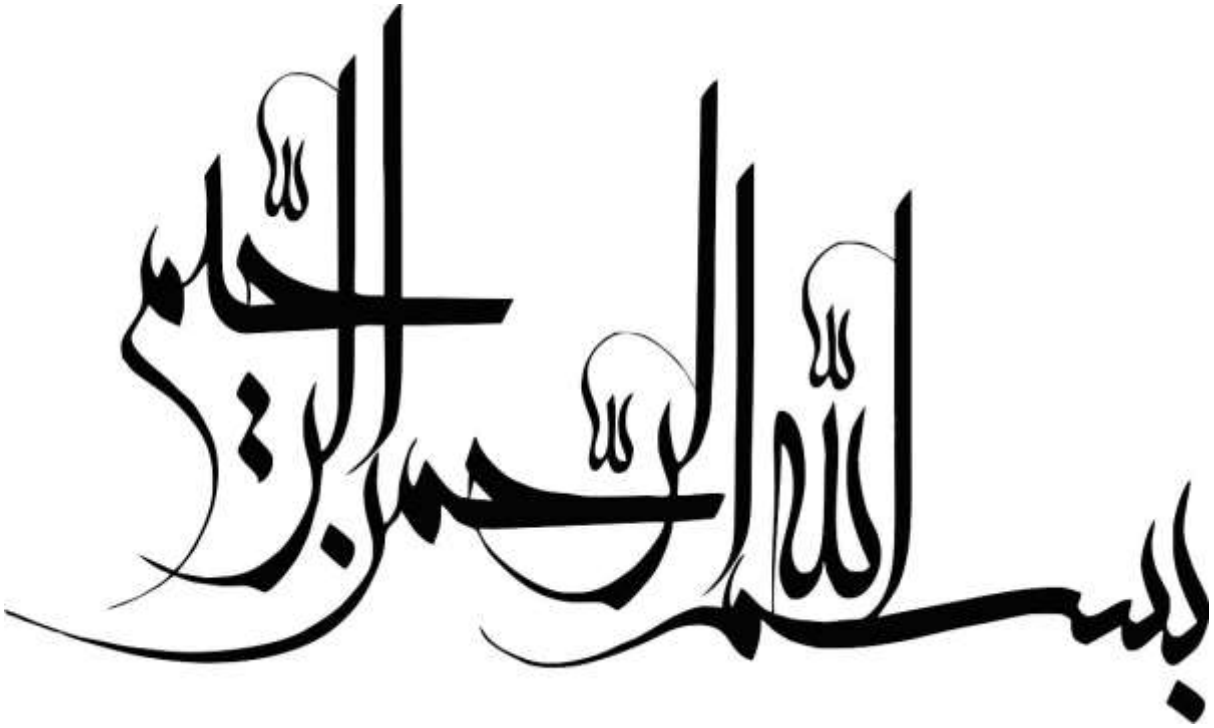

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد

تاثیر گوگرد، میکوریزا و تیوباسیلوس بر خصوصیات کمی و کیفی سیر

پروین حجازی راد

استاد راهنما

دکتر احمد غلامی

اساتید مشاور

دکتر همت الله پیردشتی

دکتر ارسطو عباسیان

تیر ۹۲

شماره : ۲۱۲ ر ک
تاریخ : ۱۳۹۲/۴/۱۶
ویرایش:

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶) فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم پروین حجازی راد رشته کشاورزی گرایش زراعت تحت عنوان تاثیر گوگرد، تیوباسیلوس و میکوریزا بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سیرکه در تاریخ ۹۲/۴/۱۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : عالی امتیاز ۱۹/۷۵) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹) ۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸) ۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶) ۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر احمد غلامی	دانشیار	
۲ـ استاد مشاور	دکتر همت الله پیردشتی مهندس ارسطو عباسیان	دانشیار مربی	
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر کامبیز جهانبین	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	دکتر حمید عباس دخت	دانشیار	
۵ ـ استاد ممتحن	دکتر شاهین شاهسونی	استادیار	

تأیید رئیس دانشکده

هر آنکه خلق را سپاس نگرد بی شک خدای یگانه را شکر به جای نیاورده است

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. و سلام و درود بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است. . .

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. امّا از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ جلّ"

از پدر و مادر عزیزم این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛ از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر احمد غلامی 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؛ از اساتید صبور و باتقوا، جناب آقای دکتر همت الله پیردشتی و جناب آقای دکتر ارسطو عباسیان، که زحمت مشاوره این پایان نامه را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید؛ و از اساتید فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر حمید عباس دخت و جناب آقای دکتر شاهین ساهوتی که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

باشد که این خرد ترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

پروین حجازی راد

تعهد نامه

اینجانب پروین حجازی راد دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تاثیر میکوریزا،تیوباسیلوس و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سیرتحت راهنمائی جناب آقای دکتر احمد غلامی 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 ۹۲/۴/۱۰

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 .**

تاثیر گوگرد، میکوریزا و تیوباسیلوس بر خصوصیات کمی و کیفی سیر

چکیده: این پژوهش با بررسی تاثیر همزیستی قارچ میکوریزا، باکتری تیوباسیلوس و کود گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سیر، در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۰ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. در این پژوهش هر تکرار شامل۱۲ کرت و جمعاً ۳۶ کرت بود. تیمارهای مورد بررسی عبارتند از تلقیح میکوریزا (M)، تیوباسیلوس(T)، T+M، ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار($S_{۷۵}$)، $M+S_{۷۵}$، $T+S_{۷۵}$، $T+M+S_{۷۵}$، ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار ($S_{۱۵۰}$)، $M+S_{۱۵۰}$،$T+S_{۱۵۰}$،$T+M+S_{۱۵۰}$. نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار همراه با تیوباسیلوس و میکوریزا به طور معنی داری عملکرد و اجزای عملکرد را تحت تاثیر قرار دادند. ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار همراه میکوریزا به ترتیب باعث افزایش ۳۱ و ۶۸ درصدی عملکرد خشک غده نسبت به شاهد شدند. تلقیح قارچ میکوریزا و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به طور معنی داری باعث افزایش میزان جذب فسفر شد.نتایج به دست آمده از این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار کلونیزاسیون ریشه از تیمار میکوریزا به دست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار کلونیزاسیون ریشه معادل ۷۰ درصد حاصل شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که افزودن گوگرد و باکتری تیوباسیلوس میزان گوگرد خاک را نسبت به شاهد ۱۲۲ درصد افزایش داد. کاربرد تیوباسیلوس و گوگرد موجب کاهش معنی داری در درصد کلونیزاسیون ریشه شد. تلقیح باکتری تیوباسیلوس همراه با ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار بر روی ارتفاع ساقه، عملکرد خشک غده، تعداد سیرچه، قطر غده، کلروفیلa، کارتنوئید، عملکرد اسانس، فسفر و گوگرد خاک، وزن‌های خشک سیرچه، ریشه، ساقه، ساقه گل دهنده، برگ و وزن تر غده اثر معنی داری داشتند. به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از این است که کاربرد گوگرد و باکتری تیوباسیلوس و میکوریزا در سطوح مختلف گوگردی تاثیر مثبتی بر صفات رشدی و خصوصیات کیفی گیاه داروئی سیر داشت.

کلمات کلیدی: گوگرد، میکوریزا، تیوباسیلوس، سیر، آلیسین.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱.حجازی‌راد، پ. غلامی، ا. پیردشتی، ه. عباسیان، ا. ۱۳۹۱. تأثیر تلقیح میکوریزا و تیوباسیلوس بر خصوصیات کمی وکیفی گیاه سیر در مقادیر مختلف گوگرد.اولین کنفرانس ملی و راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست. تهران. ایران.

2.HEJAZI RAD, P., GHOLAMI, A., PIRDASHTI,H AND ABBASIYAN, A. 2013 .THE EFFECTS OF MYCORRHIZA AND THIOBACILLUSINOCULATUON AND SULFUR APPLICATION ON (GARLIC)*ALLIUM SATIVUM*GROWTH .2ND NATIONAL CONGRESS ON MEDICINAL PLANTS .TEHRAN, IRAN

3 HEJAZI RAD, P., GHOLAMI, A., PIRDASHTI,H AND ABBASIYAN, A. 2013. THE EFFECTS OF MYCORRHIZA,*THIOBACILLUS* INOCULATUON AND SULFUR APPLICATION ON SOME PHYSIOLOGICAL PARMETERS OF GARLIC)*ALLIUM SATIVUM* L . (.2ND NATIONAL CONGRESS ON MEDICINAL PLANTS .TEHRAN, IRAN

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم: بررسی منابع ۶

۲-۱- گیاهان دارویی ۷

۲-۲- کشت و برداشت گیاهان دارویی ۷

۲-۳- طرز تکثیر گیاهان دارویی ۸

۲-۴- سیر ۹

۲-۵- گیاهشناسی ۹

۲-۶- نیاز اکولوژیکی ۹

۲-۷- ترکیبات شیمیایی ۱۰

۲-۸- خواص دارویی سیر ۱۰

۲-۹- میکوریزا ۱۱

۲-۱۰- مشخصات قارچ میکوریزای آرباسکولار ۱۱

۲-۱۱- مورفولوژی قارچ AM ۱۴

۲-۱۱-۱- هیف ۱۴

۲-۱۱-۲- آرباسکول ۱۴

۲-۱۱-۳- وزیکول ۱۵

۲-۱۱-۴- اسپور ۱۵

۲-۱۲- رشد و گسترش AM و ایجاد همزیستی ۱۵

۲-۱۳- عوامل موثر در همزیستی میکوریزی ۱۶

۲-۱۳-۱- نوع گیاه میزبان ۱۶

۲-۱۳-۲- دما ۱۶

۲-۱۳-۳- رطوبت ۱۶

۲-۱۳-۴-PH ۱۷
۲-۱۳-۵- نور ۱۷
۲-۱۳-۶-غلظت عناصر غذایی ۱۸
۲-۱۳-۷- تاثیر نوع قارچ میکوریزا ۱۸
۲-۱۳-۸- تاثیر سایر میکروارگانیسم‌ها ۱۸
۲-۱۴- تاثیر همزیستی میکوریزی بر رشد گیاه ۱۹
۲-۱۲-۱۰-۲- اثر میکوریزا بر جذب عناصر غذایی ۲۰
۲-۱۵- باکتری تیوباسیلوس ۲۳
۲-۱۵- ۱- تیوباسیلوس و نقش آن در اکسایش گوگرد ۲۳
۲-۱۶- گوگرد ۲۴
۲-۱۶- ۱- تاثیر گوگرد بر گیاهان زراعی ۲۴
۲-۱۶- ۲- تاثیر گوگرد بر گیاهان ۲۶
۲-۱۶- ۳- اثر گوگرد بر افزایش عنصر غذایی در خاک و جذب آنها توسط گیاه ۲۸
۲-۱۶- ۴- اثر گوگرد بر شاخص‌های رشدی ۲۹
۲-۱۷- اثر متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر گیاهان ۳۳
۲-۱۸- اثر گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس در افزایش جذب عناصر توسط گیاهان ۳۵
فصل سوم : مواد وروش ۳۸
۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش ۳۹
۳-۲- موقعیت شهرستان ساری از نظر جغرافیایی ۳۹
۳-۳- شرایط آب و هوایی منطقه ۳۹
۳-۴- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ۳۹
۳-۵- نوع و قالب طرح آزمایش ۴۰
۳-۶- آماده سازی زمین و کاشت ۴۰
۳-۷-کاشت و تلقیح مایکوریزا ۴۰

۳-۸- مرحله داشت ۴۱
۳- ۹- برداشت ۴۱
۳-۱۰- تعیین کلروفیل ۴۱
۳-۱۱- اندازه گیری کلونیزاسیون ریشه ۴۲
۳-۱۲- استخراج آلیسین از سیر ۴۲
۳-۱۲-۱ مشخصات دستگاه مورد استفاده ۴۳
۳-۱۳- اندازه گیری فسفر و گوگرد خاک ۴۳
۳-۱۴- آنالیز داده‌ها ۴۴
فصل چهارم : نتایج و بحث ۴۵
۴-۱- ارتفاع ساقه ۴۶
۴-۲- وزن خشک سیرچه ۴۸
۴-۳- عملکرد خشک غده ۵۰
۴-۴- وزن خشک ریشه ۵۳
۴-۵- وزن خشک ساقه ۵۶
۴-۶- وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه گل‌دهنده ۵۸
۴-۷- تعداد سیرچه ۶۱
۴-۸- قطرغده ۶۴
۴- ۹- وزن تر بوته ۶۶
۴- ۱۰-وزن تر غده ۶۶
۴- ۱۱-کلروفیل ۶۸
۴-۱۲- کلونیزاسیون ۷۲
۴-۱۳- عملکرد اسانس ۷۳
۴-۱۴-میزان آلیسین ۷۶
۴-۱۵- فسفر خاک ۷۸

۴-۱۶- گوگرد خاک ۸۱

۴-۱۷- **پیشنهادات** ۸۳

پیوست‌ها ۸۴

شکل ۴-۱: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع ساقه ۴۸

شکل ۴-۲: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک سیرچه ۵۰

شکل ۴-۳: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک غده ۵۳

شکل ۴- ۴: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک ریشه ۵۵

شکل ۴- ۵: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک ساقه ۵۸

شکل ۴ - ۶: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک ساقه گل دهنده ۶۱

شکل ۴-۷ :تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک برگ ۶۱

شکل ۴- ۸ : تاثیر تیمارهای آزمایشی بر تعداد سیرچه ۶۳

شکل ۴-۹ : تاثیر تیمارهای آزمایشی بر قطر غده ۶۶

شکل ۴-۱۰: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن تر غده ۶۸

شکل ۴-۱۱: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیلa ۷۱

شکل ۴-۱۲: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیلb ۷۱

شکل ۴-۱۳: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کارتنوئید ۷۱

شکل ۴-۱۴: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کلونیزاسیون ۷۳

شکل ۴-۱۵: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد اسانس ۷۶

شکل ۴-۱۶: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان آلیسین ۷۸

شکل ۴-۱۷: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فسفر خاک ۸۱

شکل ۴- ۱۸:تاثیر تیمارهای آزمایشی بر گوگرد خاک ۸۲

جدول ۲-۱: طبقه بندی قارچ‌های مایکوریزا ۱۳

جدول ۳- ۱: نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه..... ۴۰

جدول ۴-۱: تجزیه واریانس ارتفاع ساقه،، وزن خشک سیرچه، عملکرد خشک غده، وزن خشک ریشه در گیاه سیر تحت تاثیر تمارهای میکوریزا، تیوباسیلوس و سه سطح گوگرد..... ۸۵

جدول۴-۲: تجزیه واریانس وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، تعداد سیرچه، وزن خشک ساقه گل‌دهنده ، در گیاه سیر تحت تاثیر تمارهای میکوریزا، تیوباسیلوس و سه سطح گوگرد..... ۸۵

جدول ۴-۳: تجزیه واریانس وزن تر بوته در گیاه سیر تحت تاثیر تمارهای میکوریزا، تیوباسیلوس و سه سطح گوگرد..... ۸۵

جدول ۴-۴: تجزیه واریانس ، قطرغده، کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید در گیاه سیر تحت تاثیر تمارهای میکوریزا، تیوباسیلوس و سه سطح گوگرد..... ۸۵

جدول۴-۵: تجزیه واریانس کلونیزاسیون، عملکرد اسانس، گوگرد خاک و فسفر خاک در گیاه سیر تحت تاثیر تمارهای میکوریزا، تیوباسیلوس و سه سطح گوگرد..... ۸۶

منابع..... ۸۷

Abstract..... ۹۷

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه

موطن اصلی سیر را منطقه آسیا و نواحی ایران و افغانستان می‌دانند. در ایران، این گیاه در همدان و شمال کشور می‌روید. این گیاه در چین در ردیف گیاهان دارویی قرار داشته و دراصطلاح به مخزن الادویه تعلق دارد. هر غده سیر از تعدادی غده کوچکتر که به آنها سیرچه گفته می شود تشکیل شده است. سیر گیاهی دائمی، علفی به ارتفاع ۷۰ – ۴۰ سانتی‌متر است، ولی به منظور تولید به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود. برگ‌ها سبزرنگ و پهن، پیاز توپر متشکل از تعداد ۱۵ – ۱۰ سیرچه کوچک (cloves یا *bulblet*) است که در پوسته‌ای غشایی قرار دارند. در حالت خشک، جداکردن این غشا موجب جدایی سیرچه‌ها از یکدیگر می‌شود (دارابی و همکاران، ۱۳۸۹). گل‌ها در انتهای دم‌گل بلند، به رنگ‌های صورتی، بنفش و کرم در یک اسپات قرار دارند. این گل‌ها به طور معمول عقیم بوده، بنابراین بذر تشکیل نمی‌شود. بوته سیر در مناطق سردسیر یا معتدل تولید بذر نمی‌کند ولی گاهی اوقات ممکن است به جای گل، پیازهای کوچکی روی ساقه ظاهر شوند.در حال حاضر واریته‌های *Allium sativum* به دو دسته تقسیم می‌شود:دسته اول گونه *sativum* دارای سه واریته زیر است: الف- *A. sativu var. sativum m* (بدون ساقه گل‌دهنده)ب- *A. sativum* var *ophioscorodon*(با ساقه گل‌دهنده خمیده)ج- *A. var sativum.scordoprasum*(با ساقه گل‌دهنده ایستاده)در دسته دو واریته دیگر جای دارد:الف- *A*.var KuzSagitatum. *sativum* (با ساقه گل‌دهنده)ب- *A*.var KuzVulgarae. *sativum* (بدون ساقه گل‌دهنده). گیاه سیر سرمای بسیار شدید زمستان (تا ۴۰ سانتی‌گراد) راتحمل می‌کند و کشت پاییزه آن در مناطق کوهپایه‌ای امکان‌پذیر است(حسین‌پور،۱۳۸۳). کاشت آن در زمین‌های سبک به‌علت تسهیل توسعه اندام زیرزمینی و تهویه بهتر، مناسب است. سیر در خاک‌های حاصلخیز و زهکشی به خوبی رشد می‌کند. سیر را باید در خاک‌های حاصلخیز و غنی از مواد آلی کاشت. این گیاه را می‌توان در انواع بافت خاک از لیمونی سنگین تا شنی سبک نیز کشت کرد ولی برروی خاک لوم شنی سست که از مواد آلی غنی باشد بهترین رشد را دارد.

کشت سیر در اراضی شنی کنار رودخانه‌ها نیز نتیجه خوبی می‌دهد. سیرچه‌ها در روزهای بلند و دمای بالا تشکیل می‌شود. بنابراین کاشت سیر باید در آب و هوای معتدل نیمه‌گرمسیری و نیمه‌سردسیری و نیز در روزهای کوتاه و دمای پایین در پاییز و یا اوایل زمستان انجام گیرد تا گیاه بتواند رشد رویشی خوبی داشته باشد. زمان کاشت در مناطق سردسیر اوایل بهار است. در مناطقی مثل خوزستان که زمستان ملایم دارند در هر موقع از پاییز می‌توان به کشت آن اقدام نمود. آزمایش‌های متعدد نشان دهنده این واقعیت‌اند که به‌محض تشکیل شدن سیرچه‌ها، رشد رویشی گیاه متوقف می‌شود. به‌طور کلی این محصول در آب و هوای سرد و معتدل و گاهی اوقات نیز در مناطق نیمه‌گرمسیری به‌خوبی به‌عمل می‌آید ولی در هر نوع آب و هوا باید نوع مناسب آن کاشته شود. سیرچه‌ها در دمای پایین‌تر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد تشکیل می‌گردد. این گیاه برای درمان و مداوای اسهال، برونشیت و سل سینهمفید تشخیص داده شده و فشار خون را پایین می‌آورد.به علاوه سیر پیاز مو را تقویت کرده و بسیاری آن را برای تقویت حافظه و معالجه کند ذهنی موثر دانسته‌اند. همچنین عصاره آبی سیر در داخل بدن حتی با غلظت یک صدم اثرات خوبی بر روی قارچ های پوستی نشان داده است.محققان اعلام کردند علت کمک سیر به حفظ سلامت قلب در "آلیسین" نهفته است. آلیسین ماده‌ای است که تجزیه آن به ترکیبات سولفور در معده باعث بوی بد دهان می‌شود (یادگاری و برزگر، ۱۳۸۹). در راستای توسعه کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، لازم است از کودهای بیولوزیک یا آلی استفاده گردد.در این بین می توان به قارچ‌های میکوریزاآرباسکول اشاره کرد. میکوریزا بر روی خصوصیات کیفی گیاهان دارویی تاثیر قابل ملاحظه‌ای دارد (نصرتی، ۱۳۸۳). در طی آزمایشی که توسط لیو و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد آنها مشاهده کردند که غلظت فسفر، منیزیم، روی و مس بطور معنی‌داری در اندام هوایی ذرت تلقیح شده با میکوریزا افزایش یافت. همچنین تلقیح ریشه با قارچ میکوریزای آرباسکولار می‌تواندر تولید محصول در شرایط خشکی موثر واقع شود. از طرف دیگر همزیستی با این قارچ موجب گسترش و توزیع بهتر ریشه گیاهان شده و نقش کلیدی در چرخه مواد غذایی داشته و همچنین موجب حمایت گیاه در برابر تنش‌های محیطی

می‌گردد. میکوریزا یکی از مجموعه عوامل بیولوژیک در خاک‌های زراعی است، قارچ‌های میکوریزا بر اساس وضعیت مسیلیوم‌های آنها به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند: ۱)میکوریزای بیرونی، ۲)میکوریزای درونی در میکوریزای درونی آثار قارچی روی ریشه میزبان قابل مشاهده نیست، هیف این قارچ‌ها از طریق تارهای کشنده یا از طریق سلول های اپیدرمی وارد سلول میزبان می‌شوند. پس از ورود به سلول میزبان تولید شبکه‌ای می‌کند که از رشته‌های نازک به نام آرباسکول تشکیل شده که تبادل متابولیت‌ها بین قارچ و سیتوپلاسم میزبان از طریق همین مناطق انجام می شود. آرباسکولارها بعد از مدتی از بین می روند و هضم می‌شوند. انشعابات میسلیوم‌های درونی ساختمان های کیسه مانندی به نام وزیکول را به وجود می‌آورد که اندام ذخیره‌ای مواد غذایی و در قارچ هستند. از این رو به این قارچ‌های میکوریزی وزیکولار آرباسکولار می‌گویند.خصوصیات مفید میکوریزا در همزیستی با گیاهان سبب افزایش مطالعات علمی در این زمینه شده و علاقه‌مندی بیشتری را دراستفاده تجاری از این قارچ به عنوان کودهای زیستی به وجود آورده است. تلقیح خاک با میکوریزا رشد و عملکرد گیاهان را در محیط آزمایشگاهی و در مزرعه افزایش می‌دهد. میکوریزا افزایش جذب عناصر غذایی را از راه افزایش انشعابات ریشه در یک محدوده معین از خاک ممکن می سازد. به نظر می رسد که کیفیت گیاهان دارویی در اثر کاربرد میکوریزا بهبود می‌یابد و دلیل آن را می توان به اثرات متقابل بین گیاه و قارچ و عکس‌العمل گیاه نسبت داد و در ضمن آنکه برخی از مسیرهای متابولیت های ثانویه در اثر فعالیت این قارچ فعال شده و میزان اسانس گیاه را افزایش می‌دهند(خاصانه و دل، ۱۹۷۸).

بهبود شرایط تغذیه گیاه دسترسی به عناصر غذایی غیر قابل دسترس، تحمل گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا، بهبود رابطه آب و گیاه، افزایش محصول گیاه از مهمترین نقش قارچ‌های وزیکولار آرباسکولار می‌باشد. همچنین میکوریزا می تواند تغییراتی در فرم رشد و ساختمان ریشه و بافت‌های آوندی ایجاد کند. تغذیه مطلوب گیاهان دارویی و معطر نقش بسزایی در تولید کمی وکیفی اسانس این گروه از گیاهان دارد. گوگرد همانند سایر عناصر غذایی ضروری گیاه نقش موثری در رشد و تولید گیاهان دارد. در سالهای گذشته به دلیل آلودگی بیشتر هوا مقدار بیشتری گوگرد از طریق اتمسفر،

باران‌های اسیدی و همچنین قارچ‌کش‌های حاوی گوگرد وارد خاک می‌شد، ولی در سال‌های اخیر با کاهش باران‌های اسیدی و حذف این منابع گوگردی، استفاده از محصولاتی که نیاز به گوگرد بالا دارند، در مناطقی از جهان مشاهده شده است. گوگرد عنصری حیاتی برای تغذیه گیاهان است و نقش آن به طور عمده در ساخت پروتئین، روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است (چعبی و همکاران، ۱۳۸۰). اگر گوگرد به همراه مواد آلی و باکتری‌های تیوباسیلوس با روش صحیحی جایگزین شود و رطوبت در حد مطلوب باشد، می‌تواند تا حدود ۶۰٪ عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش دهد. زمانی که گوگرد به اسید سولفوریک تبدیل می شود، حلالیت آهن، روی و منگنز افزایش می‌یابد. همچنین برای اصلاح خاک‌های شور و قلیایی می توان از گوگرد استفاده کرد. امروزه برای جلوگیری از خطرات احتمالی اسیدسولفوریک، استفاده از گوگرد به همراه مواد آلی و باکتری‌های تیوباسیلوس بیشتر توصیه می‌شود. باکتری تیوباسیلوس از مهمترین اکسید کننده‌های گوگرد در خاک به شمار می‌روند. تلقیح خاک با این باکتری باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد خواهد شد. در صورتی که جمعیت این باکتری‌ها در خاک پایین باشد مصرف گوگرد همراه با این باکتری در خاک‌های قلیایی و آهکی اثرات سودمندی به دنبال خواهد داشت (ملکوتی و کریمیان، ۱۳۸۷). هدف از این طرح، بررسی میکوریزا، گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سیر می باشد.

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱-گیاهان دارویی

گیاهان دارویی در طول تاریخ همیشه با انسان قرابت خاصی داشته و آثار دارویی و موارد استفاده آن‌ها بر هیچکس پوشیده نیست. گیاهان دارویی یکی از منابع غنی کشور بوده که امکان صادرات آن نیز وجود دارد. ایران از لحاظ آب و هوا، موقعیت جغرافیایی و زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می گردد و در گذشته هم منبع تولید و مصرف گیاهان دارویی بوده است.دانشمندان ایرانی مانند ابوریحان، ابن سینا و رازی مطالب مفصلی درباره گیاهان دارویی نوشته اند که مورد توجه جهانیان نیز بوده است. لذا علاوه بر اهمیت روز افزون گیاهان دارویی در سطح جهان که به سرعت می‌رود تا جایگزین بسیاری از داروهای شیمیایی شود، صادرات این گیاهان نیز می تواند منبع بزرگی از درامد ارزی برای کشور باشد(نصرتی، ۱۳۸۳).

