tolerance in plants: Evolutionary aspects PP 7–19. CRC Press, Boca Raton, FL.

Grewal H. S., Stangoulis J., Porter T. and R.D. Graham. (1997) "**Zinc efficiency of oilseed rape (*Brassica naous and junceae*) genotypes.Plant Soil**" 19 PP 123-132.

Gupta k. and S. P. Gupta. (1984), "**Effect of zinc sources and levels on Fe growth and zn nutrition and soybean growth in the presence of chloride and sulpHate salinity**". Plant soil.81 PP 299-304.

Harsharn S. G., Graham R. D. and Stangoulis J. S. (1998) "**Zinc- Borron interaction effects in oilseed rape**" J. Plant Nutr., 21(10) PP 2231-2243.

Havlin J. L., Beaton J. D., Tisdale S. L. and Nelson W. L. (2005). "**Sulfur, calcium, and magnesium**", PP 219–243. In. Havlin J .L et al. (ed.) Soil fertility and fertilizers. 7th ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Helena Chemical Co. (2006) "**TraFix Zn specimen label. Available at:(accessed 11 Aug 2011; verified 15 Sept. 2011)**". Helena Chemical Co., Collierville, TN.

Hill P. (2000) "**Crop response to tillage systems. In R. Reeder (ed.) Conservation tillage systems and management**". Midwest Plan Serv. Publ. 45. Iowa State Univ., Ames. PP 47–60.

Islam M., Safdar A. and Hayat A. (2009) "**Effect of integrated application of pHospHorus and sulpHur on yield and micronutrient uptake by chickpea (*cicer arietinum*)**" International J. of Agricultural and Biology, 11 PP 33-38.

Ivan J. (2007) "**Micronutrient innovation**", Potato Grower Magazine Harris Publishing Inc. USA, PP 58-61.

Jackson M. L. (1973) "**Soil chemical Analysis**" Prentice Hall of India Pvt. Ltd. New Delhi. pp 187.

Jaggi R. C. (1994) "**Response of raya (*Brasica juncea*) to sulphur through different sources in acid Alfisol**" J. Indian Soc. Soil Sci. 42 PP 281-283.

Jagvir Singh and Kairon, M.S., 2001, "**Yield and nutrient contents of cotton and sunflower as influenced by applied sulphur in irrigated Inceptisol".** Indian J. Agric. Sci. 71 (1): 35-37.

Kacar B. and Katkat A. V., (2007), "**Fertilizers and Technique of Fertilizing**". 2nd Press, Nobel Publishing Company, Publication No:1119, Ankara-Turkey.

Kachhave K. G., Gawand S. D. and Kohire O. D. (1997) "**Uptake of nutrients by chickpea**" J. of the Indian society of soil science. 45 PP 490-591.

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

Kaplan M. and Orman S. (1998) "**Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey**" J. plant Nutrition., 21 PP 1655-1665.

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

Killham K. (1994), "**Soil ecology**", University of Press, Combridge PP.141-150.

Li J., Liu-Rong R, Wang-Runzhen, (1999), "**A study on the effect of Zn fertilizer and the suitable quantity applied in field in the xinjiang cotton producing region**". China Cot., 26(5) PP 26.

Lindsay W. L. and Norvell, W. A. (1978) "**Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu**" Soc. Soil Sci. American J. pp 421-428.

Mahler R. J. and Maples R. L. (1986). "**Res ponse of wheat to sulfur fertilization commun**". Soil Sci, Plant Anal. pp 975-988.

Malhi S. S. and D. Leach. (2000), "**Restore canola yield by correcting sulphure deficiency in the growing season. Xth International colloqium the Optimazation of Plant Nutrition**". April 8-13, Cario Sheraton, Cario-Egypt.

Mamatha N., (2007), PhD. thesis, "**effect of sulphur and micronutrients on yield and quality of cotton in a vertisol**", university of agricultural.

Marschner H.(1995). "**Mineral nutrition of higher plants,2ed**", Academic press. London, Engeland

Massoumi A. and. Cornfield A. H. (1963). "**A rapid method for determinating sulphate in water extracts of soils**". Analyst, London. pp 321-322.

Modaihsh S., Mustafa A. AL. and Metwally A. E. (1989) "**Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils**" J of Plant and Soil. pp 95-101.

Muhammad I., Makhdum., Mohammad N. M., Fazal I., Chaudary and Shabab-Ud-Din. (2001) "**Effect of gypsum as a sulpHur fertilizer in cotton production**". Int. J. Agric. Biol.

Namedo K. N and Sharma. (1992). "**Effects of foliar feeding of micronutrients on production of rainfed hybrid cotton.crop research hisar**".1992 5: 3, PP 451-455.

Narula N., Mishra M. M. and Vyas S. R. (1972). "**The effect of Thiobacillus inoculation on alkali soils.Indian**" J. Agricultural Chemistry. pp 85-87.

Nikolov G. (2002) "**Independent effect of cotton's foliar micro fertilizing**". Pochvoznante, Agrokhimiya, I-Ekologiya, 35(3) PP 13-15.