۲-۲- کشت و برداشت گیاهان دارویی

جمع آوری گیاهان دارویی در رویشگاه طبیعی آنها به منظور به دست آوردن مواد اولیه آنها به نظر کاری آسان است. اما انجام این کار به شناخت و تجربه نیاز دارد. اگر شخصی که می خواهد این نوع گیاهان را جمع آوری کند، تجربه‌ی این کار نداشته باشد، خیلی آسان دو نوع گیاه شبیه به یکدیگر را با هم اشتباه کرده و نوعی را که اصولا ربطی به گیاه دارویی مورد نظر ندارد و می تواند مضر و حتی سمی نیز باشد جمع آوری کند.بنابراین نه تنها شناسایی دقیق گیاهان دارویی اهمیت دارد، بلکه آشنایی با محل رویش و نیازهای رویشگاهی نیز از ضروریات به شمار می آید. حضور هر گونه گیاهی در طبیعت به شرایط محیطی بستگی دارد. این شرایط محیطی عبارتند از:درجه حرارت، نور، میزان بارندگی، ارتفاع از سطح دریا و خصوصیات خاک.نیاز صنعت داروسازی برای به دست آوردن مواد موثره گیاهان به حدی زیاد است که امکان تهیه آن از طبیعت را غیر ممکن می سازد. بنابر این بسیاری از این نوع گیاهان باید در مزارع کشت شوند. از این لحاظ برای حفظ کیفیت و میزان مواد موثره گیاه، باید شرایط خاصی در نظر گرفته شود.به منظور کشت گیاهان دارویی اولین مرحله انتخاب

گونه گیاهی مطابق با شرایط رویشگاهی است که بیشترین بهره اقتصادی را نیز داشته باشد. باید بستر کشت را از طریق روش های مناسب شخم، کودپاشی، بذر پاشی و کرت بندی با فواصل مناسب آماده کرد (نصرتی، ۱۳۸۳).

۲- ۳- طرز تکثیر گیاهان دارویی

گیاهان دارویی از طریق جنسی و غیر جنسی تکثیر می‌شوند. برای کشت این گیاهان باید بذور مناسب انتخاب شده و با توجه به شرایط منطقه در فواصل مناسب و به روش مناسب کاشته شوند.همچنین بعضی از گیاهان دارویی به طریق غیر جنسی و به راه‌های زیر تکثیر می شوند:

_ریزوم و پاجوش مانند نعناع و توت فرنگی

_ریشه،قلم همانند مرغ و سوسن

_جوانه های نابجای ریشه مانندختمی و زنجبیل

_پیاز مانند سیر(بخشایی، ۱۳۸۸).

درمبارزه با علف‌های هرز در گیاهان دارویی،بیماری هاو انگل‌ها حتی‌الامکان استفاده ازمواد شیمیایی خودداری نمود،چراکه باقیمانده این مواد می تواند در گیاه دارویی برای بدن مضر باشد.در حال حاضر صنایع داروسازی، پزشکان و گروههای تحقیقاتی بسیاری از کشورها مجددا توجه خود را به منابع طبیعی و گیاهان دارویی معطوف داشته‌اند، به طوری که امروزه ما شاهد مزارع وسیع آزمایشی و تولیدی هستیم.کشت گیاهان دارویی در حال حاضر به عنوان شاخه مهمی از کشاورزی مطرح است که برای استخراج و تولید مواد اولیه ای که در ساخت داروهای موجود به کار می روند، صورت می گیرد (بخشایی، ۱۳۸۸).

۲-۴- سیر

سیر با نام علمی *Allium sativum*متعلق به خانواده*Liliacea* توجه ویژه ای را در میان گیاهان به خود جلب کرده است.منبع جغرافیایی این گیاه نواحی کشور های مدیترانه، اروپای جنوبی، خاورمیانه،آسیای صغیر و جنوبی است و در نقاط مختلف ایران مانند استان‌های خراسان، مازندران، همدان، مرکزی، خوزستان و هرمزگان کشاورزان به کشت و کار سیر مبادرت می‌ورزند (حسین‌پور،۱۳۸۳).

۲-۵-گیاهشناسی

سیر گیاهی علفی،دارای ساقه ای به ارتفاع ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر و حتی بیشتر است. پیاز آن که قسمت متورم و زیرزمینی گیاه را تشکیل می دهد، مرکب از ۵ تا ۱۰ قطعه متورم، محصور در غشا نازک ظریف، به رنگ خاکستری مایل به سفید و گاهی صورتی می باشد.از مشخصات برگ گیاه سیر وضع آویخته از ناحیه غلاف می‌باشد. پهنک برگ های آن طویل و منتهی به غلاف درازی است که قسمت زیادی از ساقه را فرا می گیرد همچنین، غلاف برگ‌های آن یکدیگر را می‌پوشانند.مجموعه گل های گیاه نیز همراه با برجستگی‌های کوچک، در راس دمگل درازی با ظاهر گل آذین چتر مانند ظاهر می‌شود، که رنگ آن صورتی و گاهی سفید می باشد. براکته متورم و منتهی به راس باریک و درازی نیز، مجموعه گل هل را فرا می گیرد که نازک و غشایی است (دارابی و دهقانی، ۱۳۸۹).

۲-۶-نیاز اکولوژی

کاشت سیر در زمین‌های سبک به‌علت تسهیل توسعه اندام زیرزمینی و تهویه بهتر، مناسب است. سیر در خاک‌های حاصلخیز و زهکشی شده به‌خوبی رشد می‌کند. سیر را باید در خاک‌های غنی از مواد آلی کاشت. این گیاه را می‌توان در انواع بافت خاک از لمونی سنگین تا شنی سبک کشت کرد ولی بر روی خاک لوم شنی سست که غنی از مواد آلی باشد بهترین رشد را دارد. کشت سیر در اراضی

شنی کنار رودخانه‌ها نیز نتیجه خوبی می‌دهد. سیرچه‌ها در روزهای بلند و دمای بالا تشکیل می‌شود. بنابراین کاشت سیر باید در آب و هوای معتدل نیمه‌گرمسیری و نیمه‌سردسیری و نیز در روزهای کوتاه و دمای پایین در پاییز و یا اوایل زمستان انجام گیرد تاگیاه بتواند رشد رویشی خوبی داشته باشد (حسین‌پور، ۱۳۸۳).

در حال حاضر واریته‌های*Allium sativum*به دو دسته تقسیم می‌شوند:

دسته اول گونه *sativum* دارای سه واریته زیر است: الف:*A. sativu var. sativum m* (بدون ساقه گل‌دهنده) ب:*A . var* ophioscorodon. *sativum* (با ساقه گل‌دهنده خمیده) ج:*A. sativum scordoprasum.var*(با ساقه گل‌دهنده ایستاده).

دسته دوم گونه *Kuznetsov*دارای واریته دیگری است: الف:*A*.var.sagitatumKuz. *sativum* (با ساقه گل‌دهنده) ب:*A*.var.vulgaraeKuz . *sativum*. (بدون ساقه گل‌دهنده)(حسین‌پور،۱۳۸۳).

۲-۷-ترکیبات شیمیایی

سیر دارای ترکیبات گوگردی می‌باشد که خاصیت ضد عفونی کننده، میکرب کشی و کرم کشی به این گیاه می دهد.سیر همچنین دارای ترکیبی بنام آلیسینمی‌باشد که میکرب های حصبه را از بین می برد.۱۰۰ گرم سیر حاوی ۶۱ گرم آب،۶ کالری انرژی، مواد نشاسته‌ای، چربی، کلسیم، فسفر، پتاسیم، آهن، سدیم، ویتامین های (آ، ب۱، ب۲ و ث) می باشد(بقالیان و همکاران، ۱۳۸۳).

۲-۸-خواص دارویی سیر

از لحاظ پزشکی خواصی برای سیر گزارش شده که عبارتند از:کاهش دهنده کلسترول پلاسمای خونی، کاهش دهنده فشار خون و جلوگیری کننده از تشکیل توده های پلاکتی خونی، بادشکن و ضد سرطان، محرک و تقویت کننده بدن، رقیق کننده خون، ضد عفونی کننده،جهت رفع دردهای رماتیسمی و عصبی، از بین بردن میخچه کف پا، ضد انعقاد و لخته شدن خون، مدر، تسکین درد دندان، از بین بردن زخم های ریه و درد معده و خارج کردن سنگ کلیه و ... می باشد که البته استفاده بیش از حد سیر مضراتی را در بردارد که می توان به ممانعت از انعقاد خون بعد از عمل جراحی و سر درد و ضعف در بینایی را نام برد (بقالیان و همکاران، ۱۳۸۳).

۲-۹-میکوریزا

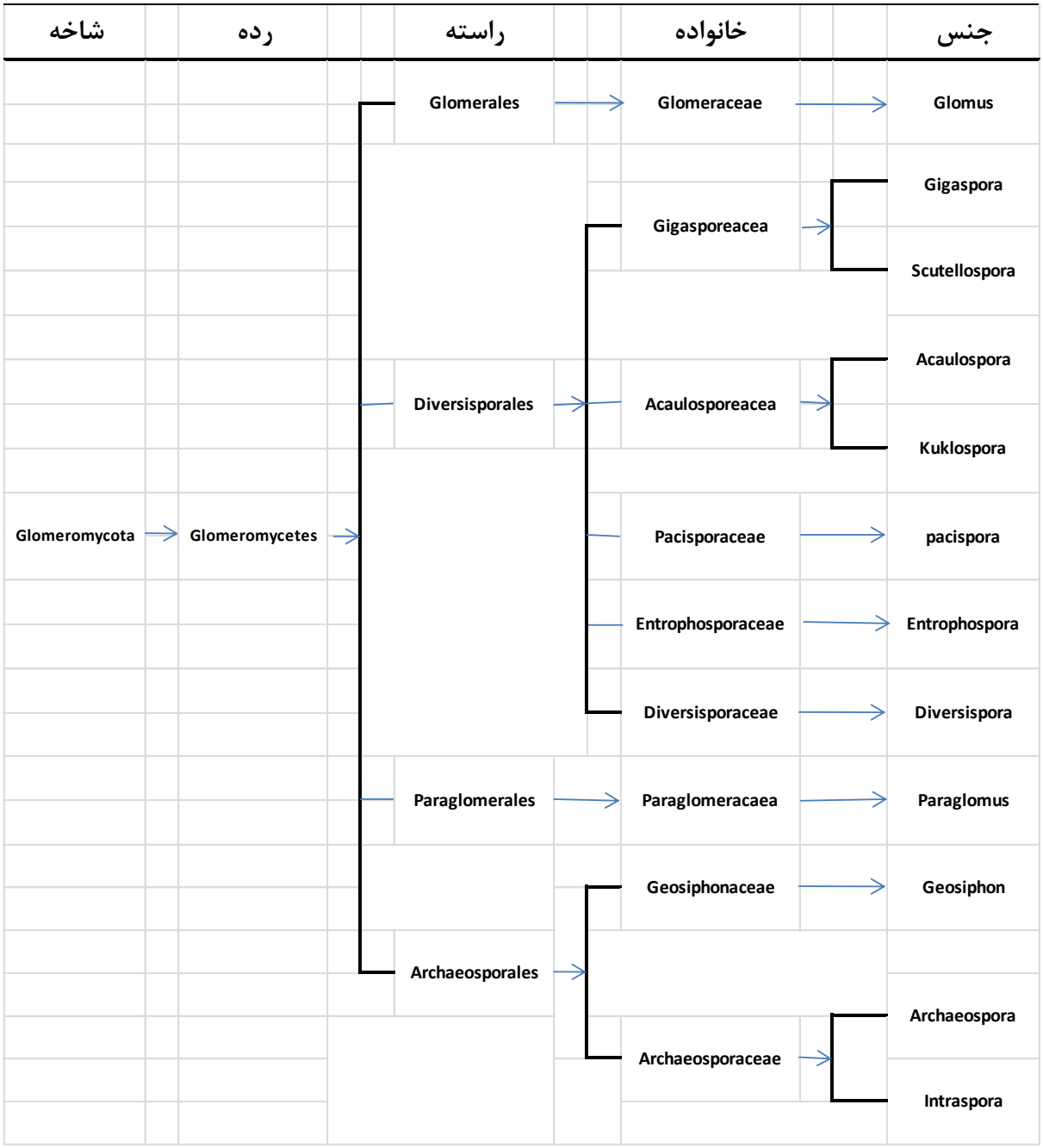
در راستای توسعه کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، لازم است از کودهای بیولوژیک یا آلی استفاده گردد.در این بین می توان به قارچ‌های آرباسکولار میکوریزا اشاره کرد. واژه‌ی میکوریزا از اصطلاح میکو *(Myco)* به معنی قارچ و ریزا *(rrhiza)* به معنی ریشه گرفته شده است.این واژه برای اولین بار توسط فرانک در سال ۱۸۸۵ میلادی به همزیستی بین قارچ و ریشه گیاهان اطلاق گردید. در این مشارکت بر خلاف قارچهای بیماری زا، هیچ نوع علامت بیماری مشاهده نمی‌گردد(مستاجران و ضوئی ۱۳۸۵).

۲-۱۰-مشخصات قارچ های میکوریزای آرباسکول(*AM*)

هارلی و اسمیت (۱۹۸۳) روابط میکوریزایی را به هفت نوع مختلف تقسیم بندی نمودند، ولی با این حال بر اساس تفاوت های مورفولوژیک، انواع میکوریزبه دو گروه کلی اکتومیکوریزا و اندومیکوریزا تفکیک شده‌اند که نوع اکتو اکثرا در درختان جنگلی و نوع اندودر گیاهان زراعی و مرتعی تشکیل می‌شوند.یکی از مهمترین انواع اندو میکوریزها، میکوریزای آرباسکول می‌باشد، که از نظر کشاورزی اهمیت فوق العاده زیادی دارد (اصغر زاده، ۱۳۸۰) زیرا اغلب گیاهان زراعی و باغی دارای این نوع

میکوریزا می‌باشند.این قارچ ها با بیش از ۹۵ درصد کل گیاهان (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۹) و ۹۰ درصد نهان‌دانگانرابطههمزیستی تشکیل می دهند. قارچ های میکوریزا قبلا در رده‌ی زیگومایست *(zygomycetes)* و راسته گلومالز*(glomales)* قرار داشتند ولی بر اساس مطالعاتی که روی توالی ژنی آنها صورت گرفته، این قارچ ها از رده زیگومایست خارج شده و در شاخه جدیدی به نام گلومرومایکوتا قرار گرفته اند (اسچابلر و همکاران، ۲۰۰۱).این شاخه شامل حدود ۲۰۰ گونه است که بر اساس ویژگی‌های دیواره اسپور از هم متمایز می شوند و جنس *Glomus* با بیش از ۷۰ گونه بزرگترین جنس در شاخه گلومرومایکوتا است(ردکر و راب، ۲۰۰۴).طبقه بندی این قارچ ها در شکل۲-۱ آورده شده است.

شکل ۲-۱-طبقه بندی قارچ های میکوریزا (سیوردینگ و احل، ۲۰۰۶).



۲-۱۱- مورفولوژی قارچ‌های آرباسکولار میکوریزا

این قارچ ها در هر دو مکان ریشه و خاک قرار می‌گیرند. میسلیوم درون ریشه‌ای شامل هیف و دیگر اجزای قارچی مانند آرباسکول و وزیکول می‌باشند که به میسلیوم برون ریشه‌ای متصل است. میسلیوم برون ریشه‌ای اسپور تشکیل می‌دهد و به منظورکلونیزاسیون جدید و دسترسی به مکان های تازه در خاک توسعه پیدا میکند(ریلینگ، ۲۰۰۴).

۲-۱۱-۱-هیف (*Hyphae*)

ریسه یا هیف های قارچ AM، رشته هایی هستند که اندام های فعال در همزیستی میکوریزی می‌باشند(نیکلاس، ۲۰۰۸). هیف ها فاقد دیواره عرضی بوده و دیواره سلولی عمدتا از کیتین، پلی‌ساکارید و پروتئین تشکیل شده است. در برخی موارد طول هیف های خارج ریشه ای (که در خارج از بافت ریشه گیاهان و در محیط ریزوسفر دیده می شوند) ممکن است چندین برابر طول ریشه گیاه باشد. نقش اصلی این هیف‌ها جذب آب و املاح است (پال و همکاران، ۲۰۰۷).

۲-۱۱-۲-آرباسکول

آرباسکول اندام درختچه مانندی است که از انشعابات دو شاخه ای و پی در پی هیف در سلول های پوست ریشه تشکیل می‌شود و بیشتر تبادلات مواد و عناصر غذایی بین گیاه میزبان و قارچ از طریق آن انجام می‌گیرد(اصغر زاده و صالح راستین، ۱۳۸۰ وپال و همکاران، ۲۰۰۷).این اندام‌های قارچی عمر کوتاهی دارند و در داخل سلول های گیاهی ۴ الی ۱۰ روز باقی می‌مانند(اصغر زاده۱۳۷۶).

۲-۱۱-۳-وزیکول

بیشتر قارچ های AM وزیکول تولید می‌کنند (مستاجران و ضوئی،۱۳۷۵). به نظر می‌رسد که وزیکول ها به عنوان ساختارهای ذخیره ای باشند و در بقای قارچ ، زمانی که ریشه‌های آلوده به قارچ از بین رفته‌اند، اهمیت داشته باشد(جکسون و ماسون، ۱۹۸۴) البته وزیکول ها در تمام قارچ های AM وجود ندارند ولی ۸۰ درصد از قارچ های AM وزیکول تشکیل می دهند(اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

۲-۱۱-۴-اسپور

زمان اسپورزایی اغلب سه تا چهار هفته پس از شروع کلونیزاسیون (برقراری همزیستی میکوریزایی) ریشه آغاز می‌گردد. البته اگر بستر رشد دارای فسفر قابل جذب زیاد باشد در این صورت همه مراحل رشد قارچ محدود می‌گردد (اصغر زاده، ۱۳۸۰).اسپور قارچ میکوریزای آربوسکول به طور غیرجنسی در خاک اطراف ریشه و گاهی درون بافت ریشه تشکیل می‌شودکلامیدوسپور نام دارد (اصغر زاده، ۱۳۷۶و موکرجی، ۱۹۹۶). اسپورها بهترین منبع تلقیح (کلونیزاسیون) بوده و در شناسایی گونه‌های قارچی AM، اهمیت بسزایی دارند(اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

۲-۱۲-رشد و گسترش قارچAMو ایجاد همزیستی

اندام‌های فعال قارچ شامل اسپور، هیف و ریشه‌های آلوده به قارچ می باشند (اسمیت و رید، ۱۹۹۷). گسترش میکوریز با تندش اسپورهای قارچی موجود در خاک شروع می‌شود. پس از جوانه‌زنی اسپور هیف‌های رویشی شاخه شاخه شده و انشعابات آن به سمت گیاه متمایل می‌شود، وجود ترشحات ریشه گیاه میزبان در این مرحله مهم بوده و چنان چه این هیف‌ها تحت تاثیر این ترشحات قرار نگیرند رشد آنها پس از ۲۴ ساعت متوقف می‌شود (روزل و همکاران،۲۰۰۱). نفوذ هیف از دیواره

سلولی اپیدرمی به دنبال تشکیل اپرسوریوم اتفاق می‌افتد (اسمیت و رید، ۱۹۹۷). پس از نفوذ به درون اپیدرم، به صورت درون سلولی و یا بین سلولی در میان منطقه کورتکس رشد می‌نماید و بعضی اوقات در سلول ها تشکیل کلاف‌های میسلیومی می‌دهد. در بعضی قسمت‌ها هیف از دیواره سلولی رد شده و انشعابات پنجه مانند به نام آرباسکول در سلول‌های کورتکس داخلی شکل می‌گیرند. باید در نظر داشت که این قارچ‌ها به اندودرم، حلقه آوندی و مریستم های ریشه نفوذ پیدا نمی‌کنند(مستاجران و ضوئی، ۱۳۸۵) و در خود سلول‌ها آرباسکول ها هرگز وارد سیتوپلاسم سلول های میزبان نمی شوند(سیدوک و پیجل، ۲۰۰۸). بعضی اوقات وزیکول‌ها که حاوی لیپیدهای ذخیره‌ای هستند در مراحل بعدی و بین سلول‌ها و یا داخل آن تشکیل می‌شوند(لامبر، ۲۰۰۸).

۲-۱۳- عوامل موثر در همزیستی میکوریزی

۲-۱۳-۱-نوع گیاه میزبان

نوع گیاه در تشکیل رابطه میکوریزی نقش تعیین کننده‌ای دارد به طوری که گیاهانی که دارای ریشه اصلی بوده و ریشه های موئین کمتری دارند وابستگی بیشتری به همزیستی میکوریزی داشته و باعث توسعه بیشتر این همزیستی می شوند(اورا و همکاران، ۱۹۹۱).

۲-۱۳-۲-دما

اثرات دما روی کلونیزاسیون میکوریز پیچیده است و به واکنش های مختلف گیاه و قارچ بستگی دارد. در سیستم های آزمایشگاهی معمولا درصد کلونیزاسیون میکوریزی بین ۱۰ و ۳۰ درجه سانتی گراد افزایش می‌یابد(اسمیت و رید، ۲۰۰۸). تقریبا دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، دمای بهینه برای اکثر گونه های قارچی همزیست می باشد(اینتری و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۱۳-۳-رطوبت

رطوبت خاک نقش تعیین کننده ای در میزان همزیستی میکوریزی دارد. رطوبت مناسب برای قارچ ها ۳۰-۱۵ درصد است(فلاح و همکاران،۱۳۸۲).رطوبت خیلی زیاد با ایجاد شرایط بی‌هوازی، کاهش همزیستی را به دنبال خواهد داشت، زیرا قارچ های میکوریز و در حقیقت کلیه قارچ های خاکزی، هوازی اجباری هستند. رطوبت کم خاک نیز با ایجاد تنش مستقیم آب بر گیاه و قارچ و کاهش دسترسی به عناصر غذایی، باعث کاهش توسعه قارچ ها ی میکوریز می گردد(کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

pH-۴-۱۳-۲

pH خاک علاوه بر اثر مستقیم بر رشد گیاه میزبان و قارچ با تاثیر بر سایر عوامل خاک از قبیل غلظت یون های غذایی می‌تواند اثر غیر مستقیم نیز داشته باشد.بیشتر قارچ های AM در محدوده‌ی وسیعی از pH از ۵/۵ تا ۹/۵ فعالیت مناسبی دارند(کار،۱۹۹۱)در pH های اسیدی میزان کلونیزاسیون میکوریزی کم است و با افزایش pHخاک، کلونیزاسیون به طور معنی داری افزایش می‌یابد(کلارک و زئو، ۱۹۹۶).

۲-۱۳-۵- نور

نور به طور غیر مستقیم و از طریق تاثیر بر فتوسنتز و تولید کربوهیدرات در گیاه در توسعه همزیستی میکوریزی نقش دارد و کمبود نور کاهش این همزیستی را به دنبال دارد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸).چون این قارچ‌ها ، همزیست اجباری ریشه گیاهان هستند و برای رشد و فعالیتشان به کربن فراهم شده بوسیله گیاه میزبان نیاز دارند(اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

۲-۱۳-۶-غلظت عناصر غذایی

توسعه قارچ میکوریز شدیدا تحت تاثیر غلظت عناصر غذایی قابل دسترس قرار دارد(کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). اثر مثبت قارچ های میکوریز در رشد گیاه، عموما در خاک‌هایی دیده می‌شود که غلظت عناصر غذایی نظیر فسفر، در فاز محلول کمتر باشد(اصغر زاده،۱۳۷۶).غلظت بالای فسفر در محیط کشت، رشد لوله تندشی قارچ و همچنین ترشحات ریشه را کاهش می‌دهد. این ترشحات در تحریک شاخه شاخه شدن هیف های نزدیک ریشه و رشد میسلیوم های برون ریشه ای نقش اساسی دارند.بنابراین کلونیزاسیون میکوریزی را هم در مراحل اولیه و هم در مراحل بعدی کاهش می‌دهد(اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

۲-۱۳-۷-تاثیر نوع قارچ میکوریز

نخستین و مهمترین شرط برای تشکیل رابطه میکوریزی وجود اینوکلوم (مایه تلقیح) مناسب است. گونه‌های مختلف قارچ های میکوریز نیز توانایی متفاوتی برای برقراری رابطه همزیستی با گیاه میزبان دارند. لذا توانایی آنها در افزایش جذب عناصر و افزایش رشد گیاه میزبان متفاوت است.

۲-۱۳-۸-تاثیر سایر میکروارگانیسم‌های خاک

میکروارگانیسم‌های خاک می‌توانند هم اثر تحریک کنندگی و هم اثر بازدارندگی در فعالیت میکوریز و کلونیزاسیون آن داشته باشند(نادیان و همکاران ۱۳۸۲). به عنوان مثال باکتری‌های PGPR و سودوموناس‌ها تاثیر مثبتی در رشد قارچ های میکوریز دارند و یا بعضی از نماتد ها با تغذیه میکوریز یا با تخریب پوشش قارچی سبب کاهش همزیستی میکوریزی می‌شوند(بیانسیوتو و همکاران، ۱۹۶۰).

۲-۱۴-تاثیر همزیستی میکوریزی بر رشد گیاه

ملک ثابت و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی رابطه همزیستی سویه های میکوریزی را بر صفات مهم مورفولوژیکی ارقام مختلف گندم مورد بررسی قرار دادند و چنین نتیجه گرفتند که کاربرد سویه های مختلف جنس *Glomus sp*. در ارقام مختلف موجب تفاوت معنی داری از لحاظ قطر ساقه، سطح برگ پرچم، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد گردید. در آزمایشی مشابه نادیان و همکاران (۱۳۸۲) اثرات مثبت قارچ میکوریز را بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر گزارش نمودند. آن ها چنین نتیجه‌گیری کردند که قارچ های میکوریز قادرند به خوبی در سلول‌های پوست ریشه نفوذ کرده و موجب افزایش رشد در مقایسه با تیمار شاهد شوند. همچنین موجب افزایش میزان شکر (ساکارز) قابل استحصال در نیشکر گردید.میر انصاری مهابادی و همکاران (۱۳۸۴) افزایش ارتفاع گیاه ذرت میکوریزایی را در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط خاک متراکم گزارش نمودند. نتایج حاصل از آزمایش، نشان داد که قارچ‌های میکوریز سبب افزایش وزن تازه و خشک برگ های ذرت به صورت معنی داری گردید. آنها چنین استنباط کردند که در خاک‌های متراکم با مهیا نمودن شرایط بهینه برای رشد و فعالیت قارچ‌های میکوریزی می‌توان اثرات سوء تراکم خاک بر رشد گیاه را کاهش داد. دیویس و همکاران(۲۰۰۵) در بررسی انجام شده بر روی سیب زمینی دریافتند که تمام گیاهان میکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی دارای رشد بیشتر، نسبت ریشه به ساقه بالاتر و کارایی مصرف فسفر بالاتر بودند. جما و همکاران (۱۹۹۷) نیز عنوان کردند که مهمترین عامل در افزایش رشد گیاه میکوریزی توانایی آنها در جذب عنصر فسفر از خاک می باشد.اگرچه در این رابطه نمی‌توان تاثیر همزیستی میکوریزی در تعادل کربن و ازت گیاه و همچنین تاثیری که این رابطه همزیستی بر تعادلات بیوشیمیایی گیاه میزبان دارد را نادیده گرفت. همزیستی میکوریزی همچنین باعث تغییر مقدار بیوماس در نقاط مختلف گیاه می‌شود. به عنوان مثال نسبت ریشه به اندام هوایی در گیاه میکوریزی، متفاوت از گیاهان غیر میکوریزی است و همین

امر در نحوه پاسخ گیاه به شرایط محیطی، بخصوص در زمانی که گیاه با محدودیت آب روبه رو می شود بسیار مهم است.کلارک و زئو(۱۹۹۶) در بررسی انجام شده بر روی ذرت، دریافتند که در خاک های اسیدی با pH ۴/۲ و ۴/۵ و در خاک های قلیایی با pH ۸ و ۷/۸ ماده خشک ساقه و ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی بیشتر می باشد. همچنین ماده خشک ساقه و ریشه گیاهان رشد یافته در خاک قلیایی از ماده خشک ساقه و ریشه گیاهان رشد یافته در خاک اسیدی بیشتر بود. قارچ های میکوریزایی در خاک اسیدی، رشد ریشه گیاهان را بیشتر از رشد ساقه و در خاک‌های قلیایی، رشد ساقه گیاهان را بیشتر از رشد ریشه افزایش داد.گیاهان ذرت رشد یافته بر روی خاک‌های اسیدی بوسیله AM از سمیت عناصر سمی مثل آلومینیوم و منگنز مقاوم شدند.همچنین امکان دارد رشد از طریق هیف افزایش یابد، زیرا ریشه های گیاهان ذرت رشد یافته بر روی خاک اسیدی دارای آلودگی هیفی بیشتری بودند.این امر ممکن است به دلیل تولید مواد مفید نظیر ترکیبات تحریک کننده رشد مثل ایندول استیک اسید و یا اسیدآبسیزیک یا مواد غذایی مثل Ca,mg,K توسط هیف باشد.درزی و همکاران(۱۳۸۸) طی آزمایشی چنین اظهار داشتند که بیشترین غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه و عملکرد دانه در تلقیح میکوریزایی حاصل شد. اثر متقابل هم‌افزایی و مثبت نیز در دانه و عملکرد دانه مشاهده شد. فریدن و تری (۱۹۸۷) به این نتیجه رسیدند که فواید همزیستی میکوریزی بر روی رشد گیاه میزبان لگوم به چند مورد بستگی دارد:۱- بهبود تغذیه فسفر، ۲-بهبود گره زایی و بنابراین تثبیت بیشتر نیتروژن، ۳- افزایش نسبت های ساقه به ریشه، ۴- افزایش میزان فتوسنتز در گیاه میکوریزی.

۱۰-۱۲-۲- اثر میکوریزا بر جذب عناصر غذایی

نقش قارچ‌های میکوریزا در رشد و نمو گیاهان بسیار مهم است، همزیستی میکوریزی از طریق بهبود تغذیه گیاه، افزایش جذب آب از طریق افزایش دادن تراکم ریشه، هدایت هیدرولیکی داخل ریشه و انتقال هیفی آب به ریشه، افزایش تبادلات گازی گیاه، تغییر در خواص نگهداری آب خاک و

تحریک فعالیت‌های فتوسنتزی باعث افزایش رشد گیاه می‌شود.(بریلا و دانیوی، ۱۹۹۷؛ رویس لوزانو، ۲۰۰۳). در رابطه با همزیستی بین قارچ‌هایمیکوریزا و ریشه گیاه اثبات شده که قارچ میکوریزا در کسب مواد غذایی از خاک، به ویژه عنصر غیر متحرک نظیر فسفر، روی، مس و همچنین سایر یون‌ها نظیر گوگرد، پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز، کلر، بر و نیتروژن به گیاه کمک می‌رساند که اثر این همزیستی بخصوص در شرایط کمبود عنصر غذایی خاک بیشتر خواهد بود (شارما، ۲۰۰۳). فسفر یکی از مهمترین این عنصرهاست که توسط میکوریزا به طور فعال و در سطح وسیع جذب می‌شود.تحقیقات نشان داده که سرعت جذب فسفر به درون گیاه میکوریزی ۳ الی ۶ برابر بیشتر از گیاه غیرمیکوریزی است (علیزاده و همکاران ۱۳۸۶؛نادیان و همکاران، ۱۹۹۶). الکراکی و حمد (۲۰۰۱) و گیری و موکرجی (۲۰۰۴) نیز افزایش جذب فسفر را در اثر تلقیح میکوریزا گزارش کردند. اهمیت بهبود تغذیه ای گیاه به وسیله میکوریزا به قدری است که در تحقیقات اولیه افزایش رشد گیاهان بوسیله میکوریزا را فقط مرهون افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر می‌دانستند ولی بررسی‌های بیشتری در این زمینه نکات جدیدی را برای محققین آشکار ساخت و بعدها به اثرات غیر تغذیه‌ای قارچ میکوریزا (توانایی دفع عناصر سنگین، تولید مواد محرک رشد، برقراری روابط متقابل مثبت با میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی، افزایش مقاومت گیاهان میزبان به شوری، خشکی و عوامل بیماری‌زای گیاهی) نیز پی بردند (آوگه و همکاران، ۲۰۰۱). با این حال به دلیل توانایی این قارچ‌ها در افزایش جذب عناصر غذای خاک توسط گیاه، به این میکروارگانیسم های مفید کود بیولوژیک نیز گویند و اعتقاد بر این است که قارچ‌های میکوریزا می‌توانندجایگزین خوبی برای قسمتی از کودهای شیمیایی مصرف شده (مخصوصا کود های فسفاته) در اکوسیستم های مختلف باشند(ماکروجی و چامولا،۲۰۰۳).در تحقیقی که در اتاقک رشد انجام شد هیف های قارچ میکوریزا توانسته‌اند بالغ بر ۸۰ درصد از فسفر، ۲۵ درصد ازت، ۱۰ درصد پتاسیم، ۲۵ درصد روی و ۶۰ درصد مس مورد نیاز گیاه را تامین نماید(لیو و همکاران ۲۰۰۰). اردکانی و همکاران (۱۳۸۱)نیز افزایش مقدار نیتروژن (۱۱ درصد)، فسفر(۲۱ درصد)، پتاسیم(۱۰ درصد)، آهن (۹ درصد) و منگنز(۱۵ درصد) را در گندم

میکوریزی نسبت به گندم غیر میکوریزی گزارش نمودند. الکراکی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی اثرات تلقیح AM بر رشد و عملکرد دانه و جذب مواد معدنی گندم به این نتیجه رسیدند که تلقیح میکوریزا عملکرد دانه و بیوماس گیاه گندم را افزایش داده و همچنین افزایش غلظت های فسفر و آهن در گیاه میکوریزی نسبت به گیاه غیرمیکوریزی بیشتر بود. میکوریزا بر روی خصوصیات کیفی گیاهان دارویی تاثیر معنی داری دارد. در طی آزمایشی که توسط لیو و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد آنها مشاهده کردند که غلظت فسفر، منیزیم، روی و مس بطور معنی داری در اندام هوایی ذرت تلقیح شده با میکوریزا افزایش یافت. تلقیح ریشه با قارچ میکوریزای آرباسکولار می‌تواند در تولید محصول در شرایط خشکی موثر واقع شود. از طرف دیگر همزیستی با (*AM*) موجب گسترش و توزیع بهتر ریشه گیاهان شده و نقش کلیدی در چرخه مواد غذایی داشته و همچنین موجب حمایت گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌گردد. بهبود شرایط تغذیه گیاه، به دست آوردن عناصر غذایی غیر قابل دسترس، تحمل گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا، بهبود رابطه آب و گیاه، افزایش محصول گیاه از مهمترین نقش‌های وزیکولار آرباسکولار می‌باشد. همچنین میکوریزا می تواند تغییراتی در فرم رشد و ساختمان ریشه و بافت‌های آوندی ایجاد کند. لارسن (۲۰۰۶) در مطالعه خود اثرات میکوریزا را بر روی چند گیاه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش در دراز مدت بر روی سیر، نخود، خربزه، هندوانه، خیار و ذرت نشان داد که رشد گیاه وجذب مواد غذایی بهتر و بیشتر از نمونه شاهد بود. اریک لارسن (۲۰۰۶) اعتقاد دارند که جذب سلنیوم در کشت سیر در خاک حاوی قارچ میکوریزا ۱۰ برابر افزایش داشت. توسلی و اصغرزاده (۱۳۸۸) بیان داشتند که تلقیح گیاهچه‌های پیاز با قارچ میکوریز تاثیر معنی داری بر غلظت فسفر، سدیم وکلر داشت. محققین مذکور نتیجه گرفتند که تلقیح با قارچ‌های میکوریزا موجب کاهش غلظت سدیم و کلر در غده‌های پیازی گردید. گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند، تلقیح گیاه نعناع با قارچ میکوریز به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد بیولوژیکی این گیاه را افزایش داد. مراد قلی و همکارانش (۱۳۹۰) اظهار داشتند که کاربرد قارچ آرباسکولار میکوریزا بر ارتفاع بوته، عرض برگ‌پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته، درصد پروتئین و طول برگ

پرچم تاثیر معنی‌داری داشته است. شریفی و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایشی اثر قارچ اندومیکوریزایی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تلقیح قارچ با ریشه گیاه مذکور به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص‌های رشد، کلروفیل aوb و آنتوسیانین در مقایسه با بوته‌های شاهد شد.جمشیدی و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایشی اظهار داشتند که اثر تلقیح میکوریزا طی اعمال تنش خشکی بر روی صفات گیاه آفتابگردان، به جز عملکرد دانه،تعداد دانه پوک، درصد پوکی و عملکرد روغن بر روی بقیه صفات معنی دار بود.میکوریزا از طریق افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه و کاهش میزان پوکی دانه طبق، باعث افزایش عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی شدند.علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) بیان داشتند که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابل میکوریزا و سطوح آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاه ذرت معنی دار بودند. همچنین میکوریزا باعث رشد گیاه در افزایش شدت تنش خشکی گردیدو نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار میکوریزا نسبت به شاهد تحت تنش خشکی بیشتر بود

۲-۱۵-باکتری تیوباسیلوس

۲-۱۵-۱-تیوباسیلوس و نقش آن در اکسایش گوگرد

مطالعات مختلف نشان داده است که کاربرد کود ازتی در مقادیر زیاد بدون اضافه کردن گوگرد در خاک هایی که کمبود دارند منجر به افزایش عملکرد نخواهد شد. گوگرد عنصری برای اینکه بتواند توسط گیاه جذب شود لازم است ابتدا توسط ریز جانداران خاک به سولفات تبدیل شود که این فرایند تحت شرایط گرم و مرطوب حدود چند ماه به طول می انجامد. چنان چه گوگرد عنصری در سطح خاک پخش شده و همراه با مواد آلی بلافاصله به زیر خاک برده شود، عمل تبدیل در جوار رطوبت و میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد سریعتر انجام خواهد شد. همچنین هر چه ذرات گوگرد

کوچکتر باشد عمل تبدیل سریعتر انجام خواهد شد (خادمی و همکاران، ۱۳۷۹).از آنجا که اکسایش گوگرد فرایندی عمدتا بیولوژیک است، تحقیق این شرط مستلزم وجود جمعیت بالایی از میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد عنصری است که باکتری های تیوباسیلوس از مهمترین انواع آنها هستند(قربانی نصر آبادی و همکاران، ۱۳۸۲). تیوباسیلوس‌ها اسیددوست هستند و به خوبی در pH ۲ الی ۳ رشد می کنند. شیمیواتوتروف اجباری هستند که انرژی خود را منحصرا از اکسیداسیون گوگرد معدنی و منبع کربنی خود را از دی اکسید کربن به دست می آورند.اکثر گونه های تیوباسیلوس هوازی اجباری هستند و با اکسیداسیون گوگرد و دیگر ترکیبات معدنی گوگرد، سولفات تولید می‌کنند(امتیازی، ۱۳۸۱). این باکتری ها با تشدید اکسایش گوگرد در خاک‌های آهکی و قلیایی می توانند، در کاهش pH و اصلاح خاک، تامین سولفات مورد نیاز گیاه، انحلال برخی از عناصر غذایی و افزایش قابلیت جذب آنها موثر واقع شود(بشارتی ، ۱۳۸۲). کیتام و اووت (۱۹۶۵) میزان اکسایش گوگرد در خاک های تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس را بین ۱ تا ۱۱ برابر بیشتر از خاک های تلقیح نشده گزارش کردند.

۲-۱۶-گوگرد

۲-۱۶-۱-تاثیر گوگرد بر گیاهانزراعی

گوگرد یکی از عناصر غذایی ضروری و پر مصرف مورد نیاز گیاهان بوده و در اتمسفر، لیتوسفر، بیوسفر و هیدروسفر به اشکال مختلف یافت می شود. پوسته زمین دارای ۰/۰۶ درصد گوگرد است.گوگرد به دو شکل معدنی و آلی در خاک ها وجود دارد که شکل معدنی آن شامل سولفید و سولفات عناصر مختلف است. سولفات های کلسیم و منیزیم مهمترین ترکیبات معدنی گوگرد در خاک های کشاورزی به شمار می روند (کیلهام، ۱۹۹۴).گوگرد از طریق کودها، مواد اصلاح کننده، هوادیدگی کانی های گوگرددار، آب آبیاری، مصرف آفت کش‌ها، اتمسفر و بقایای آلی وارد خاک شده

و توسط آبشویی، فرسایش، تصاعد، جذب (توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌ها) و سوزاندن بقایای گیاهی از محیط خاک خارج می گردد (تسیدال، ۱۹۹۳). گوگرد در تشکیل اسید های آمینه، کلروفیل، آنزیم نیتروژناز، گلوتاتیون، فردوکسین، فعال کردن برخی از آنزیم ها و افزایش مقاومت گیاهان به سرما، خشکی و امراض نقش داشته و ۰/۲ تا ۰/۵ درصد وزن خشک گیاهان را تشکیل می‌دهد. این عنصر از لحاظ مقدار در طبیعت در ردیف ششم و از نظر مقدار مورد نیاز گیاه پس از سه عنصر اصلی (,KN, P) و کلسیم در مرتبه پنجم قرار دارد. کمبود گوگرد سبب ممانعت از سنتز پروتئین می‌شود. در این حالت تجمع نیترات و آمیدها در گیاه افزایش و محتوی سولفات گیاه به شدت کاهش می‌یابد. ممانعت از سنتز پروتئین طی کمبود گوگرد سبب کلروز در گیاه می شود که با کلروز ناشی از کمبود نیتروژن مشابه است. بر خلاف نیتروژن، گوگرد عمدتا به طور یکنواخت هم در برگ‌های جوان و هم در برگ‌های پیر توزیع می‌شود و محتوی گوگردی برگ های جوان و برگ های پیر با اضافه کردن کودهای گوگردی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بنابراین توزیع گوگرد در گیاهان دارای کمبود گوگرد تحت تاثیر مقدار کود نیتروژن می باشد. به عبارت دیگر علائم کمبود گوگرد می تواند در برگ های جوان (زمانی که نیتروژن کافی باشد) یا در برگ های پیر (زمانی که کمبود نیتروژن وجود دارد) ظاهر می‌شود. انتقال مجدد گوگرد از برگ های مسن بستگی به سرعت کمبود نیتروژن در برگ های در حال پیر شدن دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۳؛فتحی، ۱۳۷۸؛ میسک وفان، ۱۹۹۹؛ گلندینگ، ۲۰۰۰؛ مارسچنر، ۱۹۹۰؛ هیتسودا و همکاران، ۲۰۰۵؛ گریفیت و همکاران، ۱۹۹۵).گوگرد علاوه بر شرکت در ساختمان اسید آمینه، ویتامین ها و آنزیم ها، درساخت کلروفیل ضرورت دارد. در خاک‌هایی با pH بالا گوگرد نه تنها به عنوان عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، بلکه بیشتر به لحاظ اثرات جانبی مفید این عنصر در اسیدی کردن موضعی خاک، افزایش قابلیت انحلال سایر عناصر از جمله فسفر، روی و آهن اهمیت پیدا می کند (ملکوتی و همدانی، ۱۳۷۰). این ماده به دلیل ویژگی های ارزنده از قبیل ارزان بودن، خاصیت قارچ کشی و توانایی اکسایش در خاک و تولید اسید به عنوان یکی از نهاده های کشاورزی جهت اصلاح خاک ها، بهبود تغذیه گیاهان و کنترل برخی از عوامل

بیماری‌زا کاربرد وسیعی دارد. یکی از مهمترین خصوصیات گوگرد، دارا بودن درجات مختلف اکسیداسیون می باشد.چرخه گوگرد شامل چهار مرحله معدنی شدن، آلی شدن، احیا و اکسید شدن است که اکسیداسیون مهمترین مرحله چرخه آن به شمار می رود. زیرا گوگرد موجود در اکثر کودها و مواد اصلاح کننده بهشکل احیا بوده و کانی های حاوی گوگرد که در بسیاری از خاک ها منشاء گوگرد قابل جذب خاک هستند، دارای گوگرد به فرم احیا می باشند(الکراکی و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۱۶-۲-تاثیر گوگرد بر گیاهان

بهمنیار و همکاران (۱۳۸۴)در آزمایشی بر روی سویا دریافتند که کاربرد گوگرد در تیمارهای مختلف به طور معنی داری موجب افزایش ماده خشک و عملکرد دانه سویا گردید.یافته های گوتیرزبوم و همکاران (۲۰۰۷)نشان داد که کمبود گوگرد، عملکرد دانه سویا را از طریق تاثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه کاهش داده است. آنها چنین نتیجه گرفتند که کمبود گوگرد در اواخر دوره رشد ممکن است نتیجه تحرک بالای سولفات در خاک و انتقال مجدد آن در گیاه باشد.سینگ و چائوداری(۱۹۹۷) کلروز و کاهش محصول بادام زمینی کشت شده در خاک های آهکی را ناشی از کمبود گوگرد و عناصر کم مصرف دانستند، لذا در یک خاک آهکی تاثیر مصرف گوگرد، کلرید آهن، روی و منگنز را بر بادام زمینی در شرایط مزرعه بررسی نمودند. نتایج به دست آمده از آزمایش بیانگر وجود اثرات مثبت ناشی از مصرف گوگرد بود.به طوری که عملکرد دانه، وزن غلاف، وزن غده، ارتفاع بوته و درصد روغن، به طور معنی‌داری افزایش یافت. مسیک و فن (۱۹۹۹) نیز گزارش نموده اند که گوگرد نه تنها به عنوان یک عامل محدود کننده عملکرد مطرح است بلکه می تواند پاسخ گیاه را به کودهای ازتی و فسفاتی افزایش داده و سبب افزایش جذب راندمان مصرف ازت در سویا، کلزا و بادام زمینی گردد.کلباسی و همکاران (۱۹۸۸) بیان نمودند که کاربرد گوگرد برای درختان میوه غلظت آهن را در گیاه افزایش داده ولی به علت اکسایش کم گوگرد و خاصیت بافری زیاد خاک این افزایش به حدی نبود که کلروز (زردی) ناشی از کمبود آهن را برطرف نماید. کاپلان و ارمان (۱۹۹۸) در

آزمایشات مزرعه ای و گلخانه ای به منظور بررسی اثر مصرف گوگرد در خاک های آهکی، به معنی دار بودن تاثیر آن در افزایش مقدار آهن، روی، فسفر و منگنز جذب شده توسط سورگوم اشاره نمودند. پال و سینک (۱۹۹۴) با مصرف ۴۰ کیلو گرم گوگرد در تناوب گندم و برنج نشان دادند که کاربرد گوگرد در خاک باعث افزایش مقدار کل گوگرد قابل جذب، گوگرد آلی و غیر سولفاته و افزایش عملکرد دانه گندم می شود. جایان و همکاران (۱۹۹۷) افزایش ۳۳ درصدی نسبت به شاهد را در عملکرد خردل هندی با مصرف ۵۰ کیلو گرم گوگرد، گزارش کردند. تحقیقات انجام شده توسط ملکوتی و نفیسی (۱۳۷۶) نشان داده است که با مصرف ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد آسیاب شده، عملکرد یونجه در حدود یک تن در هکتار افزایش یافته است. نتایج نشان داد که مصرف گوگرد همراه با کود دامی عملکرد چغندر قند را نسبت به شاهد افزایش داد (قربانی و همکاران ۱۳۸۲). همچنین ملکوتی و رضایی (۱۳۸۰) گزارش نمودند که مصرف گوگرد عنصری به همراه کود دامی در یک خاک شور سدیمی، عملکرد محصول چغندر را نسبت به شاهد ۵۶ درصد افزایش داده است. شاهسونی و اردلان (۱۳۸۵) با مطالعه تاثیر گوگرد بر عملکرد و جذب آن بر گندم اظهار داشتند که بهترین عملکرد زمانی حاصل شد که نسبت نیتروژن به گوگرد در برگ در هنگام باز شدن پرچم و رسیدن دانه هنگام برداشت محصول، با افزایش مقدار کود، افزایش یافت. همچنین آنها در مطالعه دیگری در سال ۱۳۷۸ روی گندم دریافتند با افزایش کود گوگردی در هر دو مزرعه آبی و دیم عملکرد دانه گندم و همچنین جذب گوگرد در دانه افزایش یافت. امانی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تحت تاثیر سطوح مختلف گوگرد در رقم سحر سویا افزایش در عملکرد دانه و وزن خشک دانه، وزن خشک کل گیاه و وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد. علت افزایش در صفات مذکور را می توان به افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و مساعد شدن شرایط pH برای باکتری های تثبیت کننده دانست. مرشدی و فرزان (۱۳۸۵) در زمینه ای اثرات مصرف گوگرد و کمپوست بر عملکرد گندم آبی و میزان عناصر غذایی خاک در منطقه شهرکرد اعلام کردند که عملکرد دانه و کاه گندم در اثر مصرف گوگرد به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به اضافه ی مقادیر توصیه شده NPK (و حتی نصف مقدار توصیه

شده اوره) معنی‌دار بوده است. شهابی فر(۱۳۸۵) تاثیر مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و غلظت عناصر در اندام گیاهی ذرت دانه ای را مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت که اثر گوگرد بر عملکرد دانه معنی دار شد. همچنین بر صفت هایی نظیر تعداد دانه در بلال، غلظت فسفر و مس در اندام گیاهی کاملا معنی دار شد.دونالد کارایی تولید دانه را به عنوان یک شاخص مطرح نمود و این شاخص ضریب انتقال نام گرفت. او ضریب انتقال را به صورت نسبتی از ماده خشک تمامی گیاه، به جز ریشه که در دانه تجمع می یابد تعریف نمود.این ضریب اکنون به طور گسترده ای به عنوان شاخص برداشت شناخته شده است (دونالد، ۱۹۹۳). رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی تحت عنوان تاثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تنظیم کننده های اسمزی در گیاه دارویی سیاه دانه به این نتیجه رسیدند که کاربرد گوگرد سبب افزایش عملکرد دانه شد و عملکرد دانه را ۷/۲ درصد افزایش داد. بنابراین، تاثیر معنی دار و مثبت گوگرد بر کلیه اجزای عملکرد دانه، تنظیم کننده های اسمزی و عملکرد اسانس را به همراه داشته است.

۲-۱۶-۳-اثر گوگرد بر افزایش عنصر غذایی در خاک و جذب آنها توسط گیاه

کاربرد گوگرد می تواند باعث اسیدی شدن خاک‌ها شده و در جذب عناصر دخیل باشد. کاربرد گوگرد در کلزا غلظت گوگرد را در بذر و بقایای گیاه افزایش داد(مالهی و گیل، ۲۰۰۰).پنیک (۱۹۹۷) در طی آزمایش‌های مختلف نشان داد که میزان فسفر قابل استفاده خاک فسفات، در نتیجه افزودن گوگرد افزایش می‌یابد. اکسیداسیون گوگرد باعث ایجاد مقادیر قابل توجهی اسید های معدنی قوی می شود که این اسیدها در خاک باعث حل شدن فسفر و سایر مواد معدنی می شوند و این عمل برای گیاهان و میکروارگانیسم ها مفید است(امتیازی، ۱۳۸۱). کاچهار و همکاران (۱۹۹۷) در یک آزمایش مزرعه‌ای روی نخود با استفاده از منابع مختلف گوگرد نشان دادند که جذب فسفر با افزایش مقدار گوگرد افزایش می‌یابد. گانس و استفنسون (۱۹۸۴) در آزمایشی با مصرف مقادیر مختلف گوگرد روی توتون در شرایط گلخانه‌ای نتیجه گرفتند که با افزایش گوگرد، ازت و گوگرد افزایش می‌یابد.با

مصرف کودهای فسفره حاوی گوگرد، نسبت گوگرد به فسفر در گیاهان افزایش می یابد در صورتیکه با مصرف کودهای فسفره فاقد گوگرد این نسبت کاهش پیدا می کند.