Prasad M, (2000), "**Effect of nitrogen, phosphorus and sulphur on yield and quality of cotton and their residual effect on succeeding wheat**" Fert. News, 45 (8) PP 63-64.

Prasad M. and Prasad R. (1994) "**Response of upland cotton to micronutrients and sulphur**" Indian J. Agron. 39 (4) PP 707-708.

Scherer H. W. and Lange A. N, (1996), "**Fixation and growth of Legumes as affected by sulfur fertilization , biology and fertility of soils**" 23 PP 449-453..

Sharma J. C. and Gupta V. K. (1988) "**Effects of zinc application on yield and zinc concentration of different parts of cotton plant**" Environ. Ecol. 5 PP 257-260.

Sharma S. K. and Dungarwal H. S., (1997), "**Effect of growth regulators, sulphur fertilization and crop geometry on lint yield and fibre properties of American Cotton**". Res. Crops, 4(2) PP 174-177.

Sharma T. C., Sharma A. P., Amarpal A. P., Tanesa and Daankhar T. S. (2000) "**Response of sulpHur and its sources, phosphorus and nitrogen on seed cotton yield and fibre quality in American cotton**" J. Indian Soc. Cot. Improv., 25(1) PP 33-36.

Shrivastava V. K. and Singh D. (1988) "**Effect of nitrogen and zinc on growth and yield of cotton**" Indian J. Agron. 33(3) PP 257-260.

Singh A. L and Chaudhari V. (1997) "**Sulfur and micronutrient of groundnut in a calcareous soil)**" J.Agron.Crop Sci.,179 PP 107-114.

Singh H. G. and Sahu M. P. (1986) "**Response of oilseed to sulfur Fertilizer News**". 31(9) PP 23- 30.

Singh Y. P. and Mannj S. (2007) "**Interaction effect of sulphur and zinc in groundnut (*Arachis hypogaea*) and their availability in tonk district of Rajasthan**" Indian J. of Agronomy.

Soxhlet F. (1979) "**Die gewichtsanalytische bestimmung desmilchfettes**" Polytechnisches J. PP 232-461

Sreemannarayana B., Sreenivasa R. A., Satyanarayana V. and Joseph B. (1993) "**Effect of sulphur application on yield and uptake of macro, secondary and micronutrients by sunflower on rainfed Alfisol**" J. Oilseeds Res. 10 (2) PP 48-53.

Tabatabai M. A. (1986). "**Sulfur in Agricalture**". Am. Soc. of Agronomy Inc., Madison, Wis.,USA.

TateIII R. L. (1995). "**The sulfur and related biogeochemical cycle**", PP.359-372, In soil microbiology, John Willey Sons inc, New York

Tisdale S. L., Nelson W. L. and Beaton J. D. (1985), "**Soil Fertility and Fertilizers**". 4th Ed. PP: 1-754. Macmillan Publishing Company, New York-USA.

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

Waddoups M. (2011). "**Interpreting soil & plant tissue tests**" (accessed 21 Apr. 2011; verified 15 Sept. 2011). Northwest Agric, Consultants, Kennewick, WA.

Zeng Qing Fang. (1996), "**Researches on the effect of zinc applied to calcareous soil in cotton field**". China Cot., 23 (11) PP 21.

Abstract

In order to study the interaction of sulfur, zinc and Thiobacillus bacterium on yield and yield components of cotton and some soil parameters, a field experiment in a factorial randomized complete block design with three replications was conducted in the mahvelat city. Experimental factors included three levels of sulfur 0, 500 and 1000 kg ha^{-1}, Thiobacillus bacterium in two levels control and used and zinc sulfate in two levels 0 and 50 kg ha^{-1}. Results of analysis of variances showed that, the interaction of sulfur, zinc and Thiobacillus on some agronomic and soil traits including cotton yield, seed cotton yield, boll weight, electrical conductivity and available sulfate were significante at 1% level and plant height and First boll height were significant at the 5% level. According to the comparison results, application of 1000 kg ha^{-1} sulfur without of Thiobacillusand and zinc also treatment with the application of 1000 kg per ha^{-1} sulfur with Thiobacillus was caused Significant increase in cotton yield and seed cotton yield compared to the control .Application of 500 kg ha^{-1} sulfur and also the application of 500 kg ha^{-1} sulfur with zinc was caused a significant increase in boll weight, but 500 kg ha^{-1} of sulfur with zinc caused significant reduction in plant height .The Soil traits studied, the application of 1000 kg ha^{-1} sulfur alone caused a significant decrease in soil pH, but significant increase created in electrical conductivity of the soil, the amount of adsorbed sulfate and the amount of adsorbed zinc. However, application of 500 kg ha^{-1} sulfur with Thiobacillus more than alone of sulfur created significant increase in the available sulfate and adsorbed sulfate of soil .

Keywords: sulfur, zinc, cotton

Shahrood University Of Technology

Faculty Of Agriculture

Department Of Water and Soil

Thesis M.Sc

Study on effect of sulfur and zinc on the cotton yield and some soil parameters

Khadije sooriabdollahzade

Supervisors

Dr. Shahin shahsavani

Dr. Ali abbaspour

Advisor

Eng.mahdi rahimi

February 2014