۲-۱۶-۴-اثر گوگرد بر شاخص های رشدی

تولید ماده خشک، تحت تاثیر دو فرایند قرار دارد : ۱- دریافت نور خورشید توسط کانوپی که به اندازه سطح فتوسنتز کننده بستگی دارد. ۲- تبدیل انرژی نورانی به انرژی شیمیایی که بیانگر کارایی فتوسنتز می باشد(هی و والکر، ۱۹۸۹). به اعتقاد رحیمیان و همکاران (۱۳۷۷) اولین شرط جهت افزایش عملکرد افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح می باشد. بنا به نظر پنگ و همکاران (۱۹۹۷) پایین بودن وزن خشک گیاهی در زمان گلدهی می تواند باعث کاهش اختصاص مواد، به خصوص مواد دوباره انتقال یافته از سایر اجزا به دانه و به دنبال آن کاهش عملکرد دانه گردد. نجارزادگان و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که مصرف۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بیشترین تجمع ماده خشک را در کلزا داشته و از این سو نتیجه گرفتند که کاربرد گوگرد می تواند باعث افزایش رشد و عملکرد کلزا شود. در آزمایشی که ایرانی پور و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی اثر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد و تیوباسیلوس بر ذرت انجام دادند، آنها نشان دادند، که اثرات اصلی تیمار ها بر درصد ماده خشک و درصد جذب فسفر در سطح ۱ درصد و بر عملکرد ماده خشک، سرعت رشد گیاه و کارایی مصرف کود در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. ولی اثرات اصلی تیمارها بر مقدار فسفر و روی در برگ، عملکرد فسفر کل و فسفر قابل جذب خاک معنی دار نگردید. بهمنیار و همکاران (۱۳۸۴) پی بردند که کاربرد گوگرد در تیمار های مختلف به طور معنی داری موجب افزایش ماده خشک و عملکرد دانه سویا گردید. نادری‌عارفی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که افزایش گوگرد باعث افزایش بعضی از صفات رشد رویشی مانند شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ارتفاع بوته و ارتفاع محل تشکیل اولین شاخه کلزا گردید. مصرف گوگرد موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه و روغن گردید اما تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف تا سطح دوم گوگرد (۳۰۰

کیلوگرم در هکتار) افزایش و سپس کاهش یافتند.سرعت رشد جامعه گیاهی در هر گونه معمولا به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد (کوچکی وسرمدنیا، ۱۳۸۰). نجارزادگان و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی سطوح مختلف گوگرد بر کلزا دریافتند که حداکثر میزان سرعت رشد در کلزا از تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است. حداکثر سرعت رشد محصول برای گونه گیاهی معین و در شرایط مطلوب محیطی هنگامی پدید می آید که پوشش برگ ها کامل باشد این حالت نشان دهنده حداکثر توانایی تولید ماده خشک و حداکثر میزان تبدیل انرژی تابشی خورشید در گیاه است (کوچکی و سرمدنیا ، ۱۳۷۳). سرعت رشد نسبی، عبارت است از سرعت نهایی افزایش وزن گیاه و با افزایش اندازه گیاه و سرعت رشد مطلق آن کاهش می یابد (رحیمییان و کوچکی، ۱۳۷۷). با افزایش سن گیاه، میزان رشد نسبی کاهش می یابد، این کاهش به این دلیل است که قسمت هایی که به گیاه افزوده می شوند، بافت‌های ساختمانی است و بافت‌های فعال متابولیکی نیستند و چنین بافت‌هایی سهمی در رشد ندارند. کاهش میزان رشد همچنین تا اندازه ی مربوط به در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ های پایین تر گیاه است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۴).در شرایط نامساعد محیطی ، ارقام از نظر سرعت رشد نسبی تفاوت هایی را نشان می دهد که می تواند مهم باشد (رحیمیان و کوچکی، ۱۳۷۷) مصرف گوگرد باید به طور مرتب انجام گیرد و آخرین زمان استفاده از آن باید قبل از مرحله طویل شدن ساقه باشد زیرا کاربرد گوگرد در زمان دیرتر منجر به کاهش عملکرد دانه و درصد روغن خواهد شد (گود و گلندینینگ ، ۱۹۹۸). در مناطقی که خاک ها کمتر از ۲۰ کیلو گرم در هکتار در سال از اتمسفر یا آب آبیاری گوگرد دریافت می‌کنند گیاهان از خود علائم کمبود گوگرد را نشان می دهند. کمبود این عنصر غذایی ضمن تجمع نیترات در گیاه با تاثیر سوء در ساخت پروتئین ها تقسیم سلولی را مختل می‌کند(شاهسونی و اردلان، ۱۳۸۵؛ ملکوتی و رضایی، ۱۳۸۰). صفاری و همکاران (۱۳۹۰) به منظور بررسی اثرات سه عنصر نیتروژن، بور وگوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد، میزان و پروتئین و روغن دانه گلرنگ در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان نیتروژن ، عملکرد دانه، تعداد غوزه و درصد پروتئین به طور بسیار معنی داری افزایش

یافت. اما تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه و درصد روغن به طور بسیار معنی داری کاهش یافت. با افزایش میزان گوگرد، عملکرد دانه، تعداد غوزه، تعداد دانه در غوزه و درصد روغن و پروتئین نیز به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین به طور بسیار معنی داری سبب افزایش درصد روغن و پروتئین دانه گردید. رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش‌های خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاه دانه آزمایشی را ترتیب دادند و به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گیاه دارویی سیاه دانه دارد. تنش خشکی به جز وزن هزار دانه، تاثیر معنی‌داری بر کلیه اجزای عملکرد دانه شامل بیوماس، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول داشته و سبب کاهش آنها گردید همچنین کاربرد گوگرد سبب افزایش عملکرد دانه شد و عملکرد دانه را تا ۷/۲ درصد افزایش داد. اصفهانی و همکاران (۱۳۸۸) در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که مصرف گوگرد به طور چشمگیری باعث افزایش عملکرد دانه و بهبود صفات مرتبط با عملکرد در گیاه بادام زمینی می شود و از بین دو منبع تامین کننده گوگرد، تاثیر گچ بر شاخص های رشد بادام زمینی بیشتر است. همچنین مصرف گوگرد تاثیر معنی داری در افزایش رشد و عملکرد بادام زمینی داشت.از دو آزمایشی که بر روی دو رقم محصول پیاز سفید و قرمز صورت گرفت این چنین میتوان نتیجه گرفت که استفاده از گوگرد به عنوان ماده اصلاح کننده در خاک های قلیایی که عنصر غذایی به فرم غیر قابل جذب درمی آیند، روشی برای بهبود عملکرد می باشد. به دلیل کند بودن سرعت اکسایش گوگرد در خاک سعی می شود تا برای تشدید اکسایش گوگرد از باکتری‌های اکسید کننده گوگرد استفاده می‌شود.تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس نتایج سودمندی را در افزایش عملکرد و بهبود سایر عوامل کیفیتی در غده پیاز به دنبال داشت. کاربرد گوگرد بویژه در خاک‌هایی که دچار کمبود گوگرد هستند تنها باعث بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد به علت افزایش جذب ,Cu,Znp میگردد و در بهبود کیفیت محصولات نیز موثر می باشد و از تاثیر تغذیه برگی عناصر کم مصرف بر ارقام پیاز سفید و قرمز می توان به این نتیجه رسید تاثیر تغذیه برگی عناصر آهن و روی بر عملکرد محصول معنی دار شد و مصرف عناصر کم مصرف به

صورت محلول پاشی عملکرد محصول پیاز را افزایش داد(مرادی و همکاران ، ۱۳۸۸).فرزانگان و همکاران (۱۳۹۰)آزمایشی تحت عنوان بررسی تاثیرگوگرد و اسیدسیتریک در گیاه سورگوم وجذب کادمیوم و سرب از یک خاک آلوده به این نتیجه رسیدندکه مواد اصلاحی سبب کاهش معنی‌دار pH نسبت به شاهد شدند. همچنین ماده اصلاحی گوگرد به همراه مایه تلقیح و اسید سیتریک در افزایش فراهمی کادمیوم و سرب در خاک به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را داشتند. نتایج تجزیه گیاهی نشان داد که بهترین تیمار ماده اصلاحی در انتقال عناصر از ریشه به اندام هوایی توسط گیاه برای هر دو گونه تحت بررسی، گوگرد به همراه مایه تلقیح بوده است. مصطفوی راد و همکاران(۱۳۹۰) طی آزمایشی عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریز مغذی بذر در ارقام پر محصول کلزا که تحت تاثیر مقادیر مختلف گوگرد بود را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد گوگرد، فراهمی و جذب عناصر ریز مغذی را افزایش می دهد و در افزایش کیفیت و کمیت کلزا تاثیر گذار است. تاجی و گلچین (۱۳۸۷) به منظور بررسی کارایی ذرت در پاک سازی کادمیوم از خاک و تاثیر سطوح مختلف گوگرد به عنوان تشدید کننده جذب بر عملکرد اندام هوایی وریشه و غلظت برخی عناصر کم مصرف در ذرت آزمایش گلخانه ای انجام دادند که نتایج به دست آمده طی این آزمایش نشان داد که تاثیر سطوح مختلف کادمیوم و مقدار افزودنی گوگرد بر غلظت کادمیوم، وزن تر و خشک و غلظت روی، آهن، منگنز ومس در اندام هوایی وریشه گیاه معنی دار بود. کاربرد گوگرد باعث افزایش غلظت کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه ذرت شد و وزن این قسمت ها را کاهش داد. غلظت روی، آهن، مس و منگنز اندام های هوایی با کاربرد گوگرد و کادمیوم کاهش یافت. در مجموع، به نظر می رسد مصرف گوگرد با کاهش اسیدیته محیط ریشه می تواند باعث جذب بیشتر کادمیوم توسط ریشه شود.کاربرد مقدار مناسبی از گوگرد در مناطقی که با فقر گوگرد مواجه هستند می تواند عملکرد کلزا را ۴ برابر افزایش دهد، زیرا با افزایش کاربرد گوگرد، میزان پروتئین دانه به مقدار زیادی افزایش می‌یابد(مک گرات و ژائو، ۱۹۹۶).به موازات افزایش کاربرد گوگرد در خاک، میزان گلوکوزینولات کنجاله کلزا نیز افزایش پیدا کرد، چون گلوکوزینولات یک ترکیب گوگردی است

(فیسمس و همکاران، ۲۰۰۰). پیروزی‌فر(۱۳۸۴) طی آزمایشی اثر دی اکسید گوگرد بر کیفیت گیاه گوجه فرنگی را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که افزایش میزان و غلظت دی‌اکسیدگوگرد اثر منفی روی طعم و اثر مثبت روی رنگ میوه خشک شده گوجه‌فرنگی دارد. صفاری و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی بر روی گیاه گلرنگ اظهار داشتند که نیتروژن و گوگرد به طور معنی‌داری عملکرد واجزای آن را تحت تاثیر قرار دادند، به طوری که با افزایش مقادیر نیتروژن عملکرد دانه، تعداد غوزه و درصد پروتئین به طور بسیار معنی داری افزایش یافت و با افزایش مقادیر گوگرد، عملکرد دانه، تعداد غوزه، تعداد دانه در غوزه و درصد روغن و پروتئین نیز به طور معنی داری افزایش یافت. اثرات متقابل عناصر بور، گوگرد و نیتروژن بر درصد پروتئین بذر تاثیر معنی داری داشت که از میان اثرات متقابل، بالاترین درصد پروتئین مربوط به اثر متقابل سه گانه نیتروژن، بور و گوگرد می باشد.

۲-۱۷- اثرات متقابل گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر گیاهان

نور قلی پور و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی با کاربرد همزمان گوگرد و تیوباسیلوس افزایش عملکرد دانه را در سویا گزارش نمودند. ایرانی پور و همکاران(۱۳۸۴) در آزمایشی اثر کاربرد فسفات به همراه گوگرد و تیوباسیلوس را بر گیاه ذرت و اثرات باقی مانده آن را بر جو مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از آزمایش آنها نشان داد که اثرات اصلی تیمارها بر درصد ماده خشک، کارایی زراعی نسبی و درصد جذب فسفر از کوددر سطح ۱ درصد و بر عملکرد خشک، سرعت رشد گیاه و کارایی مصرف کود در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. ولی اثرات اصلی تیمارها بر مقدار فسفر و روی در برگ، عملکرد فسفر کل و فسفر قابل جذب خاک معنی دار نگردید.یافته‌های حاصل از آزمایش قربانی نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۱) وجود اثرات سینرژیستی بین باکتری های تیوباسیلوس و باکتری های ریزوبیوم را گزارش نمودند. آن ها چنین نتیجه گرفتند که کاربرد توام مایه تلقیح تیوباسیلوس و ریزوبیوم موجب افزایش عملکرد دانه سویا و تثبیت نیتروژن می گردد. همچنین کاربرد توام گوگرد و

کود باکتریایی تیوباسیلوس، میانگین وزن دانه، وزن غلاف و عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد گوگرد)، به طور معنی داری افزایش داد. بشارتی و صالح راستین (۱۳۸۰) در یک آزمون گلخانه ای تاثیر مصرف کود گوگرد همراه با مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس را بر مقدار آهن و روی جذب شده بر روی ذرت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از آزمایش آنها نشان داد که مصرف گوگرد ۳۶/۵ درصد و مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس ۱۳۷/۲درصد مقدار آهن جذب شده توسط ذرت را در مقایسه با شاهد افزایش داد.بیشترین مقدار آهن جذب شده مربوط به هنگامی بود که گوگرد به همراه باکتری های اتوتروف اجباری به خاک اضافه شد. همچنین مصرف گوگرد ۵۶/۸ درصد و مصرف گوگرد به همراه مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس ۵۹ درصد مقدار روی جذب شده توسط ذرت را در مقایسه با شاهد کاهش داد. ایشان علت این امر را به وجود اثرات آنتاگونیستی بین روی و فسفر نسبت دادند. در آزمایش گلخانه ای دیگر بشارتی و صالح رلستین (۱۳۸۰) کاربرد مایه تلقیح تیوباسیلوس همراه با گوگرد را بر افزایش قابلیت جذب فسفر در گیاه ذرت مورد بررسی قرار دادند.نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که استفاده از مایه تلقیح تیوباسیلوس همراه با گوگرد روی تمام شاخص های مورد بررسی بر خاک و گیاه (وزن خشک ریشه و بخش هوایی، مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه،pH و فسفر قابل جذب خاک گلدان‌ها) تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد داشته است. مصرف گوگرد به طور همزمان با باکتری های اکسید کننده آن توانست تاثیری معادل کودهای فسفری داشته باشد. بشارتی و همکاران (۱۳۷۹) به این نتیجه رسیدند که کاربرد باکتری تیوباسیلوس به همراه گوگرد بر روی گیاهان مانند ذرت و ذرت علوفه ای نتایج مثبتی را به همراه داشته است و همچنین آنها گزارش نمودند که اگرچه بررسی های انجام گرفته در زمینه مصرف گوگرد توام با مایه تلقیح تیوباسیلوس بسیار معدود هستند، ولی به طور معمول، نتایج این قبیل آزمایش ها حاکی از معنی دار بودن اثر تلقیح گوگرد با باکتری تیوباسیلوس نسبت به شاهد می باشد.بشارتی (۱۳۷۷) بیان نمود که تلقیح باکتری تیوباسیلوس بدون مصرف گوگرد نمی تواند تغییرات معنی داری را نسبت به شاهد ایجاد نماید. که البته در این آزمایش تیمار

کود گوگرد بر تعداد دانه در کپسول کلزا تاثیر معنی داری نداشت.احمدی و همکاران (۱۳۸۷) نیز بیان نمودند که در صورت عدم استفاده از کود گوگردی اضافه کردن باکتری تیوباسیلوس به خاک موجب افزایش معنی دار ارتفاع بوته کنجد در مقایسه با عدم کاربرد آن می‌شود. اما در صفات دیگر مانند وزن خشک اندام هوایی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن تفاوت معنی داری مشاهده نشد و این در حالی است که مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس باعث افزایش صفاتی چون طول بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن گردید. اما تاثیر معنی داری بر فاصله اولین کپسول از سطح زمین نداشته است. تقی پور و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که کاربرد کود گوگرد آلی گرانوله همراه با مایه تلقیح حاوی باکتری تیوباسیلوس توانست عملکرد دانه گندم را تا ۱۱ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. دادیور و خودشناس (۱۳۸۶) طی آزمایشاتی نشان دادند که تحت تاثیر مصرف گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس اختلاف معنی داری در عملکرد دانه لوبیا نسبت به تیمار شاهد ایجاد کرده است.

۲- ۱۸- اثر گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس در افزایش جذب عناصر توسط گیاهان

بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۹) و حامدی (۱۳۸۱) و موسی نژاد وهمکاران(۱۳۸۸) نشان دادند که کاربرد توام باکتری های اکسید کننده گوگرد (تیوباسیلوس) و گوگرد، برای اصلاح خاک‌های آهکی و بالا بردنجذب عناصر غذایی توسط گیاه میتواند بسیار مفید باشد.روپلا و تئور(۱۹۷۳) نشان دادند که با مصرف توام گوگرد و تیوباسیلوس pH خاک قلیایی را می توان کاهش داد. دلوکا و همکاران (۱۹۷۳) با بررسی تاثیر مصرف گوگرد و تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب فسفر، در سه خاک آهکی پی بردند که بیشترین عملکرد دانه و فسفر جذب شده توسط بخش های هوایی ذرت مربوط به تیمار گوگرد، تیوباسیلوس و سوپر فسفات بود که با تیمار گوگرد و تیوباسیلوس تفاوت معنی‌دار نداشت. آزازی و همکاران (۱۹۹۴) در یک آزمایش گلخانه ای با کاربرد گوگرد و باکتری تیوباسیلوس پی بردند که تلقیح باکتری، جذب آهن، روی و منگنز را در ذرت در

مقایسه با شاهد به طور معنی دار افزایش داد. در این تحقیق امکان استفاده از مقادیر مختلف گوگرد عنصری همراه با باکتری های اکسید کننده آن (جنس تیوباسیلوس) بر افزایش جذب آهن در ذرت در شرایط گلخانه ای بررسی گردید. رزا و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که تلقیح فسفات و گوگرد با باکتری تیوباسیلوس موجب کاهش pHخاک شد و فسفر قابل دسترس موجود در خاک را به اندازه کافی برای رشد سورگوم افزایش داد. ملک زاده و همکاران (۱۳۸۸) در آزمایشی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد همراه با تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر جذب آهن و روی توسط سویا در چند خاک آهکی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح گوگرد افزوده شده به خاک میزان جذب آهن و روی در مقایسه با تیمار شاهد و نیز سطح صفر گوگرد، افزایش معنی داری داشته است. یادگاری و برزگر (۱۳۸۹) طی آزمایشی تاثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر قابلیت جذب عناصر غذایی، رشد رویشی و تولید اسانس را در گیاه بادرنجبویه مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که بیشترین مقادیر مس و منگنز قابل جذب موجود در خاک پس از برداشت، وزن تر و خشک گیاه در آغاز گلدهی و تعداد شاخه جانبی، در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد + تیوباسیلوس +ماده آلی و کمترین این مقدار در تیمار شاهد به دست آمد. با توجه به تحقیقات اندک در زمینه تاثیر گذاری عنصر گوگرد بر تولید اسانس در این آزمایش مشاهده گردید که بیشترین میزان تولیدی اسانس در تیمارهای ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد+ تیوباسیلوس+ ماده آلی و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگردو تیوباسیلوس و ماده آلی، به دست آمد. دیالمی و محبی (۱۳۸۸) طی آزمایشی در رابطه با اثر کاربرد گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس و کود دامی بر رشد رویشی نهال های خرما به این نتیجه رسیدند که، کاربرد گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس و با نسبت های مختلف کود دامی توانسته است، توانایی نخل خرما در جذب عناصر غذایی از جمله فسفر، پتاسیم، روی و منگنز از خاک افزایش داده و در نهایت باعث بهبود وضعیت تغذیه ای آن گردد. بهبود وضعیت نهال‌ها، افزایش شاخص های رشد، شامل تعداد و طول برگ، تعداد و طول برگچه و ارتفاع نهال و در مجموع تسریع در رشد رویشی نهال در پی داشته است. تیمارهای حاوی گوگرد بیشترین

تاثیر مثبت بر میزان عناصر غذایی برگ و خصوصیات رشد رویشی نخل خرما داشتهاست. احسانی و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایشی اثر گوگرد، منیزیم و تیوباسیلوس را بر حاصلخیزی خاک و تغذیه سویا مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که گوگرد قابلیت جذب برخی عناصر غذایی (روی، آهن، منگنز، فسفر) ومیزان آنها را در اندام رویشی افزایش داد. اخوان و فلاح (۱۳۹۰) در بررسیهایشان به این نتیجه رسیدند که اثر سطوح مختلف گوگرد، مایه تلقیح و اثر متقابل آنها برpHو مقدار فسفر قابل جذبی خاک در سطح ۱ درصد معنی دار بود و pHدر مقایسه با خاک اولیه ۱/۰۵ درصد کاهش یافت. به منظور ارزیابی استفاده از گوگرد پودری تلقیح شده با تیوباسیلوس همراه با منیزیم در عملکرد کلزا آزمایشی با شش تیمار کودی گوگرد تلقیح شده و تیوباسیلوس همراه با سه سطح کودی سولفات منیزیم به اجرا در آمد نتایج نشان داد، بیشترین عملکرد،نسبت به تیمار شاهد ۸۳/۳ درصد افزایش عملکرد داشت (افضلی چالی و بابایی، ۱۳۹۰).

فصل سوم : مواد و روش

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این تحقیق در مزرعه آموزشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت.

۳-۲- موقعیت شهرستان ساری از نظر جغرافیایی

شهرستان ساری در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه و طول جغرافیایی۵۳ درجه و ۵ دقیقه از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۴۰ متر است.

۳-۳- شرایط آب و هوایی منطقه

بر اساس تقسیم بندی های اقلیمی منطقه ساری دارای اقلیم نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان سرد است. میانگین بارندگی سالانه حدود۷۵۰ میلی متر بوده و بارندگی ها عمدتا در فصل بهار و پاییز و زمستان رخ می‌دهد.

۳-۴- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۲۵ – ۰ سانتی متری در ۱۵ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری به صورت حرف Z صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه های جمع آوری شده را مخلوط کرده، نهایتاً یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی خاک در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

جدول ۳-۱: برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت

عمق خاک	کربن آلی	نیتروژن	فسفر گوگرد		رس	سیلیت	شن
سانتی متر	(درصد)		(میلیگرم بر کیلوگرم)		(درصد)		
۳۰ -۰	۱/۹۸	۱۸	۱۰/۸	۹/۷۵	۵۰	۴۵/۲	۷

۳-۵- نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایشدر قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل۱۲ کرت و جمعا ۳۶ کرت بود. عوامل مورد بررسی عبارتنداز: تلقیح میکوریزا (M)، تیوباسیلوس (T)، T+M، ۷۵ کیلوگرم گوگرد درهکتار($S_{۷۵}$)، $M+S_{۷۵}$، $T+S_{۷۵}$ ، $T+M+S_{۷۵}$، ۱۵۰کیلوگرمدرهکتار گوگرد ($S_{۱۵۰}$)، $M+S_{۱۵۰}$، $T+S_{۱۵۰}$، $T+M+S_{۱۵۰}$ کیلوگرم در هکتار بود

۳-۶- آماده سازی زمین و کاشت

کرت‌ها به ابعاد ۴×۱/۴ متر و دارای ۴ خط کشت هریک به فاصله ۴۰ سانتیمتر و فاصله کشت روی خطوط ۱۰ سانتیمتر، بین هرکرت تا کرت بعدی ۱ متر و فاصله بین دو تکرار ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. باکتری تیوباسیلوس براساس میزان توصیه شده باخاک مخلوط گردید. قارچ میکوریزا به میزان حدود ۹ گرم برای هر بذر استفاده شد. کود گوگرد عنصری بصورت پودری همراه با ماسه بادی طبق مقادیر تعیین شده برای هر تیمار به بصورت نواری به کرت های مورد نظر اضافه و به طور کامل با خاک مخلوط شد. همچنین تیمار تیوباسیلوس به مقدار توصیه شده، در عمق ۱۰ سانتی متر خاک قرار داده شد.

۳-۷- کاشت و تلقیح میکوریزا

در موقع کاشت، مایه تلقیح میکوریزایی که به صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) بود از ریشه های شبدر همزیست با قارچ میکوریزا (*Glomus intraradices*) تهیه شد. ماده

تلقیح قارچ در تیمارهای مربوطه، به میزان ۹ گرم در ۵ سانتی متری پایین تر از بذر در بستر کاشت قرار گرفت.کاشت بذر در تاریخ ۲۶ آذر ماه پایان یافت.

۳-۸- مرحله داشت

در طی فصل رشد عملیات داشت شامل تنک کردن و وجین علف های هرز انجام شدو به این علت که کاشت سیر پائیزه بود نیاز به آبیاری دیده نمی‌شد.

۳-۹- برداشت

در انتهای دوره رشد به منظور اندازه گیری صفات مورد نظر در هر کرت، نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف همراه با دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. از هر واحد آزمایشی ۲ بوته به طور تصادفی انتخاب گردید و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه ارتفاع ساقه، وزن تر وخشک ریشه، ساقه، غده، ساقه گل‌دهنده، سیرچه و قطر غده و ساقه، و طول ساقه گل دهندهاندازه‌گیری شد.

۳-۱۰- تعیین کلروفیل

برای سنجش کلروفیل از بافت تازه برگ استفاده شد. به ۰/۰۱ گرم از بافت برگ ۷ میلی لیتر دی متیل سولفوکسید اضافه کرده و نمونه ها به مدت ۴ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند (سیرم و همکاران، ۲۰۰۳). پس از گذشت این زمان نمونه ها را از آون خارج کرده و پس از سرد شدن با قرار دادن در اسپکتروفتومتر مدل Jenway 6305میزان جذب نمونه های حاوی کلروفیل در طول موجهای ۶۶۳ و ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. (هیسوکس و ایسریلستام، ۱۹۷۹).

$$(55\ A645.2) - (25\ A663.12) = (ml/\mu g)chl_a$$

$$(91\ A663.4) - (31\ A645.20) = (ml/\mu g)chl_b$$

$$chl_b + chl_a = (\text{Total})chl$$

$$14\ chl_b\ 214.90\ chl_a - 63.1000\ A470 - 1) = (ml/\mu g)carotenoids$$

پس از جایگزین کردن داده ها در فرمول اعداد به دست آمده را در v /w* 1000 ضرب می کنیم تا اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم بدست آید. v حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و w وزن برگ بر حسب گرم می باشد.

۳-۱۱- اندازه گیری کلونیزاسیون ریشه

به منظور تعیین میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها، از هر کرت آزمایشی پس از کنار زدن خاک از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری نمونه ۵ گرمی از ریشه گرفته شد. ریشه‌های نمونه برداری شده با آب شسته شده، به طوری که تمامی خاک و باقیمانده گیاهی از ریشه ها حذف گردید. سپس به منظور رنگ بری ریشه ها را در محلول KOH٪۱۰ به مدت ۳ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد استفاده شد. جهت خنثی نمودن محیط ریشه ها آنها را به مدت ۴ دقیقه در محلول اسید کلریدریک (HCl) ۰/۱ مولار قرار داده شدند. برای رنگ آمیزی، ریشه ها را به مدت ۱۲ ساعت در محلول تریپان بلو (۰/۰۱ درصد) در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند (فیلیپس و هایمن، ۱۹۷۰). به منظور تعیین درصد کلونیزاسیون ۲۵ قطعه یک سانتی متری بریده شده و زیر میکروسکوپ وجود هر یک از اندام قارچ (ویزیکول، آرباسکول و هیف) بررسی شد (گارسیا و همکاران، ۲۰۱۲).

۳-۱۱-استخراج آلیسین از سیر

در مرحله انتهایی، برای استخراج آلیسین از دستگاه HPLC استفاده گردید. ابتدا ۰/۱ گرم از سیر را برای استخراج عصاره آبی اندازه گرفته و سپس آن را با استفاده از آب HPLCبه حجم ۲۰۰ سی

سی رسانده و بعد به مدت ۱ دقیقه آن را سونیک کرده و پس از عبور از فیلتر آبی، استخراج عصاره انجام شده و آن را برای تزریق دستگاه آماده می سازیم.برای اندازه گیری آلیسین از دستگاهHPLC با استفاده از فاز متحرک آب متانولو فازساکنc18-Eurospher100 5 در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به حجم تزریق ۲۰ماکرولیتر استفاده گردید.

۳-۱۲-۱- مشخصات دستگاه مورد استفاده:

دستگاه HPLC متشکل از پمپ Bishoff، همراه با سیستم اسپکتروفتومتر مدل KNAUERبود. که دارای فاز متحرک که عبارت بود از ترکیب ۵۰ درصدی متانول و ۵۰ درصد آب با فلوی جریان ۱ میلی متر بر دقیقه که قرائت در طول موج ۲۵۰ نانومتر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، در سه بار تزریق ۲۰ ماکرولیتر انجام گردید.

۳-۱۳- اندازه گیری فسفر و گوگرد

فسفر خاک به روش السن استخراج شد. در این روش عصاره‌گیری توسط بیکربنات سدیم نیم نرمال در pH=۸/۵ انجام گردید. سپس فسفر عصاره‌گیری با معرف‌های اسید آسکوربیک، اسیدسولفوریک، مولیبیدات آمونیوم، آنتیوان تاتارات تولید رنگ آبی نموده و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل ۷۰ در طول موج ۷۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.فسفر قابل جذب خاک بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود (اولسن و سومرز، ۱۹۹۰).

$$(ppm)p = (b - a) \times MCF\ (s / v) \times$$

a:غلظت فسفر در نمونه بر حسب میلی‌گرم در لیتر

b: غلظت فسفر در شاهد بر حسب میلی‌گرم در لیتر

v:حجم محلول عصاره‌گیر بر حسب میلی‌گرم

s:وزن نمونه بر حسب گرم

MCF:ضریب تصیح رطوبت

اندازه گیری گوگرد به روش کدورت سنجی انجام شد. در این روش سولفات بوسیله کلسیم کلراید ۰/۰۱ مولار(ویلییامز و استینبرگ، ۱۹۵۹) عصاره گیری شد. در این عصاره گیری به نسبت ۱ به ۵ (۱ واحد خاک، ۵ واحد عصاره گیر) با روش معصومی و کورن فیلد (۱۹۶۳) انجام شد.

۳-۱۴- آنالیز داده‌ها

در این پژوهش برای تجزیه داده ها از نرم افزار C-MSTATهمچنین برای مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای رسم شکل ها نرم افزار Excel بکار برده شد.

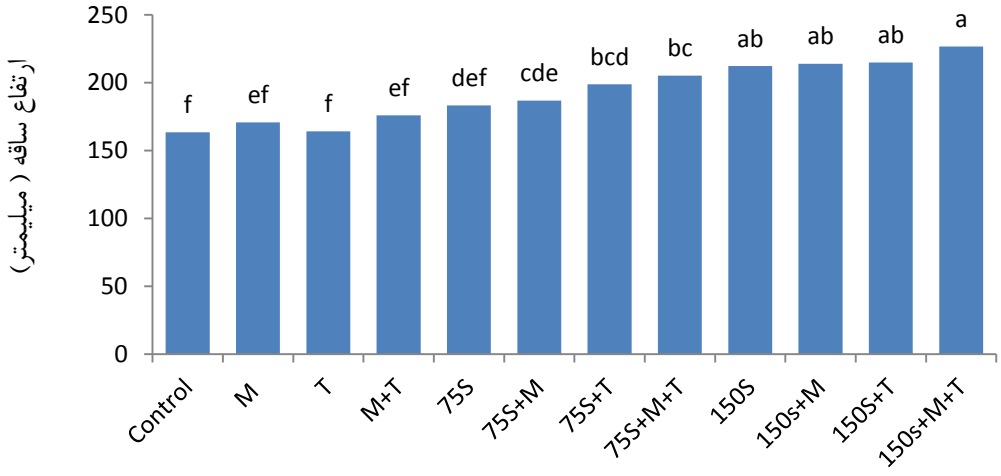
فصل چهارم: نتایج و بحث

4-۱-ارتفاع ساقه

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ارتفاع ساقه تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده در این آزمایش قرار گرفت ($p< ۰/۰۰۱$) (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار ارتفاع ساقه از ترکیب تیماری۱۵۰ کیلو گرم در هکتار گوگرد همراه با تیوباسیلوس و میکوریزا بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار، میزان ارتفاع ساقه تا ۳۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۴-۱). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که ارتفاع ساقه را ۲۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهدو ترکیب تیماری ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد.مقایسه میانگین نتایج حاصل از کاربرد مقادیر مختلف گوگرد نمایانگر این است که کاربرد ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری بر ارتفاع ساقه نداشت اما استفاده از تیمار گوگردی ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری را نسبت به شاهد در ارتفاع ساقه نشان داد که افزایش ۲۹ درصدی را به همراه داشت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمار تیوباسیلوس و شاهد تفاوت معنی‌داری حاصل نشد. مقایسه نتایج حاصل از کاربرد مقادیر مختلف گوگرد و تیوباسیلوس نشان داد که، کاربرد ۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار همراه با تیوباسیلوس تفاوت معنی داری نسبت به شاهد داشتند (به ترتیب ۲۱ و ۳۱ درصد) و این در حالی بود که بین این دو ترکیب تیماری (۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد و تیوباسیلوس)، تفاوت معنی‌داری حاصل نشد. با توجه به نقش گوگرد در افزایش حلالیت عناصر غذایی در خاک، کاربرد این عامل سبب افزایش ارتفاع گیاه شد. سلیمانی و همکاران (۱۳۸۴) به منظور بررسی تراکم های مختلف کاشت و کود گوگرد بر ارقام مختلف کلزا آزمایشی را ترتیب دادند و به این نتیجه رسیدند که کود گوگرد تاثیر معنی داری بر ارتفاع گیاه داشت. قربانی نصر و همکاران (۱۳۸۸) در آزمایشی که بر روی سویا انجام دادند اثر گوگرد را بر افزایش ارتفاع، مثبت ذکر کردند. اصفهانی و همکاران (۱۳۸۲) در آزمایشی تاثیر مصرف کودهای گوگرد را بر شاخص های رشد و عملکرد بادام زمینی مورد بررسی قرار دادند و

به این نتیجه رسیدند که گوگرد تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه داشت. نادری‌عارفی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که افزایش گوگرد باعث افزایش بعضی از صفات رشد رویشی مانند شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ارتفاع بوته و ارتفاع محل تشکیل اولین شاخه کلزا گردید. مصرف گوگرد موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه و روغن گردید اما تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف تا سطح دوم گوگرد (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش و سپس کاهش یافت.باکتری تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد موجود در خاک سبب افزایش اسیدیته خاک شده که این کاهش PHسبب آزاد سازی عناصر مهمی همچون فسفر، آهن، روی، و منگنز می شود که این عناصر نقش بارزی در افزایش فتوسنتز و به دنبال آن افزایش ارتفاع گیاه را دارند. در آزمایشی که دیالمی (۱۳۸۸) اثر کاربرد گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس و کود دامی بر میزان عناصر غذایی برگ و شاخص های رشد رویشی نهال‌های خرما رقم برحی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این تیمار ها باعث بهبود وضعیت تغذیه نهال ها، افزایش شاخص های رشد شامل تعداد و طول برگ، تعداد و طول برگچه و ارتفاع نهال و در مجموع تسریع در رشد رویشی نهال در پی داشته است.

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از تیمار میکوریزا تاثیر معنی داری بر ارتفاع ساقه نسبت به شاهد نداشت. بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری در ارتفاع ساقه حاصل شد، که به ترتیب افزایش (۱۴ و ۳۰ درصدی) را به دنبال داشتند. ارتفاع ساقه در ترکیبات تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، در مقایسه با تیمار گوگردی ۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار ۱/۹ و ۰/۸درصد افزایش یافت. در نتیجه کاربردترکیب تیماری تیوباسیلوس و میکوریزا، ۱۶۰ میلیمتر ارتفاع ساقه به دست آمد، که تفاوت معنی داری بین این ترکیب تیماری و شاهد از نظر آماری نبود. میر انصاری مهابادی و همکاران (۱۳۸۴) افزایش ارتفاع گیاه ذرت میکوریزایی را در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط تراکم خاک گزارش نمودند. نتایج حاصل از آزمایش، نشان داد که قارچ‌های میکوریز سبب افزایش وزن تازه و خشک برگ های ذرت به صورت معنی داری گردید.



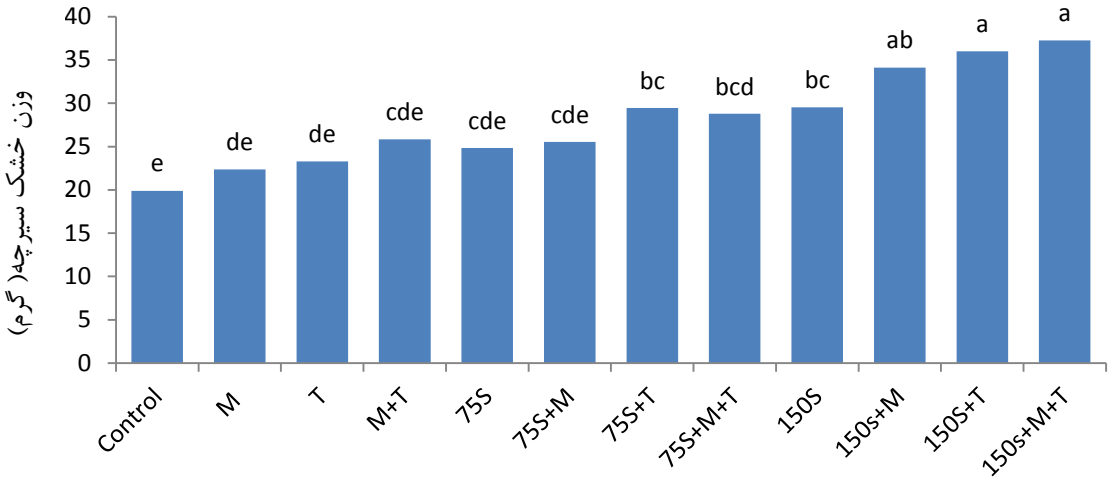
شکل۴-۱: تاثیر تیمار آزمایشی بر ارتفاع ساقه

۴-۲ - وزن خشک سیرچه

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که وزن خشک سیرچه تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده در این آزمایش قرار گرفت (p< ۰/۰۰۱) (جدول ۴-۱). همانطور که در شکل (۴-۲) مشاهده می‌شود. بیشترین وزن خشک سیرچه در گیاه مربوط به تیمار۱۲ (۱۵۰ کیلو در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس و میکوریزا) است که میزان وزن خشک سیرچه را نسبت به شاهد ۸۷ درصد افزایش دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که وزن خشک سیرچه را ۴۴ و ۲۹ درصد نسبت به شاهد و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار تاثیر معنی داری بر وزن خشک سیرچه نداشت در حالیکه تیمار۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به طور معنی داری وزن خشک سیرچه را درمقایسه با شاهد ۴۸ درصد افزایش داد. اما این تیمار در مقایسه با تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار معنی دار نبود. تلقیح تیوباسیلوس در این آزمایش، باعث تفاوت معنی داری نسبت به شاهد نشد (شکل ۴- ۲). آزمایش نشان داد که ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد

درهکتار و تیوباسیلوس به ترتیب باعث افزایش ۴۸، ۸۰ درصدی وزن خشک سیرچه نسبت به شاهد شدند. نتایج حاصل از شکل (۴-۷) نشان داد که بین تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، تفاوت معنی داری در وزن خشک سیرچه حاصل نشد اما ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، وزن خشک سیرچه را تا ۲۱ درصد نسبت به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار افزایش داد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میکوریزا تفاوت معنی داری را در وزن خشک سیرچه نسبت به شاهد نداشت (شکل ۴-۲). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا نسبت به شاهد تفاوت معنی داری حاصل نشد اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که وزن خشک سیرچه را تا ۷۱ درصد افزایش داد. بین تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، با ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار گوگرد تفاوت معنی داری از لحاظ آماری نبود. نتایج حاصل از شکل ۴-۲ نشان داد که ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس تاثیر معنی داری بر وزن خشک سیرچه نسبت به شاهد نداشت. علیزاده و همکاران(۱۳۸۶) بیان داشتند که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابلشان بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاه ذرت معنی دار بودند. امانی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تحت تاثیر سطوح مختلف گوگرد در رقم سحر سویا افزایش در عملکرد دانه و وزن خشک دانه، وزن خشک کل گیاه و وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد. علت افزایش در صفات مذکور را می توان به افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و مساعد شدن شرایط pHبرای باکتری های تثبیت کننده دانست.



شکل ۴- ۲: تاثیر تیمار آزمایشی بر وزن خشک سیرچه

۴-۳ - عملکرد خشک غده

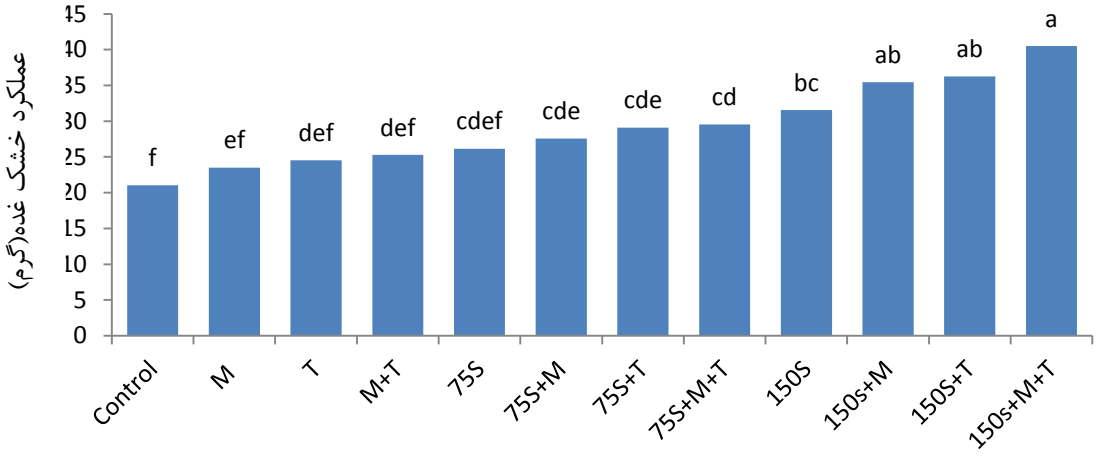
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که عملکرد خشک غده تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده در این آزمایش قرار گرفت ($p< ۰/۰۰۱$) (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد خشک غده از ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگردهمراه با تیوباسیلوس و میکوریزابه دست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار، میزان عملکرد خشک غده تا ۹۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که عملکرد خشک غده را ۴۰ و ۳۷ درصد نسبت به شاهد و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد.نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار تاثیر معنی داری بر عملکرد خشک غده نسبت به شاهد نداشت در حالیکه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به طور معنی داری وزن خشک غده را در مقایسه با شاهد ۵۰ درصد افزایش داد. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح تیوباسیلوس تاثیر معنی داری بر عملکرد خشک غده نسبت به شاهد نداشت (شکل ۴-۳). پال و سینگلر (۱۹۹۴) نیز با مصرف ۴۰ کیلوگرم گوگرد در تناوب گندم

و برنج نشان دادند که کاربرد گوگرد در خاک باعث افزایش مقدار کل گوگرد قابل جذب، گوگرد آلی و غیر سولفاته و افزایش عملکرد دانه گندم می شود.صفاری و همکاران (۱۳۹۰) به منظور اثرات سه عنصر نیتروژن، بور وگوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد، میزان پروتئین و روغن دانه گلرنگ در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه، تعداد غوزه و درصد پروتئین به طور بسیار معنی داری افزایش یافت. همچنین به طور بسیار معنی داری سبب افزایش درصد روغن و پروتئین دانه گردید. رضاپور و همکاران(۱۳۹۰) در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش های خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاه دانه آزمایشی را ترتیب دادند و به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه گیاه دارویی سیاه دانه دارد. تنش خشکی به جز وزن هزار دانه، تاثیر معنی داری بر کلیه اجزای عملکرد دانه شامل بیوماس، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول داشته و سبب کاهش آنها گردید. و همچنین کاربر گوگرد سبب افزایش عملکرد دانه شد و عملکرد دانه را تا ۷/۲ درصد افزایش داد. بنابراین تاثیر معنی دار و مثبت کود گوگرد بر کلیه اجزای عملکرد دانه، تنظیم کننده های اسمزی و عملکرد اسانس دارد. اصفهانی و همکاران (۱۳۸۸) در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که مصرف گوگرد به طور چشمگیری باعث افزایش عملکرد دانه و بهبود صفات مرتبط با عملکرد در گیاه بادام زمینی می شود و از بین دو منبع تامین کننده گوگرد، تاثیر گچ بر شاخص های رشد بادام زمینی بیشتر است. و همچنین مصرف گوگرد تاثیر معنی داری در افزایش رشد و عملکرد بادام زمینی داشت. نتایج تحقیقات موسوی نیک (۱۳۹۱) نشان داد که صفات کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه تحت تاثیر سطوح مختلف کود گوگرد قرار گرفته و بالاترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی اسفرزه از تیمار ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار حاصل شد. از دو آزمایشی که بر روی دو رقم محصول پیاز سفید و قرمز صورت گرفت این چنین میتوان نتیجه گرفت که استفاده از گوگرد به عنوان ماده اصلاح کننده در خاک های قلیایی که عنصر غذایی به فرم غیر قابل جذب درمی‌آیند، روشی برای بهبود عملکرد می‌باشد. به دلیل کند بودن سرعت اکسایش گوگرد در خاک سعی می شود تا برای تشدید اکسایش

گوگرد از باکتری های اکسید کننده گوگرد استفاده شود. اضافه کردن تیوباسیلوس بهگوگرد (۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار)، تاثیر معنی داری را بر عملکرد خشک غده نسبت به شاهد داشت و عملکرد خشک غده را به ترتیب ۳۸ و ۷۲ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمار ۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ترکیب تیماری ۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتارو تیوباسیلوس تفاوت معنی داری نبود. تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس نتایج سودمندی را در افزایش عملکرد و بهبود سایر عوامل کیفیتی در بنه پیاز به دنبال داشت. کاربرد گوگرد بویژه در خاک هایی که دچار کمبود گوگرد هستند تنها باعث بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد به علت افزایش جذب Cu,Zn,P میگردد و در بهبود کیفیت محصولات نیز موثر می‌باشد(مرادی و همکاران ، ۱۳۸۸) تامین کود گوگرد مورد نیاز گیاه و کاهش pH خاک ناشی از اکسایش گوگرد می‌تواند دسترسی گیاه را به عناصر کم تحرک آسان نموده و سبب افزایش عملکرد در غده سیر شود. تلقیح میکوریزا در این آزمایش، تاثیر معنی داری برعملکرد خشک غده نسبت به شاهد نداشت (شکل ۴-۳).

ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، به ترتیب باعث افزایش ۳۱ و ۶۸ درصدی عملکرد خشک غده نسبت به شاهد شدند. در این بررسی، بین ترکیب تیماری ۷۵ و۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با تیمار ۷۵، ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از نظر عملکرد خشک غده تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۳). ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس، تاثیر معنی داری بر عملکرد خشک غده نسبت به شاهد نداشت. ملک‌ثابت و همکاران (۱۳۸۵) نیز در آزمایشی رابطه همزیستی سویه‌های میکوریزی را بر صفات مهم مورفولوژیکی ارقام مختلف گندم مورد بررسی قرار دادند و چنین نتیجه گرفتند که کاربرد میکوریزا در ارقام مختلف موجب تفاوت معنی‌داری از لحاظ قطر ساقه، سطح برگ پرچم، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد گردید. در آزمایشی مشابه نادیان و همکاران (۱۳۸۲) اثرات مثبت قارچ میکوریز را بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر گزارش نمودند. آن ها چنین نتیجه گیری کردند که قارچ

های میکوریز قادرند به خوبی در سلول‌های پوست ریشه نفوذ کرده و موجب افزایش رشد در مقایسه با تیمار شاهد شوند. همچنین موجب افزایش میزان شکر (ساکارز) قابل استحصال در نیشکر گردید.



شکل ۴-۳: تاثیر تیمار آزمایشی بر عملکرد خشک غده

۴-۴ - وزن خشک ریشه

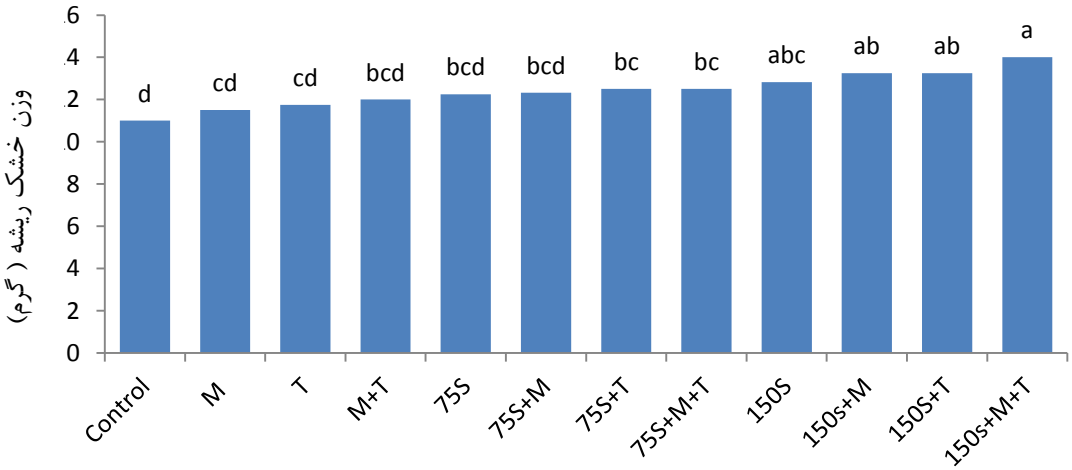
وزن خشک ریشه بطور معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۱) تحت تاثیر تیمارهای ذکر شده قرار گرفت(جدول ۴- ۱). با افزایش سطوح تیماری، وزن خشک ریشه نیز روند افزایشی داشت (شکل ۴-۴). بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به استفاده همزمان ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و باکتری تیوباسیلوس بود که وزن خشک ریشه را تا ۱۴۰ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که وزن خشک ریشه را ۹۰ و ۲۶ درصد نسبت به شاهدو ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار تاثیر معنی داری بر وزن خشک سیرچه نسبت به شاهد نداشت. درحالیکه ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به طور معنی داری وزن خشک ریشه در مقایسه با شاهد۹۲ درصد افزایش داد.امانی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تحت تاثیر سطوح مختلف گوگرد در رقم سحر سویا افزایش در عملکرد دانه و وزن خشک‌دانه، وزن خشک کل گیاه و وزن خشک اندام هوایی مشاهده

شد. علت افزایش در صفات مذکور را می‌توان به افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و مساعد شدن شرایط pH برای باکتری های تثبیت کننده دانست.

نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح تیوباسیلوس، تفاوت معنی داری را نسبت به شاهد ایجاد نکرد (شکل ۴-۴). بین تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتارو تیوباسیلوس تفاوت معنی داری حاصل نشد (شکل ۴-۹). در نتیجه کاربرد میکوریزا تفاوت معنی داری بر وزن خشک ریشه نسبت به شاهد ایجاد نشد. در آزمایش گلخانه ای بشارتی و صالح رلستین (۱۳۸۰) کاربرد مایه تلقیح تیوباسیلوس همراه با گوگرد را بر افزایش قابلیت جذب فسفر گیاه ذرت مورد بررسی قرار دادند نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که استفاده از مایه تلقیح تیوباسیلوس همراه با گوگرد روی تمام شاخص های مورد بررسی بر خاک و گیاه (وزن خشک ریشه و بخش هوایی، مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه، pH و فسفر قابل جذب خاک گلدان ها) تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد داشته است. مصرف گوگرد به طور همزمان با باکتری های اکسید کننده آن توانست تاثیری معادل کودهای فسفری داشته باشد.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی داری بر وزن خشک ریشه حاصل نشد (شکل ۴-۴). اما ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی داری بر وزن خشک ریشه شد و تا ۱۰۵ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، تفاوت معنی داری حاصل نشد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری را در وزن خشک سیرچه نسبت به شاهد ایجاد نکرد. به نظر می‌رسد افزایش ماده خشک هوایی و ماده خشک زمینی در صورت تلقیح با میکوریزا در مقایسه با تیمارهای شاهد بدون تلقیح به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد

در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه که منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود، افزایش می‌یابد.ملک‌ثابت و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی رابطه همزیستی سویه‌های میکوریزی را بر صفات مهم مورفولوژیکی ارقام مختلف گندم مورد بررسی قرار دادند و چنین نتیجه گرفتند که کاربرد سویه های مختلف جنس *Glumus sp*. در ارقام مختلف موجب تفاوت معنی داری از لحاظ قطر ساقه، سطح برگ پرچم، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد گردید. کلارک و زئو(۱۹۹۶) در بررسی انجام شده بر روی ذرت، دریافتند که در خاک های اسیدی با pH ۴/۲ و ۴/۵ و در خاک های قلیایی با pH ۸ و ۷/۸ ماده خشک ساقه و ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی بیشتر می باشد. همچنین ماده خشک ساقه و ریشه گیاهان رشد یافته در خاک قلیایی از ماده خشک ساقه و ریشه گیاهان رشد یافته در خاک اسیدی بیشتر بود. قارچ‌های میکوریزایی در خاک اسیدی، رشد ریشه گیاهان را بیشتر از رشد ساقه و در خاک های قلیایی، رشد ساقه گیاهان را بیشتر از رشد ریشه افزایش داد. دیویس و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی انجام شده بر روی سیب زمینی دریافتند که تمام گیاهان میکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی دارای رشد بیشتر، نسبت ریشه به ساقه بالاتر و کارایی مصرف فسفر بالاتر بودند.



شکل ۴-۴: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک ریشه

۴-۵- وزن خشک ساقه

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که وزن خشک ساقه تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده در این آزمایش قرار گرفت (p< ۰/۰۰۱). بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار ۱۲ (۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا) بود که ۱۵۲ درصد وزن خشک ساقه را نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که وزن خشک ساقه را ۹۸ و ۲۶ درصد نسبت به شاهدو ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد.نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تاثیر معنی داری را نسبت به شاهد بر وزن خشک ساقه داشت و وزن خشک ساقه را به ترتیب ۶۳ و ۱۰۱ درصد افزایش داد. امانی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تحت تاثیر سطوح مختلف گوگرد در رقم سحر سویا افزایش در عملکرد دانه و وزن خشک دانه، وزن خشک کل گیاه و وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد. علت افزایش در صفات مذکور را می توان به افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و مساعد شدن شرایط pH برای باکتری های تثبیت کننده دانست. نادری عارفی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که افزایش گوگرد باعث افزایش بعضی از صفات رشد رویشی مانند شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ارتفاع بوته و ارتفاع محل تشکیل اولین شاخه کلزا گردید. تاجی و گلچین (۱۳۸۷) به منظور بررسی کارایی ذرت در پاک سازی کادمیوم از خاک و تاثیر سطوح مختلف گوگرد به عنوان تشدید کننده جذب بر عملکرد اندام هوایی وریشه و غلظت برخی عناصر کم مصرف در ذرت آزمایش گلخانه ای انجام دادند که نتایج به دست آمده طی این آزمایش نشان داد که تاثیر سطوح مختلف کادمیوم و مقدار افزودنی گوگرد بر غلظت کادمیوم، وزن تر و خشک و غلظت روی، آهن، منگنز ومس در اندام هوایی وریشه گیاه معنی دار بود. کاربرد گوگرد باعث افزایش غلظت کادمیوم در اندام های هوایی و ریشه گیاه ذرت شدو وزن این قسمت ها را کاهش داد. غلظت روی، آهن، مس و منگنز

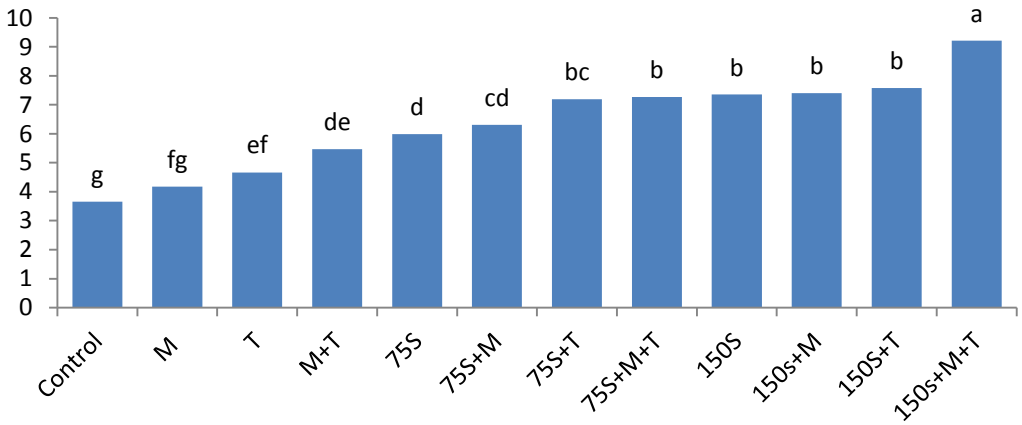
اندام‌های هوایی با کاربرد گوگرد و کادمیوم کاهش یافت. در مجموع، به نظر می رسد مصرف گوگرد با کاهش اسیدیته محیط ریشه می‌تواند باعث جذب بیشتر کادمیوم توسط ریشه شود.در یک آزمایش گلدانی سیف اله و همکاران (۲۰۱۰) طی اعمال تیمار گوگرد عنصری بر کیلوگرم خاک مقدار pH خاک را به طور معنی داری کاهش یافت.

نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح تیوباسیلوس وزن خشک ساقه را ۲۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۴- ۱۰). نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس در مقایسه با شاهد، وزن خشک ساقه را به ترتیب ۹۶ و ۱۰۷ درصدنسبت به شاهد افزایش داد. بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری نسبت به تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار حاصل شد که وزن خشک ساقه را تا ۲۰ درصد افزایش داد. اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری حاصل نشد.

نتایج حاصل از این آزمایش مزرعه ای نشان داد که تلقیح میکوریزا تاثیر معنی داری بر وزن خشک ساقه نسبت به شاهد نداشت (شکل ۴-۵). میکوریزا از طریق بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و وزن گیاهان می‌شود. وجود شبکه گسترده هیف‌های قارچ افزایش جذب آب و عناصر غذایی را برای گیاه مهیا می‌سازد. تلقیح میکوریزایی سبب افزایش معنی دار ارتفاع گیاهان در کلیه شرایط شد. کلارک و زتو (۱۹۹۶) در بررسی انجام شده بر روی ذرت، دریافتند که در خاک های اسیدی با pH ۴/۲ و ۴/۵ و در خاک های قلیایی با ۸pH و ۷/۸ ماده خشک ساقه و ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی بیشتر می باشد.

نتایج بدست آمده از این بررسی نشان داد که ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا تاثیر معنی داری بر وزن خشک ساقه نسبت به شاهد داشت که وزن خشک ساقه را به ترتیب ۷۲ و ۱۰۲ درصد افزایش داد. نتایج حاصله از این بررسی نشان داد که بین ترکیب تیماری

۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری حاصل نشد (شکل ۴- ۵). نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس باعث افزایش ۴۹ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به شاهد شد.



شکل ۴-۵: تاثیر تیمار آزمایشی بر وزن خشک ساقه

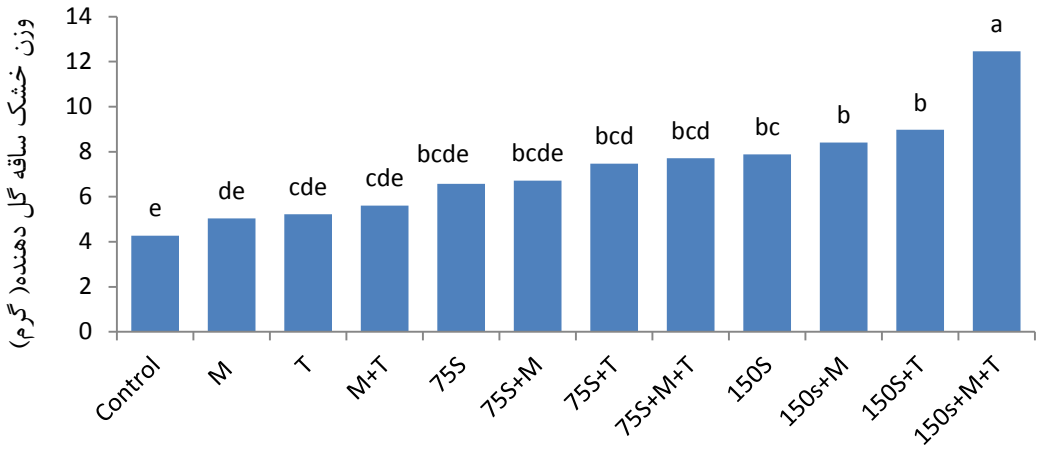
۴-۶ - وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه گل‌دهنده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده در سطح ۱ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده از ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا به دست آمد که در نتیجه اعمال این ترکیب تیماری، میزان وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده به ترتیب ۹۳ و ۱۹۲ درصد افزایش یافت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده را ۴۱ ،۳۶ و ۸۰، ۶۱ درصد نسبت به شاهدو ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار با شاهد تفاوت معنی داری در وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده حاصل نشد اما بین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار

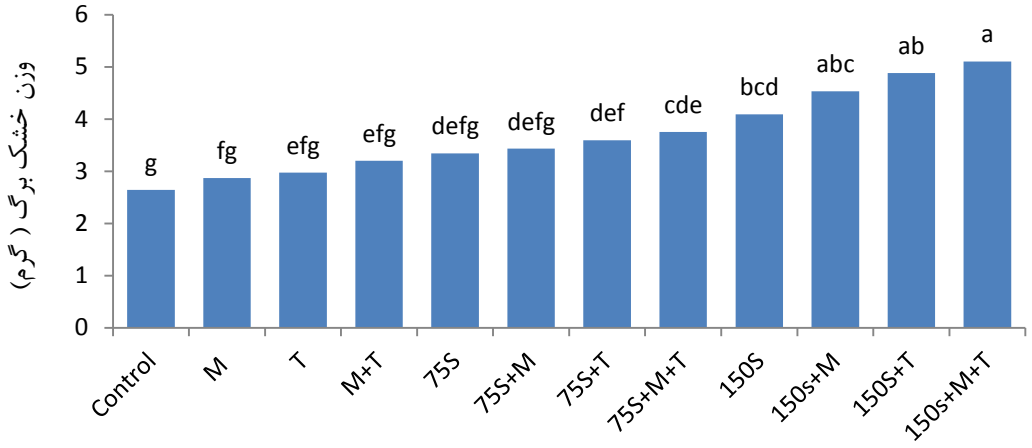
با شاهد تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد حاصل گردید (به ترتیب ۵۵ و ۸۴ درصد) (شکل ۴-۶ و ۴ -۷). نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این موضوع است که تلقیح باکتری تیوباسیلوس تاثیر معنی داری بر وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده نداشت (شکل ۴-۶ و ۴-۷) اما ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تاثیر معنی داری بر وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده دارند و باعث افزایش وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده نسبت به شاهد شدند (۳۵، ۸۴ و ۷۵، ۱۱۰ درصد). نتایج این بررسی بیانگر این است که بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس نسبت به ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار در وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده تفاوت معنی داری حاصل نشد (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴). گوگرد عمدتا به طور یکنواخت هم در برگ های جوان و هم در برگ های پیر توزیع می شود و محتوی گوگردی برگ های جوان و برگ های پیر با اضافه کردن کودهای گوگردی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در آزمایشی که ایرانی پور و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی اثر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد و تیوباسیلوس بر ذرت انجام دادند، نتایج حاصل از آزمایش آنها نشان داد، که اثرات اصلی تیمار ها بر درصد ماده خشک، کارایی زراعی نسبی و درصد جذب فسفر از کود در سطح ۱ درصد و بر عملکرد ماده خشک، سرعت رشد گیاه و کارایی مصرف کود در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. نادری عارفی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که افزایش گوگرد باعث افزایش بعضی از صفات رشد رویشی مانند شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ارتفاع بوته و ارتفاع محل تشکیل اولین شاخه کلزا گردید. مصرف گوگرد موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه و روغن گردید اما تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف تا سطوح دوم گوگرد (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش و سپس کاهش یافتند. در بررسی سطوح مختلف گوگرد بر کلزا دریافتند که حداکثر میزان سرعت رشد در کلزا از تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است. حداکثر سرعت رشد محصول برای گونه گیاهی معین و در شرایط مطلوب محیطی هنگامی پدید می‌آید که پوشش برگ ها کامل باشد این حالت نشان دهنده حداکثر توانایی تولید ماده خشک و حداکثر میزان تبدیل انرژی تابشی خورشید در گیاه است (کوچکی و سرمدنیا ، ۱۳۸۰). در نتیجه

کاربرد تلقیح تیمار میکوریزا تاثیر معنی داری از لحاظ آماری بر وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده نسبت به شاهد نداشت.

در نتیجه کاربرد ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، به ترتیب مقدار ۳/۵و ۶/۵ گرم وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده نسبت به شاهد به دست آمد که تفاوت معنی داری حاصل نشد و در نتیجه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، به ترتیب مقدار ۴/۵ و ۸/۲ گرم وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده نسبت به شاهد به دست آمد که بین این دو تفاوت معنی داری از نظر آماری بود. نتایج حاصل از شکل ۴-۶ و ۴- ۷ نشان داد که بین تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا تفاوت معنی داری در وزن خشک برگ و ساقه گل دهنده حاصل نشد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری حاصل نشد. ملک ثابت و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی رابطه همزیستی سویه‌های میکوریزی را بر صفات مهم مورفولوژیکی ارقام مختلف گندم مورد بررسی قرار دادند و چنین نتیجه گرفتند که کاربرد سویه های مختلف جنس *Glumus sp*. در ارقام مختلف موجب تفاوت معنی داری از لحاظ قطر ساقه، سطح برگ پرچم، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد گردید. میر انصاری مهابادی و همکاران (۱۳۸۴) افزایش ارتفاع گیاه ذرت میکوریزایی را در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط تراکم خاک گزارش نمودند. نتایج حاصل از این آزمایش، نشان داد که قارچ های میکوریز سبب افزایش وزن تازه و خشک برگ های ذرت به صورت معنی داری گردید. آنها چنین استنباط کردند که در خاک های متراکم با مهیا نمودن شرایط بهینه برای رشد و فعالیت قارچ های میکوریزی می‌توان اثرات سوء تراکم خاک بر رشد گیاه را کاهش داد.علیزاده و همکاران بیان داشتند که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابل میکوریزا و سطوح آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاه ذرت معنی دار بودند.



شکل ۴-۶: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک ساقه گل دهنده



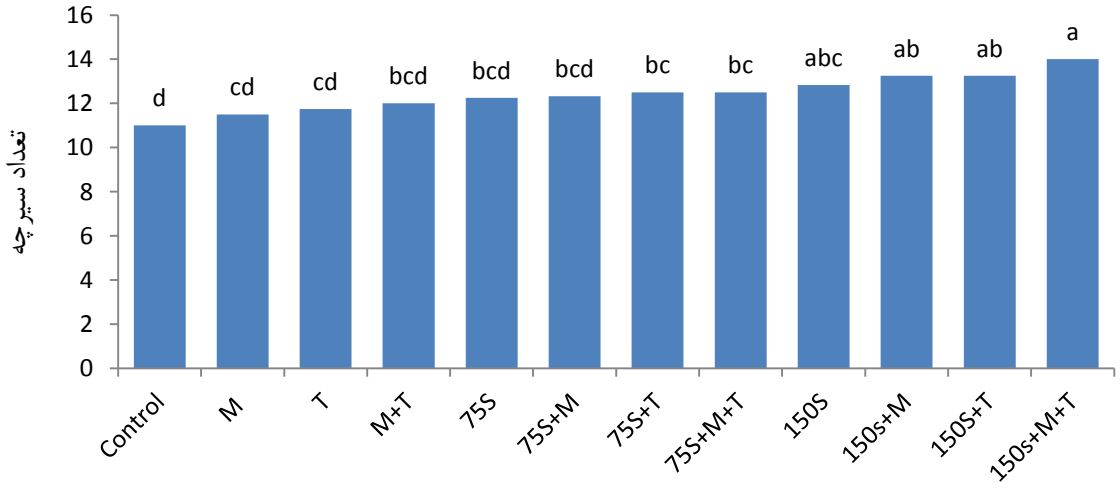
شکل ۴- ۷: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک برگ

۴-۷- تعداد سیرچه

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تعداد سیرچه تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده در این آزمایش قرار گرفت ($p< ۰/۰۰۱$) (جدول ۴-۲). به طوریکه بیشترین میزان مربوط به تیمار ۱۲ (۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و استفاده از میکوریزا و استفاده از تیوباسیلوس) بود که در نتیجه اعمال این تیمار تعداد سیرچه ۲۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که تعداد سیرچه را ۱۳ و ۱۲ درصد نسبت به شاهد و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد. نتایج حاصل از شکل (۴ - ۱۵) نشان داد که

بین تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار با شاهد تفاوت معنی داری حاصل نشد، اما بین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با شاهد تفاوت معنی‌داری بر وزن خشک سیرچه بوجود آمد که وزن خشک تعداد سیرچه را تا ۱۶ درصد افزایش داد. کاربرد تیوباسیلوس در این آزمایش تاثیر معنی داری را بر وزن خشک سیرچه نسبت به شاهد نداشت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، وزن خشک سیرچه را به ترتیب ۱۳ و ۲۰ نسبت به شاهد افزایش دادند. نتایج حاصل این بررسی نشان داد که، کاربرد تیمار ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار با ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری از لحاظ آماری حاصل نشد. سینگ و چائوداری (۱۹۹۷) کلروز و کاهش محصول بادام زمینی کشت شده در خاک های آهکی را ناشی از کمبود گوگرد و عناصر کم مصرف دانستند، لذا در یک خاک آهکی تاثیر مصرف گوگرد، کلرید آهن، روی و منگنز را بر بادام زمینی در شرایط مزرعه بررسی نمودند. نتایج به دست آمده از آزمایش بیانگر وجود اثرات مثبت ناشی از مصرف گوگرد بود. به طوری که عملکرد دانه، وزن غلاف، وزن غده، ارتفاع بوته و درصد روغن، به طور معنی‌داری افزایش یافت. بهمنیار و همکاران (۱۳۸۴) پی بردند که کاربرد گوگرد در تیمار های مختلف به طور معنی داری موجب افزایش ماده خشک و عملکرد دانه سویا گردید. نجار زادگان و نادیان (۱۳۸۷) در بررسی سطوح مختلف گوگرد بر کلزا دریافتند که حداکثر میزان سرعت رشد در کلزا از تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است. حداکثر سرعت رشد محصول برای گونه گیاهی معین و در شرایط مطلوب محیطی هنگامی پدید می آید که پوشش برگ ها کامل باشد این حالت نشان دهنده حداکثر توانایی تولید ماده خشک و حداکثر میزان تبدیل انرژی تابشی خورشید در گیاه است (کوچکی و سرمدنیا ، ۱۳۸۰). در نتیجه کاربرد میکوریزا تفاوت معنی داری نسبت به شاهد حاصل نشد (شکل ۴- ۸). نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل نشد اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد و وزن خشک سیرچه را تا ۲۰ درصد افزایش داد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کاربرد تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به ترکیب تیماری ۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا به ترتیب بر وزن خشک سیرچه تفاوت معنی داری نداشتند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس، تفاوت معنی داری بر شاهد نداشتند. علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) بیان داشتند که اثرات ساده نیتروژن، میکوریزا، سطوح آبیاری و اثرات متقابل میکوریزا و سطوح آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه، ماده خشک اندام هوایی، ماده خشک ریشه، سطح برگ و طول ریشه گیاه ذرت معنی دار بودند. جمشیدی و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایشی اظهار داشتند که اثر تلقیح میکوریزا طی اعمال تنش خشکی بر روی صفات گیاه آفتابگردان، به جز عملکرد دانه،تعداد دانه پوک، درصد پوکی و عملکرد روغن بر روی بقیه صفات معنی دار بود. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که هر چند تنش خشکی باعث کاهش عملکرد آفتابگردان شد، ولی اثر آن را کاهش داد و میکوریزا از طریق افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه و کاهش میزان پوکی دانه طبق، باعث افزایش عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی شدند. مرادقلی و مبصر (۱۳۹۰)اظهار داشتند کهکاربرد قارچ آرباسکولار میکوریزا بر ارتفاع بوته، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته، درصد پروتئین و طول برگ پرچم تاثیر معنی داری داشته است.



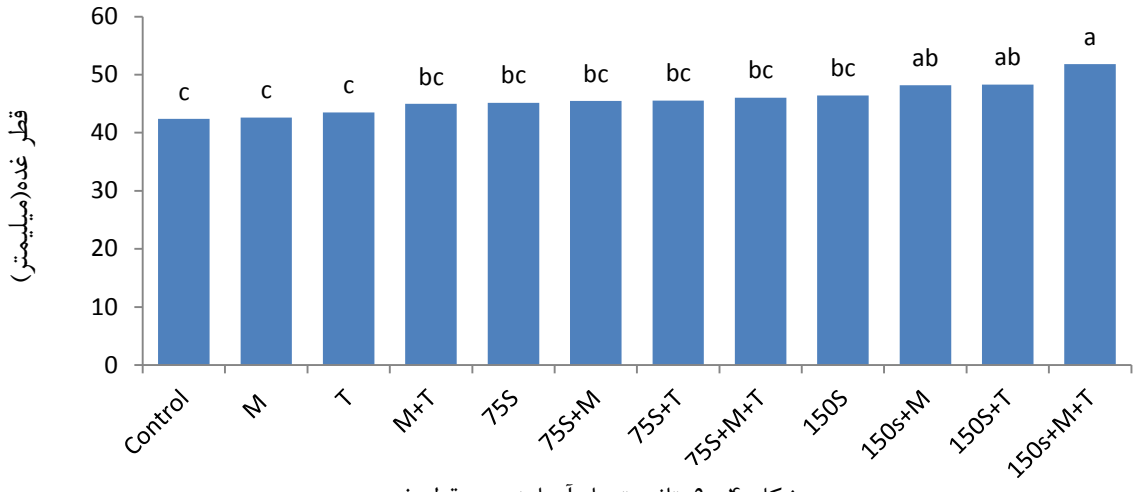
شکل ۴-۸: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک تعداد سیرچه

۴-۸ - قطر غده

همانطور که در جدول تجزیه واریانس (۴-۴) مشاهده می شود، تاثیر تیمار های آزمایشی در سطح ۱ درصد بر قطر غده معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد ترکیب تیماری گوگرد، تیوباسیلوس و میکوریزا قطر غده را تا حدود ۲۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول۳-۲). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا با شاهد از نظر آماری تفاوت معنی داری نبود اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا با ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری حاصل شد که قطر غده تا ۱۲ درصد افزایش یافت. .نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری نسبت به شاهد ایجاد نشد. همچنین بین تیمار تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری نبود. نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری حاصل نشد اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که قطر غده را تا ۱۴ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از شکل (۴-۹) نشان داد که بین تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری نسبت به ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس نبود. صفاری و همکاران (۱۳۹۰) به منظور بررسی اثرات سه عنصر نیتروژن، بور و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد، میزان و پروتئین و روغن دانه گلرنگ در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه، تعداد غوزه و درصد پروتئین به طور بسیار معنی داری افزایش یافت. اما تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه و درصد روغن به طور بسیار معنی داری کاهش یافت. با افزایش میزان گوگرد، عملکرد دانه، تعداد غوزه، تعداد دانه در غوزه و درصد روغن و پروتئین نیز به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین به طور بسیار معنی داری سبب افزایش درصد روغن و پروتئین دانه گردید. رضاپور و

همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش‌های خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاه دانه آزمایشی را ترتیب دادند و به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گیاه دارویی سیاه دانه دارد. تنش خشکی به جز وزن هزار دانه، تاثیر معنی‌داری بر کلیه اجزای عملکرد دانه شامل بیوماس، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول داشته است.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین تیمار میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری نبود. نتایج این بررسی نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری نبود اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که تعداد سیرچه را تا ۱۳ درصد افزایش داد. بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا نسبت به تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری نبود (شکل ۴-۹). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری حاصل نشد. در پژوهشی مشابه افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد غوزه، تعداد دانه در غوزه و درصد روغن و پروتئین در گیاه گلرنگ در اثر کاربرد گوگرد گزارش شد(صفاری و همکاران، ۱۳۹۰). سلیمانی و همکاران(۱۳۸۹) نیز گزارش نمودند که کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کلزا در تراکم‌های مختلف گیاهی، تأثیر معنی‌داری را بر ارتفاع و قطر ساقه گذاشت.



شکل ۴- ۹: تاثیر تیمار آزمایشی بر قطر غده

۴-۹ - وزن تر بوته

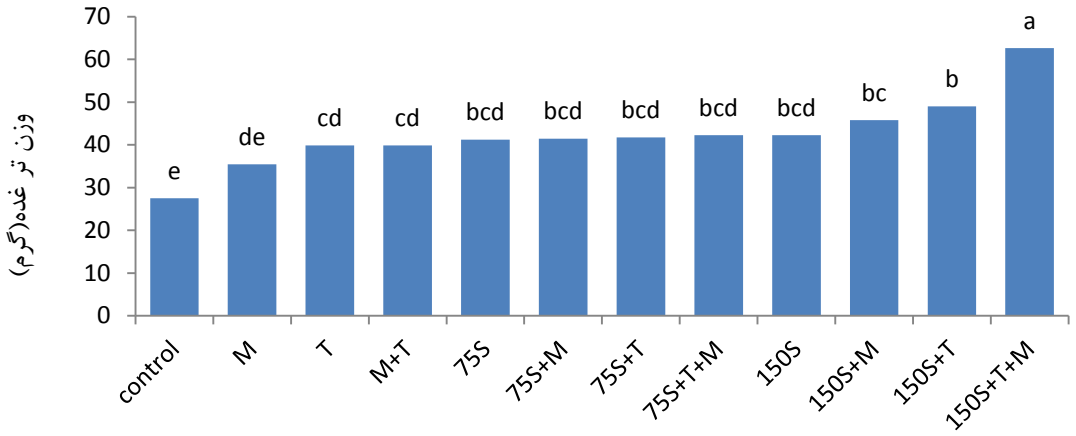
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که وزن تر بوته (برگ، ساقه گل دهنده، ریشه، ساقه و سیرچه) در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید(جدول ۴-۳).میر انصاری مهابادی و همکاران (۱۳۸۴) افزایش ارتفاع گیاه ذرت میکوریزایی را در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط تراکم خاک گزارش نمودند. نتایج حاصل از آزمایش، نشان داد که قارچ های میکوریز سبب افزایش وزن تازه و خشک برگ های ذرت به صورت معنی داری گردید نادری عارفی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که افزایش گوگرد باعث افزایش بعضی از صفات رشد رویشی مانند شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ارتفاع بوته و ارتفاع محل تشکیل اولین شاخه کلزا گردید. مصرف گوگرد موجب افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه و روغن گردید اما تعداد غلاف در متر مربع و تعداد دانه در غلاف تا سطوح دوم گوگرد (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش و سپس کاهش یافتند.

۴-۱۰- وزن تر غده

نتایج این بررسی نشان داد که تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش وزن تر غده را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری در سطح ۱ درصد افزایش دادند (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بیشترین وزن تر غده مربوط به ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و

تیوباسیلوس و میکوریزا بود که ۱۲۷ درصد وزن تر غده را نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که وزن تر غده را ۵۳ و ۴۸ درصد نسبت به شاهدو ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد.نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که هرکدام به ترتیب ۴۹ و ۵۳ درصد وزن تر غده را افزایش دادند. نتایج بدست آمده از شکل (۴ - ۱۰) به ما نشان می‌دهد که بین تیمار تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که وزن تر غده را تا ۴۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس در مقایسه با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که وزن تر غده را به ترتیب۵۱ و ۷۸ درصد افزایش دادند. بین تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری حاصل نشد.

نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که بین تیمار میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل نشد.نتایج حاصل از شکل (۴-۱۰) نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که به ترتیب ۵۰ و ۶۶ درصد وزن تر غده را افزایش دادند اما بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا نسبت به تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری نبود. نتایج این بررسی نشان داد که بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری نسبت به شاهد حاصل شد که وزن تر غده را تا ۴۴ درصد افزایش داد. به عنوان مثال نسبت ریشه به اندام هوایی در گیاه میکوریزی، متفاوت از گیاهان غیر میکوریزی است و همین امر در نحوه پاسخ گیاه به شرایط محیطی، بخصوص در زمانی که گیاه با محدودیت آب روبه رو می شود بسیار مهم است.



شکل۴-۱۰: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن تر غده

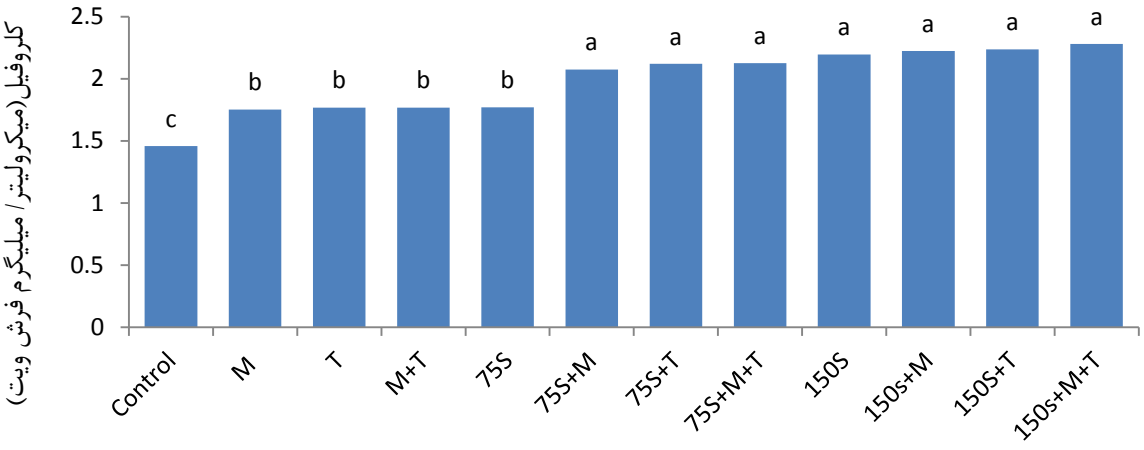
۴-۱۱-کلروفیل

همانطور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود (جدول ۴-۴) تیمار ها در سطح ۱ درصد بر کارتنوئید و کلروفیل aو بر کلروفیل b در سطح ۵ درصد معنی داری شدند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد ترکیب تیماری گوگرد، تیوباسیلوس و میکوریزا به ترتیب تفاوت معنی داری را نسبت به شاهد ایجاد نمود که به ترتیب کلروفیل a، b و کارتنوئید را ۵۶، ۴۲ و ۳۴ درصد نسبت به شاهد ایجادکرد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوکرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا با شاهد در کلروفیل a و کارتنوئید تفاوت معنی داری حاصل شد به ترتیب باعث افزایش ۴۵و ۲۰ درصدی کلروفیل a و کارتنوئید نسبت به شاهد شد اما بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس با ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری در کلروفیلa حاصل نشد. همچنین بین ترکیب تیماری ۱۵۰و ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس نسبت به شاهد تفاوت معنی داری بر کلروفیل b نبود. نتایج حاصل از شکل (۴-۱۱، ۴-۱۲، ۴-۱۳) نشان داد که کاربرد ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تاثیر معنی داری بر کلروفیل aو کارتنوئید نسبت به شاهد داشت، اما بر کلروفیل b معنی دار نبود. استفاده از باکتری تیوباسیلوس، تاثیر معنی داری را بر کلروفیلa داشت که میزان کلروفیل a را تا ۲۱ درصد افزایش داد، اما در کلروفیل b و کارتنوئید تفاوت معنی

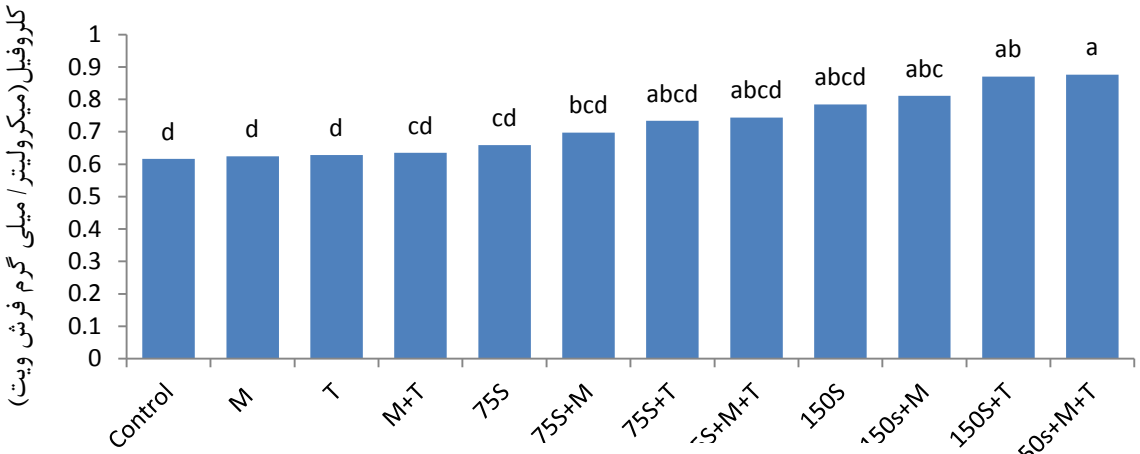
داری حاصل نشد. تلقیح باکتری تیوباسیلوس با ۷۵و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار در کلروفیل aو کارتنوئید تفاوت معنی داری را نسبت به شاهد ایجاد کرد (به ترتیب ۴۵، ۵۳ و ۱۹، ۲۷درصد) افزایش داد.اما تفاوت معنی داری در کلروفیل bنسبت به شاهد ایجاد نشد (شکل ۴-۱۲). رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند که استفاده از گوگرد موجب افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود. گوگرد نقش مهمی در افزایش جذب طیف‌های مختلف نوری دارد گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس باعث افزایش نور شده و میزان کلروفیل را افزایش می‌دهد که افزایش کلروفیل باعث افزایش فتوسنتز هم می‌شود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (شکل ۴-۱۱)، نشان داد که تلقیح باکتری تیوباسیلوس در ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، تفاوت معنی داری نسبت به تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار در کلروفیل a ایجاد کرد، اما بین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری در کلروفیل a حاصل نشد. همچنین نتایج نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس با تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار بر کلروفیل b و کارتنوئید تفاوت معنی داری حاصل نشد(شکل ۴-۱۲، ۴-۱۳). گوگرد علاوه بر شرکت در ساختمان اسید آمینه، ویتامین ها و آنزیم ها، درساخت کلروفیل ضروری است. (ملکوتی و ریاضی و همدانی، ۱۳۷۰)کومارات و همکاران (۲۰۰۶) در آزمایشی اثر گوگرد و آهن را روی فعالیت آنزیمی و محتوی کلروفیل بر نوعی لوبیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کاربرد ۶۰ کیلو گرم در هکتار گوگرد اثر مثبت و معنی داری روی فعالیت کلات آهن، فعالیت آنزیم ها وکلروفیل در مقایسه با تیمارهای دیگر دارد. مجیدی و همکاران(۱۳۸۴) اثرات مقادیر و منابع گوگرد در باغ های سیب استان آذربایجان غربی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اثر تیمار ها بر کلروفیل در سطح ۵ درصد معنی دار گردید.

تلقیح قارچ میکوریزا در این آزمایش تاثیر معنی داری را نسبت به شاهد در کلروفیل a نشان داد، اما بر کلروفیل b و کارتنوئید تفاوت معنی داری ایجاد نشد (شکل ۴-۱۱، ۴-۱۲، ۴-۱۳). استفاده از ۷۵

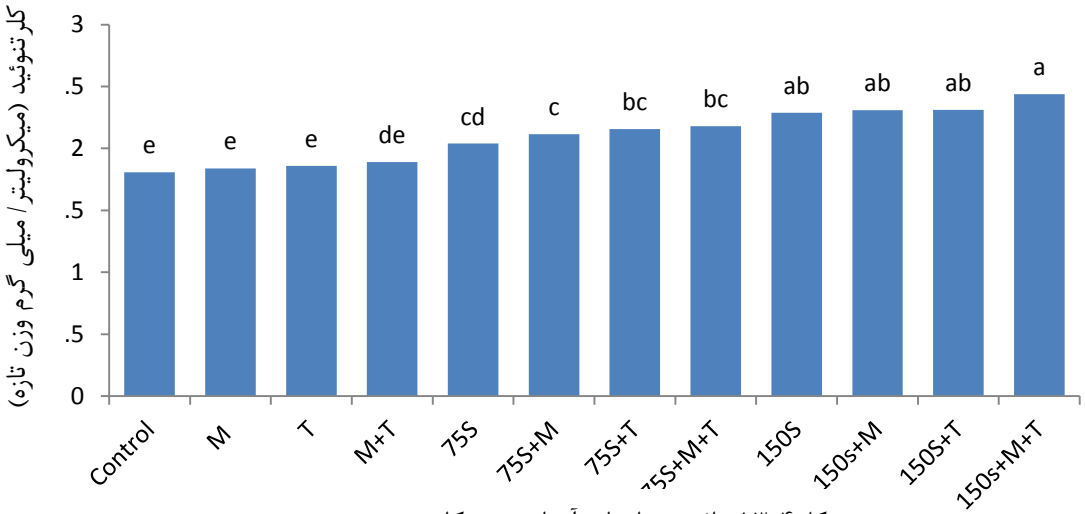
کیلوگرم گوگرد در هکتار به همراه میکوریزا تاثیر معنی داری را بر کلروفیل a و کارتنوئید نسبت به شاهد داشت، اما این ترکیب تیماری بر کلروفیل b نسبت به شاهد تفاوت معنی داری حاصل نکرد . نتایج حاصل از شکل (۴-۲) به ما نشان می‌دهد که تلقیح میکوریزا در ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث ایجاد تفاوت معنی داری شد. اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا با ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری در کلروفیل a حاصل نشد. نتایج این بررسی به ما نشان داد کهترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس در کلروفیل a ، b و کارتنوئید به ترتیب (۲۱، ۳/۰۸ و ۴/۶۴) درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.قورچیانی و همکاران (۱۳۹۰) دلیل اصلی افزایش کلروفیل را افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ و افزایش میزان کلروفیل و ظرفیت فتوسنتزی گیاه در اثر کلونیزاسیون قارچ های میکوریزا بیان کردند. آقا بابایی و رئیسی (۱۳۸۹) در آزمایشی اثر همزیستی میکوریزایی بر میزان کلروفیل، فتوسنتز و راندمان مصرف آب در چهار ژنوتیپ بادام را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که غلظت کلروفیل کل برگ نسبت به گیاهان شاهد فاقد همزیستی میکوریزی افزایش پیدا کرد. قورچیانی و همکاران (۱۳۹۰) طی بررسی هایی که بر روی میزان کلروفیل و عملکرد گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی تحت تاثیر قارچ میکوریزا آرباسکولار داشتند به این نتیجه رسیدند که اثر سطوح آبیاری و سطوح قارچ میکوریزا آرباسکولار بر میزان کلروفیل برگ بلال معنی دار بود.



شکل ۴ - ۱۱: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیل a



شکل ۴ - ۱۱: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کلروفیل b

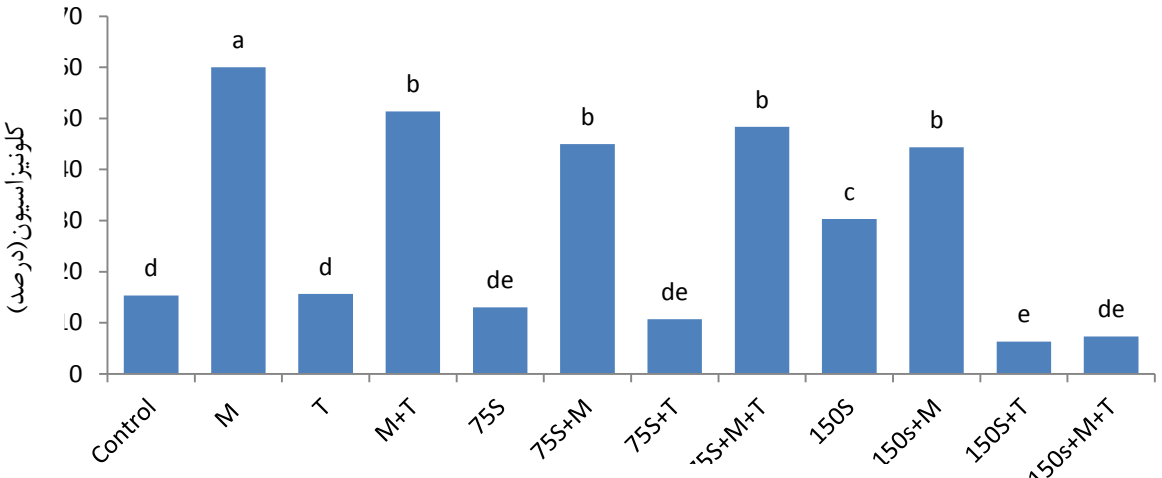


شکل۴-۱۳: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کارتنوئید

۴-۱۲- کلونیزاسیون

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که، کلونیزاسیون، تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده در این آزمایش قرار گرفت ($p<۰/۰۰۱$) (جدول ۴-۵). مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۱۴) این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار کلونیزاسیون ریشه از تیمار میکوریزا به دست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار کلونیزاسیون ریشه تا۲۹۴درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس، ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزاو تیوباسیلوس و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا تفاوت معنی داری حاصل شد که به ترتیب ۲۳۴، ۱۹۲، ۲۱۵، ۱۸۹ درصد کلونیزاسیون ریشه نسبت به شاهد افزایش یافت اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری نبود. مقایسه میانگین نتایج حاصل نشان داد که بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری با تیمار میکوریزا بود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بین تیمار تیوباسیلوس و ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری نسبت به شاهد حاصل نشد اما بین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری نسبت به شاهد بود. بیشترین درصد کلونیزاسیون مربوط به عدم استفاده از گوگرد و تیوباسیلوس و تلقیح میکوریزا بود و کمترین میزان کلونیزاسیون مربوط به استفاده از گوگرد (۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار) و تلقیح باکتری تیوباسیلوس بود. این کاهش می‌تواند ناشی از اکسایش گوگرد، تولید اسیدسولفوریک و اثرات سوء بر فعالیت قارچ میکوریزا باشد. بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه، به دست آوردن عناصر غذایی غیر قابل دسترس، تحمل گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا، بهبود رابطه آب و گیاه، افزایش محصول گیاه از مهمترین نقش‌های قارچ های میکوریزی می‌باشد. همچنین میکوریزا می تواند

تغییراتی در فرم رشد و ساختمان ریشه و بافت‌های آوندی ایجاد کند. گوپتا و همکاران (۲۰۰۲)گزارش دادند که تلقیح گیاه نعناع با قارچ میکوریزایی به طور قابل ملاحظه‌ای درصد همزیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده افزایش داد.



۴- ۱۴- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر کلونیزاسیون ریشه

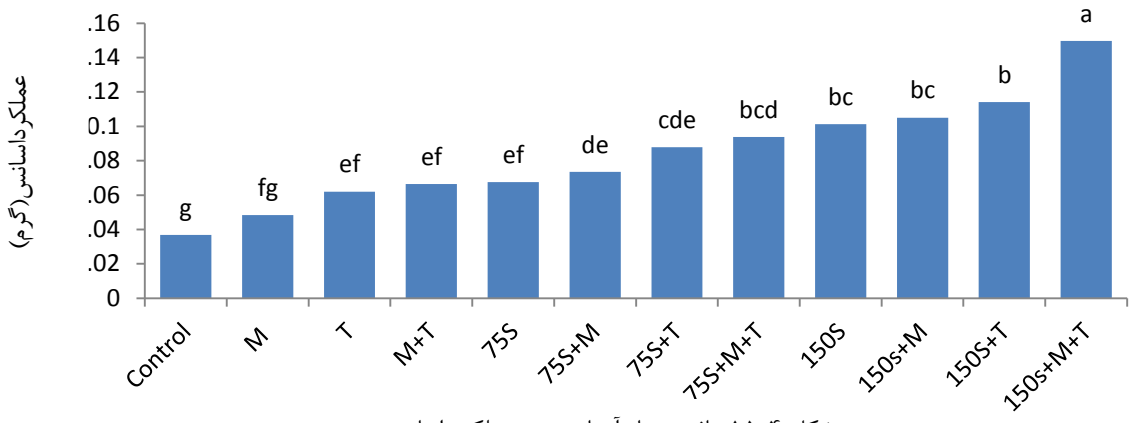
۴- ۱۳ - عملکرد اسانس

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عملکرد اسانس در هکتار به طور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای به‌کار برده شده در آزمایش قرار گرفت. کاربرد تیمارها در سطح ۱ درصد به طور معنی داری بر عملکرد اسانس تاثیر داشتند (جدول۴-۵). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا میزان عملکرد اسانس را ۳۰۶درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۴-۱۵). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که عملکرد اسانس را ۱۵۵ و ۵۹ درصد نسبت به شاهد و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد.در نتیجه کاربرد ۷۵ کیلوگرم گوگرد، مقدار ۶۵ میلی گرم عملکرد اسانس و در نتیجه ۱۵۰ کیلوگرم کاربرد گوگرد ۱۰۰ میلی گرم، عملکرد اسانس نسبت به شاهد دست آمد، که از لحاظ آماری، کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار معنی دار بود(شکل ۴-

۱۵). پال وسینگ (۱۹۹۴) با مصرف ۴۰ کیلو گرم گوگرد در تناوب گندم و برنج نشان دادند که کاربرد گوگرد در خاک باعث افزایش مقدار کل گوگرد قابل جذب، گوگرد آلی و غیر سولفاته و افزایش عملکرد دانه گندم می شود. تحقیقات انجام شده توسط ملکوتی و نفیسی (۱۳۷۶) نشان داده است که با مصرف ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد آسیاب شده، عملکرد یونجه در حدود یک تن در هکتار افزایش یافته است. همچنین ملکوتی و رضایی (۱۳۸۰) گزارش نمودند که مصرف گوگرد عنصری به همراه کود دامی در یک خاک شور سدیمی، عملکرد محصول چغندر را نسبت به شاهد ۵۶ درصد افزایش داده است.

نتایج نشان داد که تلقیح باکتری تیوباسیلوس، ۶۸ درصد عملکرد اسانس را نسبت به شاهد افزایش داد. بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری در عملکرد اسانس نسبت به شاهد ایجاد شد، اما بین تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد و ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری از لحاظ آماری حاصل نشد. شاهسونی و اردلان (۱۳۸۵) با مطالعه تاثیر گوگرد بر عملکرد و جذب آن بر گندم اظهار داشتند که بهترین عملکرد زمانی حاصل شد که نسبت نیتروژن به گوگرد در برگ در هنگام باز شدن پرچم و رسیدن دانه هنگام برداشت محصول با افزایش مقدار کود، افزایش یافت. رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش های خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاه دانه آزمایشی را ترتیب دادند و به این نتیجه رسیدند که کاربر گوگرد سبب افزایش عملکرد دانه شد و عملکرد دانه را تا ۷/۲ درصد افزایش داد. بنابراین گوگرد تاثیر معنی دار و مثبت بر کلیه اجزای عملکرد دانه، تنظیم کننده های اسمزی و عملکرد اسانس دارد. نور قلی پور و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی با کاربرد همزمان گوگرد و تیوباسیلوس وخاک افزایش عملکرد دانه را در سویا گزارش نمودند.

نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح میکوریزا تفاوت معنی داری را در عملکرد اسانس نسبت به شاهد ایجاد نکرد (شکل ۴-۱۵). ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا عملکرد اسانس را به ترتیب ۹۹ و ۱۸۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد، اما بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار گوگرد و میکوریزا با تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری حاصل نشد. نتایج این بررسی نشان داد که ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری بر عملکرد اسانس داشتند (شکل ۴-۱۵) و تا ۸۰ درصد عملکرد اسانس را نسبت به شاهد افزایش دادند.در آزمایشی نادیان و همکاران (۱۳۸۲) اثرات مثبت قارچ میکوریز را بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر گزارش نمودند. آن ها چنین نتیجه گیری کردند که قارچ های میکوریز قادرند به خوبی در سلول های پوست ریشه نفوذ کرده و موجب افزایش رشد در مقایسه با تیمار شاهد شوند. همچنین موجب افزایش عملکرد (میزان شکر یا ساکارز) قابل استحصال در نیشکر گردید. الکراکی و همکاران(۲۰۰۴) در بررسی اثرات تلقیح AMبر رشد و عملکرد دانه و جذب مواد معدنی گندم به این نتیجه رسیدند که تلقیح میکوریزا عملکرد دانه و بیوماس گیاه گندم را افزایش داده و همچنین افزایش غلظت های فسفر و آهن در گیاه میکوریزی نسبت به گیاه غیر میکوریزی بیشتر بود. جمشیدی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تاثیر میکوریزا آرباسکولار بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات گیاهی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی دریافتند که اثر تلقیح میکوریزا بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده تعداد دانه‌های پر، وزن هزار دانه و تعداد کل دانه‌ها در سطح یک درصد معنی دار بود.



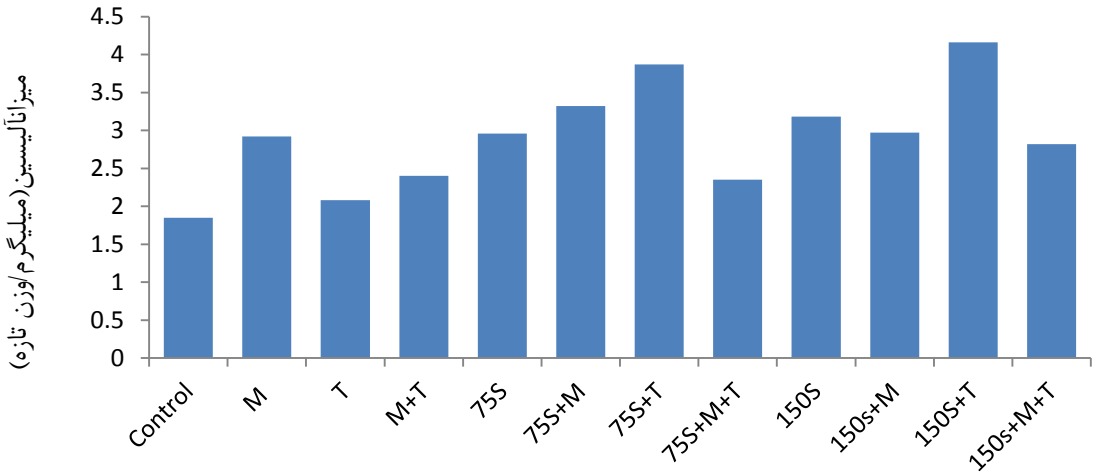
شکل ۴-۱۵: تاثیر تیمار آزمایشی بر عملکرد اسانس

۴-۱۴ - میزان آلیسین

نتایج این بررسی نشان داد که تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش بر میزان آلیسین در غده سیر تاثیر داشتند. به طوریکه در نتیجه کاربرد تیمارها، مبزان آلیسین در نمونه‌ها نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین میزان آلیسین از غده‌ای گرفته شد که در آن تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس به کار رفته بود.که در مقایسه با شاهد ۱۲۴ درصد افزایش نشان داد و پس از آن ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس بود که میزان آلیسین را نسبت به شاهد ۱۰۹ درصد افزایش داد. این موضوع نشان دهنده آن است که عامل اصلی در افزایش آلیسین مقدار گوگرد و فراهمی گوگرد برای بوته‌های سیر می‌باشد.که این فراهمی توسط باکتری تیوباسیلوس تامین شده است. نتایج به دست آمده در این بررسی نشان داد که تیمارهای تیوباسیلوس، ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار،۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار میزان آلیسین را به ترتیب ۱۲، ۷۱ و ۶۰ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس به ترتیب ۳۰/۷۴ و ۳۰/۸۸ درصد میزان آلیسین را نسبت به تیمار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتارافزایش داد. یادگاری و برزگر (۱۳۸۹) در آزمایشی قابلیت جذب عناصر غذایی، رشد رویشی و تولید اسانس در گیاه بادرنجبویه تحت تاثیر گوگرد و باکتری تیوباسیلوس را مورد بررسی قرار داده و

به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان اسانس تولیدی در تیمار ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس همراه با ماده آلی به دست آمد. رضاپور و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی تحت عنوان تاثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تنظیم کننده های اسمزی در گیاه دارویی سیاه دانه به این نتیجه رسیدند که کاربرد گوگرد سبب افزایش عملکرد دانه شد و عملکرد دانه را ۷/۲ درصد افزایش داد. بنابراین، تاثیر معنی دار و مثبت گوگرد بر کلیه اجزای عملکرد دانه، تنظیم کننده های اسمزی و عملکرد اسانس به همراه داشته است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تلقیح تیمار میکوریزا باعث افزایش ۵۷ درصدی میزان آلیسین نسبت به شاهد شد. همچنین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا به ترتیب باعث افزایش ۷۹ و ۶۰ درصدی میزان آلیسین نسبت به شاهد شد. این بررسی نشان دهنده این است که میکوریزا و گوگرد اثر آنتاگونیستی بر میزان آلیسین دارند یعنی هر چه میزان گوگرد کمتر باشد، فعالیت قارچ میکوریزا در افزایش میزان آلیسین بیشتر خواهد بود. نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس به ترتیب باعث افزایش ۲۷ و ۵۲ درصدی میزان آلیسین نسبت به شاهد شدند. همچنین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس ۲۹ درصد میزان آلیسین را نسبت به شاهد افزایش داد. درزی و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایشی چنین اظهار داشتند که بیشترین غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه و عملکرد دانه در تلقیح میکوریزایی حاصل شد. اثر متقابل هم افزایی و مثبت نیز در بین عوامل مشاهده شد، که می توان به اثر بین تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی بر غلظت نیتروژن در دانه و اثر متقابل میان کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست بر غلظت فسفر در دانه اشاره کرد .مرادقلی و مبصر (۱۳۹۰)اظهار داشتند کهکاربرد قارچ آرباسکولار مایکوریزا بر ارتفاع بوته، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته، درصد پروتئین و طول برگ پرچم تاثیر معنی داری داشته است.



شکل ۴- ۱۶: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان آلیسین

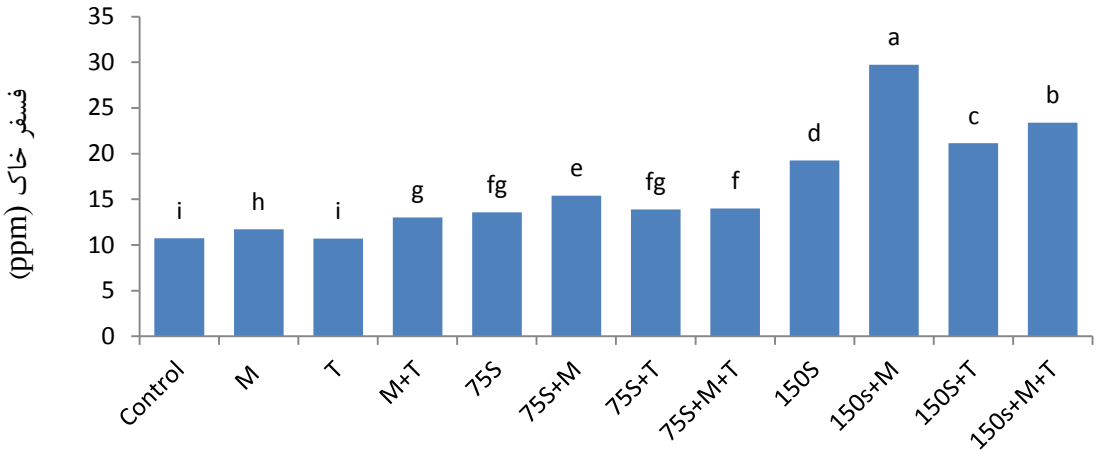
۴-۱۵ - فسفر خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول (۴-۵) نشان داد که میزان فسفر خاک در سطح ا درصد تحت تاثیر تیمارهای به کار برده شده قرار گرفت. مقایسه میانگین نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار فسفر از ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا بدست آمد که در نتیجه اعمال این تیمار، میزان فسفر خاک تا ۱۷۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۴-۱۷). در رابطه با همزیستی بین قارچAM وریشه گیاه اثبات شده که قارچ میکوریزا در کسب مواد غذایی از خاک، به ویژه عنصر غیر متحرک نظیر فسفر، روی، مس و همچنین یون های پر تحرک نظیر گوگرد، پتاسیم، کلسیم، آهن منگنز، کلر، بر و نیتروژن به گیاه کمک می رساند که اثر این همزیستی بخصوص در شرایط کمبود عنصر غذایی خاک بیشتر خواهد بود(شارما، ۲۰۰۳). فسفر یکی از مهمترین این عنصرهاست که توسط میکوریزا به طور فعال و در سطح وسیع جذب می شود. تحقیقات نشان داده که سرعت جذب فسفر به درون گیاه میکوریزی ۳ الی ۶ برابر بیشتر از گیاه غیر میکوریزی است (نادیان، ۱۹۹۶ و همکاران، ۱۹۹۱). الکراکی و حمد (۲۰۰۱ (و گیری و موکرجی (۲۰۰۴) نیز افزایش جذب فسفر را در اثر تلقیح میکوریزا گزارش کردند. اهمیت بهبود تغذیه ای گیاه به وسیله میکوریزا به قدری است که در تحقیقات اولیه افزایش رشد گیاهان بوسیله میکوریزا را فقط

مرهون افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر می دانستند ولی بررسی های بیشتری در این زمینه نکات جدیدی را برای محققین آشکار ساخت و بعد ها به اثرات غیر تغذیه ای قارچ میکوریزا (توانایی دفع عناصر سنگین، تولید مواد محرک رشد، برقراری روابط متقابل مثبت با میکروارگانیسم های مفید خاکزی، افزایش مقاومت گیاهان میزبان به شوری، خشکی و عوامل بیماری زای گیاهی) نیز پی بردند. الکراکی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی اثرات تلقیح قارچAM بر رشد و عملکرد دانه و جذب مواد معدنی گندم به این نتیجه رسیدند که تلقیح میکوریزا عملکرد دانه و بیوماس گیاه گندم را افزایش داده و همچنین افزایش غلظت های فسفر و آهن در گیاه میکوریزی نسبت به گیاه غیر میکوریزی بیشتر بود.نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که فسفر خاک را ۳۰ و ۱۲۲ درصد نسبت به شاهد و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین تیمارهای ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرمگوگرد در هکتار تفاوت معنی داری حاصل شد که به ترتیب فسفر خاک را تا ۲۶ و ۷۹ درصد افزایش داد. نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که کاربرد تیمار تیوباسیلوس تاثیر معنی داری بر فسفر خاک نسبت به شاهد نداشت. بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس، نسبت به شاهد تفاوت معنی داری از لحاظ آماری حاصل شد که در نتیجه فسفر خاک به ترتیب به میزان ۲۹ و ۹۷ درصد افزایش یافت. کاربرد تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری را نسبت به ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، در فسفر خاک ایجاد نکرد، اما استفاده از ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، فسفر خاک را ۹/۹۷ درصد نسبت به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد افزایش داد. در خاک هایی با pH بالا گوگرد نه تنها به عنوان عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، بلکه بیشتر به لحاظ اثرات جانبی مفید این عنصر در اسیدی کردن موضعی خاک، افزایش قابلیت انحلال سایر عناصر از جمله فسفر، روی و آهن اهمیت پیدا می کند. پنیک (۱۹۷۷) در طی آزمایش های مختلف نشان داد که میزان فسفر قابل استفاده خاک فسفات، در نتیجه مخلوط

کردن آن با گوگرد افزایش می یابد. لذا مخلوط کردن خاک فسفات با گوگرد را به عنوان یک منبع فسفر قابل جذب برای گیاه توصیه کرد. اکسیداسیون گوگرد باعث ایجاد مقادیر قابل توجهی اسید های معدنی قوی می شود.که این اسید ها در خاک باعث حل شدن فسفر و سایر مواد معدنی می‌شوند و این عمل برای گیاهان و میکروارگانیسم ها مفید است (امتیازی، ۱۳۸۱). کاچهار و همکاران (۱۹۹۷) در یک آزمایش مزرعه ای روی نخود با استفاده از منابع مختلف گوگرد نشان دادند که جذب فسفر با افزایش مقدار گوگرد افزایش می‌یابد (ملکوتی و ریاضی و همدانی، ۱۳۷۰). کاپلان و ارمان (۱۹۹۸) در آزمایشات مزرعه ای و گلخانه ای به منظور بررسی اثر مصرف گوگرد در خاک های آهکی، به معنی دار بودن تاثیر آن در افزایش مقدار آهن، روی، فسفر و منگنز جذب شده توسط سورگوم اشاره نمودند. مصرف گوگرد به همراه مواد آلی بر اکسیداسیون آن می افزاید و باعث حلالیت فسفر از منبع خاک فسفات و افزایش عملکرد محصول می گردد (ملکوتی و همکاران ۲۰۰۱).اخوان و فلاح (۱۳۹۰) در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که اثر سطوح مختلف گوگرد، مایه تلقیح تیوباسیلوس و اثر متقابل آنها بر pH و مقدار فسفر خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تلقیح قارچ میکوریزا، تاثیر معنی داری نسبت به شاهد داشت (شکل ۴-۱۷)، همچنین بیشترین میزان فسفر خاک در مقایسه با شاهد به ترکیب تیماری۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا مربوط بود، که در مقایسه با ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا، فسفر خاک را ۹۳ درصد نسبت به شاهدافزایش داد. نتایج حاصل از شکل(۴-۱۶) نشان داد که بین تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری حاصل نشد، اما بین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و میکوریزا و تیوباسیلوس تفاوت معنی داری بوجود آمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان دادکه بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس با شاهد تفاوت معنی داری ایجاد شد که میزان فسفر خاک را تا ۲۱ درصد افزایش داد.



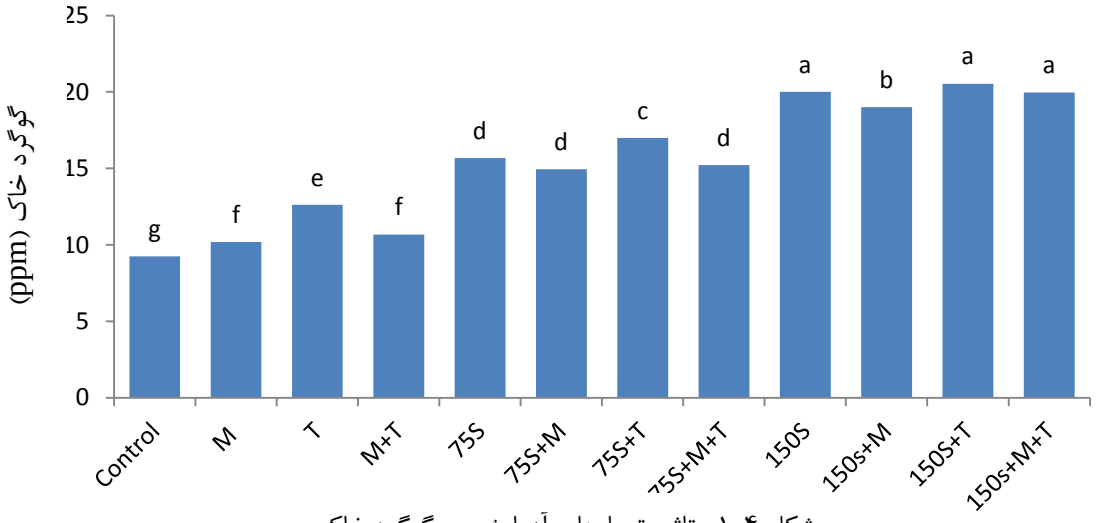
شکل ۴- ۱۷: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فسفر خاک

۴-۱۶- گوگرد خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول (۴-۵) نشان داد که استفاده از تیمارها باعث تفاوت معنی دار در سطح ۱ درصد شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بیشترین میزان گوگرد خاک مربوط به ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس بود که میزان گوگرد خاک را تا ۱۲۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (شکل ۴- ۱۸)، نمایانگر این موضوع است که، تیمار تیوباسیلوس تاثیر معنی داری بر گوگرد خاک نسبت به شاهد داشت که گوگرد خاک را ۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد، همچنین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس، تاثیر معنی داری بر گوگرد خاک داشت که به ترتیب ۸۳ و ۱۲۲ درصد گوگرد خاک را نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا تفاوت معنی داری ایجاد شد که گوگرد خاک را ۶۴ و ۳۴ درصد نسبت به شاهدو ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و تیوباسیلوس و میکوریزا افزایش داد.

نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که تیمار میکوریزا تاثیر معنی داری را نسبت به شاهد داشت و میزان گوگرد را ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بین ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم گوگرد در

هکتار و میکوریزا در مقایسه با تیمار ۷۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری نبود اما بین ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و میکوریزا با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی داری حاصل شد که گوگرد خاک را تا ۵/۲۶ درصد افزایش داد (شکل ۴ -۱۷). از شکل ۴ -۱۲ به این نتیجه میرسیم که بین ترکیب تیماری ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و تیوباسیلوس و میکوریزا با شاهد تفاوت معنی داری حاصل شد که به ترتیب ۶۴ و ۱۱۵ درصد میزان گوگرد افزایش یافت، همچنین بین ترکیب تیماری میکوریزا و تیوباسیلوس، تفاوت معنی داری نسبت به شاهد حاصل شدکه گوگرد خاک را ۱۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بشارتی و حیدرنژاد (۱۳۹۰)، در آزمایشی تحت عنوان بررسی میزان اکسیداسیون گوگرد و آزاد شدن برخی عناصر غذایی در خاک‌های آهکی کرمان به این نتیجه رسیدند که غلظت قابل جذب گوگرد (به صورت یون سولفات)، در نمونه هایی که در اثر استفاده از گوگرد اکسایش انجام گرفته، ضمن کاهش pHخاک،افزایش یافته است.



شکل ۴-۱ : تاثیر تیمارهای آزمایشی بر گوگرد خاک

۴-۱۷-پیشنهادات

- بررسی دقیق رابطه بین قارچ میکوریزا و باکتری تیوباسیلوس در شرایط کنترل شده
- انجام آزمایشات مجدد به منظور بررسی تاثیر گوگرد بر قارچ میکوریزا
- استفاده از گوگرد به منظور افزایش صفت کیفی (آلیسین) گیاه سیر

پیوست‌ها

جدول۴-۱: درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در گیاه سیر تیمار شده با قارچ میکوریزا، تیوباسیلوس و گوگرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	وزن خشک سیرچه	وزن خشک غده	وزن خشک ریشه
بلوک	۲	۴۸۱/۴۸۱^{ns}	۱۰/۷۷۳^{ns}	۴/۲۳۳^{ns}	۰/۰۵۶^{ns}
تیمار	۱۱	۱۴۲۷/۵۱۱**	**۸۹/۴۹۴	**۱۰۱/۰۹۳	۰/۲۸۹**
خطا	۲۲	۱۵۵/۶۴۲	۱۲/۹۲۵	۱۱/۲۳۳	۰/۰۷۷
خطای آزمایش		۶/۴۶	۱۲/۷۹	۱۱/۴۸	۲۶/۰۷

***،**: در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار است.**

جدول۴-۲: درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در گیاه سیر تیمار شده با قارچ میکوریزا، تیوباسیلوس و گوگرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه گل دهنده	تعداد سیرچه
بلوک	۲	۰/۴۲۲^{ns}	۰/۵۶۲^{ns}	۴/۳۹۷^{ns}	۰/۲۷۳^{ns}
تیمار	۱۱	۷/۹۴۲**	**۱/۹۲۳	**۱۴/۵۵۵	**۲/۰۶۸
خطا	۲۲	۰/۳۱۱	۰/۲۷۴	۲/۵۹۱	۰/۶۲۷
خطای آزمایش		۸/۷۸	۱۴/۱۶	۲۲/۳۸	۶/۳۷

***،**: در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار است.**

جدول۴-۳: درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در گیاه سیر تیمار شده با قارچ میکوریزا، تیوباسیلوس و گوگرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر سیرچه	وزن تر غده	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه گل دهنده	وزن تر ساقه
بلوک	۲	*۱۵۳/۴۰۰	**۲۱۷/۸۹۷	۰/۲۵۹^{ns}	۰/۵۲۳^{ns}	۷/۱۷۲^{ns}
تیمار	۱۱	**۱۳۱/۷۰۴	**۲۰۴/۳۳۳	*۰/۷۶۴	**۳۱/۴۲۳	*۷/۶۸۶
خطا	۲۲	۳۴/۰۶۷	۲۸/۳۸۰	۰/۳۲۶	۹/۱۵۹	۳/۰۲۸
خطای آزمایش		۱۵/۴۳	۱۲/۵۶	۲۳/۸۴	۱۴/۵۱	۱۲/۵۶

***،**: در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار است.**

جدول۴-۴: درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در گیاه سیر تیمار شده با قارچ میکوریزا، تیوباسیلوس و گوگرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر غده	کلروفیل**b**	کلروفیل**a**	کارتنوئید
بلوک	۲	** ۴۳/۷۳۲	*۰/۰۴۷	۰/۰۴۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
تیمار	۱۱	**۲۰/۹۲۳	*۰/۰۲۷	**۰/۲۰۹	**۰/۱۳۸
خطا	۲۲	۶/۸۷۴	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۱۰
خطای آزمایش		۵/۷۲	۱۴/۳۲	۷/۵۶	۴/۸۷

***،**: در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار است.**

جدول۴-۵: درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی در گیاه سیر تیمار شده با قارچ میکوریزا، تیوباسیلوس و گوگرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	کلونیزاسیون	عملکرد اسانس	فسفر خاک	گوگرد خاک
بلوک	۲	۲۸/۷۷۸^{ns}	۱۲۱/۴۴۸^{ns}	**۴/۷۴۸	۰/۰۵۶^{ns}
تیمار	۱۱	**۱۱۶۳/۵۴۳	**۲۹۲۶/۰۰۴	۱۰۲/۶۲۶**	**۴۸/۸۶۷
خطا	۲۲	۲۶/۰۲۰	۱۸۲/۳۸۸	۰/۲۸۸	۰/۲۰۰
خطای آزمایش		۱۷/۶۱	۱۶/۱۵	۳/۲۸	۲/۹۰

***،**: در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار است.**

منابع

احمدی، ع. احسان‌زاده، ب. جباری، ف. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.جلد اول. ۶۵۳ صفحه.

احمدی، ف. پیردشتی، ه. امینی، ا. عباسیان، ا. ۱۳۸۷. بررسی اثر مصرف گوگرد، تیوباسسیلوس بر برخی صفات کمی و کیفی کنجد. خلاصه مقالاتنهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۷۸ صفحه.

احسانی، ا. هنرمند، س. خرمی، ف.م. صیادیان، ک. اصغرزاده، ا. ۱۳۸۸. بررسی اثر گوگرد، منیزیم، و تیوباسیلوس بر حاصلخیزی خاک و تغذیه سویا. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران.

اخوان، ز. فلاح، ع. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر گوگرد و مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر pH خاک و فسفر قابل جذب خاک. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران.

آذرینوند، ح. ۱۳۸۴.گیاهان دارویی صنعتی و سمی مراتع ایران. جزوه درسی دانشگاه منابع طبیعی و دانشگاه تهران.

اردکانی، م. مظاهری، د. مجد، ف. نورمحمدی، ق. چنگیزی، م. ۱۳۸۱. نقش همزیستی قارچ مایکوریزا در جذب عناصر ماکرو و میکرو در گندم. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران.

اصغرزاده، ن. ۱۳۷۶. میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه تبریز.

اصغرزاده، ن.صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. اهمیت قارچ مایکوریزا در کشاورزی ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. نشر آموزش کشاورزی، صفحات ۴۱۱-۴۳۳.

اصفهانی، م. حسین‌زاده، ع. اصغری، ج. ربیعی، ب. ۱۳۸۸. تاثیر مصرف کودهای گوگرددار بر شاخص‌های رشد و عملکرد بادام‌زمینی. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. دوره ۱۳. شماره ۴۸.

افضلی چالی، م. بابایی، ب. ۱۳۹۰. تاثیر استفاده از گوگرد پودری تلقیح شده با تیوباسیلوس همراه با منیزیم در عملکرد کلزا. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران.

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

آقابابایی، ف. رئیسی، ف. ۱۳۸۹. اثر همزیستی مایکوریزایی بر میزان کلروفیل فتوسنتز و راندمان مصرف آب در چهار ژنوتیپ بادام در استان چهرمهال بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال پانزدهم. شماره ۵۶.

امتیازی، گ. ۱۳۸۱. میکروبیولوژی خاک. انتشارات امانی. ۱۸۵ صفحه.

ایرانی‌پور، ر. ملکوتی، م.ج. عابدی، م.ج. سجادی، ا. غفوریان، ح. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر قابلیت جذب فسفر از منبع خاک فسفات با استفاده از تکنیک دقت ایزوتوپی. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر. ۲: ۱-۱۴.

بخشایی، س. رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر مایکوریزا بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویی.دانشگاه فردوسی مشهد

بشارتی، ح. ۱۳۷۷. بررسی اثر کاربرد همراه با گونه‌های تیوباسیلوس در افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۷۶ صفحه.

بشارتی، ح. حیدرنژاد، س.ف. ۱۳۹۰. بررسی میزان اکسیداسیون گوگرد و آزاد شدن برخی عناصر غذایی در خاک‌های آهکی استان کرمان.

بشارتی کلایه، ح. خاوازی، و.ن. صالح راستین، ن. ۱۳۷۹. بررسیقابلیت چند نوع ماده برای تولید مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس و مطالعه آن همراه گوگرد بر افزایش جذب برخی از عناصر غذایی و رشد ذرت. مجله خاک و آب. ۱۲ (۱۱). ۱-۹.

بشارتی، ح. صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. تاثیر مصرف گوگرد و مایه تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر مقدار آهن و روی جذب شده توسط ذرت در شرایط گلخانه‌ای. ضرورت تولید کودهای بیولوژیک در کشور. مجموعه مقالات نشر آموزش کشاورزی. چاپ دوم. ۳۱۹-۳۳۳.

بشارتی، ح. ۱۳۸۲. تهیه ماده نگهدارنده مناسب برای باکتری‌های جنس تیوباسیلوس و مطالعه اثرات متقابل آنها با قارچ مایکوریزا آرباسکولار بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم.پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس. ۱۷۹ صفحه.

بقالیان، ک. ضیایی، ع. نقوی، م. نقدی‌بادی، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی پیش از کشت اکوتیپ‌های سیر ایرانی از نظر میزان آلیسین و خصوصیات گیاه‌شناسی.فصلنامه گیاهان دارویی. سال چهارم. شماره سیزدهم.

بهمنیار، م. ع. رمضان‌پور، م. ر. ملکوتی، م.ج. بهره‌ور، ح.ر. ۱۳۸۴. بررسی عملکرد و کیفیت دانه سویا تحت تاثیر کودهای گوگردی و منیزیمی. مجموعه مقالات نهمیمن کنگره علوم خاک ایران. ۱۶۰ صفحه.

پیروزی فرد، م.خ. ۱۳۸۴. تعیین مناسبترین رقم گوجه‌فرنگی برای تهیه برگه و اثر دی‌اکسید گوگرد بر کیفیت آن.

تاجی، ه. گلچین، ا. ۱۳۸۷. بررسی سطوح مختلف کادمیوم و گوکرد بر عملکرد و غلظت کادمیوم و برخی عناصر کم‌مصرف در ریشه ذرت در شررایط گلخانه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای.

تقی‌پور، ف. بشارتی، ح. تاجی، م. میرآخوری، ر. ۱۳۸۸. بررسی اثر بخشی بیوگوگرد آلی گرانوله در جذب عناصر غذایی توسط گندم در خاک آهکی. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۳۲ صفحه.

توسلی، ع. اصغرزاده، ن.ع. ۱۳۸۸. اثر قارچ‌های مایکوریزا آرباسکولار بر جذب عناصر غذایی و عملکرد پیاز در خاک شور در شرایط مزرعه. مجله دانش آب و خاک. جلد ۱۹. شماره ۱.

جمشیدی، ا. قلاوند، ا. صالحی، م. زارع، ج. جمشیدی، ع.ر. ۱۳۸۸. اثر مقادیر و منابع گوگرد در باغ‌های سیب استان آذربایجان غربی.

جمشیدی، ا. قلاوند، ا. صالحی، م. زارع، ج. جمشیدی، ع.ر. ۱۳۸۸. اثر مایکوریزا آرباسکولار بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات گیاهی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی.مجله علوم زراعی ایران. ۱۱(۱) : ۱۳۶-۱۵۰.

چعبی، ع. خاوازی، ک. ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور.نشر آموزش کشاورزی،صفحه ۶۰۰

حامدی، ف. ۱۳۸۱. بررسی اثر مصرف گوگرد و تیوباسیلوس بر صوصیات کمی و کیفی کلزا. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.

حسین‌پور، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی چند عصاره‌گیر به منظور تعیین پتاسیم قابل استفاده سیر در برخی از خاک‌های همدان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ششم. شماره دوم.

خادمی، ز. رضایی، ح. ملکوتی، م.ج.. مهاجر میلانی، ب. ۱۳۷۹. تغذیه بهینه کلزا (گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت روغن). نشر آموزش کشاورزی. ۲۱۳ صفحه.

خداشناس، ع. کوچکی، ع. رضوانی مقدم، پ. لکزیان، ا. نصرتی محلاتی، م. ۱۳۸۷. تاثیر فعالیت‌های کشاورزی بر تنوع و فراوانی قارچ‌های مایکوریزا در مزارع گندم استان خراسان. مجله پژوهش‌های زراعی ایران.جلد ۶. شماره دوم.

دادیور، م. خودشناس، م. ع. ۱۳۸۶. مطالعه تاثیر مصرف گوگرد بر جذب عناصر کم مصرف در لوبیا. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه ۵۱۴-۵۱۵.

دارابی،ع. دهقانی ،ع. ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد ،اجزای عملکرد،و شدت بیماری زنگ در سیر انتخاب شده رامهرمز در منطقه بهبهان.مجله به زراعی نهال و بذر ۲- ۲۶ (۱): ۵۵-۴۳.

درزی، م.ت. قلاوند، ا. رجالی، ف. ۱۳۸۸. تاثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر N,P,K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۵. شماره ۱. صفحه ۱-۱۹.

دیالمی، ح. محبی، ع. ۱۳۸۸.اثر کاربرد گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس و کود دامی بر میزان عناصر غذایی برگ و شاخص‌های رشد رویش نال‌های خرما رقم برحی.نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۴. شماره دوم. نیم سال دوم. صفحه ۱۸۹-۱۹۴.

رحیمیان، ح. کوچکی، ع. زند، ا. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی. نشر آموزش کشاورزی. ۴۵۹ صفحه.

رضاپور، ع. حیدری، م. گلوی، م. رمرودی. م، ۱۳۹۰. تاثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تنظیم کننده‌های اسمزی در گیاه دارویی سیاه دانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۷. شماره ۳. صفحه ۳۸۴- ۳۹۶.

زرگری، ع. ۱۳۶۹. گیاهان دارویی. چاپ چهارم. جلد چهارم. انتشارات دانشگاه تهران.

زمان، س. ۱۳۷۹. گیاهان دارویی. روش‌های کشت، برداشت و شرح مصور رنگی ۳۶۷ صفحه.

سلیمانی، ع. شهری، م.م. شاهرچیان، م.ح. نارنجانی، ل. ۱۳۸۹. تاثیر تراکم‌های مختلف گیاهی و کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کانولا. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی.

شاهسونی، ش. اردلان، م. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد در عملکرد گندم و مقدار گوگرد دانه در مناطق نیمه خشک و شرایط مزرعه. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه ۴۴۴-۴۴۵.

شریعت، ه. ۱۳۸۲. پرورش و تکثیر گیاهان دارویی. چاپ سوم.

شریفی، م. محتشمیان، م. ریاحی، ح. ۱۳۹۰. اثر قارچ اندومیکوریزایی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیکگیاه ریحان. فصلنامه گیاه هان دارویی. سال دهم. دوره دوم. شماره ۳۸.

شهابی فر، ج. ۱۳۸۵. تاثیر مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد و غلظت عناصر در اندام گیاهی ذرت دانه‌ای. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۲۵ صفحه.

صفاری، م. مددی زاده، م. شریعتی‌نیا، ف. ۱۳۹۰.بررسی آثار تغذیه‌ای عناصر نیتروژن، بر، گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گلرنگ. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۲. شماره ۱. ۱۳۳-۱۴۱.

علیزاده، ا. مجیددی، ا. نادیان، ح. نورمحمدی، ق. عامریان، م.ر.۱۳۸۶. بررسی اثرات تلقیح مایکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت. یافته‌های نوین کشاورزی. سال اول. شماره ۴. ۴۰: ۳۰۹- ۳۲۰.

فتحی، ق. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.۳۷۲ صفحه.

فرزانگان، ز. ثوابقی، غ. میر سید حسینی، ح. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر مواد اصلاحی گوگرد و اسید سیتریک در گیاه جذبی کادمیوم و سرب از یک خاک آلوده. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۵. شماره۴. صفحه ۷۳۶- ۷۴۵.

فلاح، ح. بشارتی، ح. خسروی، ه. ۱۳۸۲. میکروبیولوژی خاک. انتشارات آییژ.

قربانی، م. فیضی، ج. ذبیحی، م.ر. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر کود شیمیایی و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند.هشتمین کنگره علوم خلک ایران. انتشارات دانشگاه گیلان.

قربانی نصرآبادی، ر. صالح راستین، ن. علیخانی، ح.ع. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر مصرف کود میکروبی گوگرد بر تثبیت نیتروژن و شاخص‌های رشد سویا. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی. مجموعه مقالات. صفحه ۳۳۳- ۳۴۵.

قورچیانی، م. اکبری، غ. علیخانی، ح. اله دادی، ا. زارعی، م. ۱۳۹۰. اثر قارچ میکوریزا آرباسکولار و باکتری پزدوموناس فلورسانس بر ویژگی‌های بلال. میزان کلروفیل و عملکرد گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی. مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۱. شماره ۱.

قورچیانی، م. اکبری، غ. علیخانی، ح. اله دادی، ا. زارعی، م. ۱۳۹۰. تاثیر قارچ مایکوریزا آرباسکولار و پزدوموناس بر عملکرد میزان تغییرات کلروفیل در مراحل مختلف رشد ذرت تحت شرایط کم آبی.

کوچکی، ع. حسینی، م. خزاعی، ح.م. ۱۳۷۴. بوم شناسی خاک. چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع. سرمدنیا، غ. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی. چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

مجیدی، ع. دیمقانی، م. ملکوتی، ج. ۱۳۸۴. اثرات مقادیر و منابع گوگرد در باغ‌های سیب استان آذربایجان غربی.

مرادقلی، ا. مبصر، ح. ۱۳۹۰. بررسی اثر مایکوریزا بر عملکررد و اجزای عملکرد ارقام ذرت دانه ای.فصلنامه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره ۳.. شماره۲.

مرادی زانیانی، آ. زربخش. ع، خدادادی، م. ۱۳۸۸. اثر گوگرد بر عملکرد کیفیت،قابلیت انبار مانی دو رقم پیاز خوراکی.

مرشدی، ع. فرزان، م. ۱۳۸۵. اثرات مصرف گوگرد و کمپوست بر گندم آبی و میزان عناصر غذایی خاک در شهر کرد.مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه ۸۸۲- ۸۸۳.

مستاجران، ا. وضوئی، ف. ۱۳۸۵. همزیستی مایکوریزا. جلد اول. انتشارات دانشگاه اصفهان.۲۲۶ صفحه.

مصطفوی راد، م. طهماسبی سردستانی، ر. مدرس ثانوی، ع.م. قلاوند، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریز مغذی بذر در ارقام پر محصول کلزا تحت تاثیر مقادیر مختلف گوگرد. مجله تولید گیاهان زراعی. جلد چهارم. شماره اول. صفحه ۴۳- ۶۰.

ملک ثابت، ع. اردکانی، م.ر. ماهور، ع. رجالی، ف. سیادت، ع. ا. ۱۳۸۵. بررسی رابطه همزیستی سویه‌های میکوریزایی با صفات مهم مورفولوژیکی در ارقام مختلف گندم، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت ایران. دانشگاه تهران. ۱۹۰ صفحه.

ملک‌زاده، ط. بشارتی، ح. ثوابقی، ع.و. قاسمیان، ر. ۱۳۸۸. تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و تاثیر باکتری‌های تیوباسیلوس بر جذب فسفر و عملکرد سویا در یک خاک آهکی. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۸۲۸ صفحه.

ملکوتی، م.ج. ریاضی همدانی، س.ع. ۱۳۷۰. کودهای حاصلخیز خاک. انتشارات مرکز دانشگاهی تهران. صفحه ۹۶- ۱۰۲.

ملکوتی، م.ج.نفیسی، م. ۱۳۷۶. ضرورت تولید و مصرف گوگرد کشاورزی برای افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. شماره ۲۲.

ملکوتی، م. کریمیان، ج. ۱۳۷۸.کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی . ۴۶۰ صفحه

ملکوتی، م.ج. رضایی، ح. ۱۳۸۰. نقش گوگرد، کلسیم، منیزیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محولات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۱۹۳ صفحه.

ملکوتی، م.ج.، کشاورز، پ. وکریمیان، ن.۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۷۷۵ صفحه.

موسوی نژاد، م. شیرزاده، م.ح. نقوی، ه. بشاری، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی تاثیر کاربرد گوگرد و تلقیح با باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد اقتصادی ذرت در کرمان. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران.۸۴ صفحه.

موسوی نیک، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر سطوح مختلف گوگرد بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه در شرایط تنش خشکی در منطقه بلوچستان. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۲. صفحه ۱۷۰- ۱۸۲.

میرانصاری مهابادی، م. ر. رمضان‌پور، م.ر. رجالی، ف. ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. استفاده از قارچ‌های مایکوریزا آرباسکولار جهت بهبود شرایط رشد ذرت در یک خاک متراکم. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. ۹۵ صفحه.

نادری عارفی، ع.ع.ا. بخشنده، ح.ا. قرنیه، م.ح. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط معتدل و سرد. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه ۶۰۹- ۶۱۰.

نادیان، ح. جعفری، س. ناصری، ع.ع. ۱۳۸۲. اثر همزیستی مایکوریزایی بر روی عملکرد کمی و کیفی گیاه نیشکر. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰۳ صفحه.

نجارزادگان، ر. نادیان، ح.ا. ۱۳۸۷. اثر سطوح مختلف گوگرد بر شاخص‌های رشدی کلزادر شرایط آب و هوایی شمال شرق اهواز. مجموعهه مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. ۳۹۶ صفحه.

نصرتی، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثر روش کاشت، تراکم بوته و اندازه سیرچه‌های بذری بر عملکرد کمی سیر همدان. نهال و بذر. ۲۰: ۴۰۱-۴۰۴.

نورقلی‌پور، ف. خاوازی، ک. بشارتی، ح. فلاح، ا. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر کاربرد خاک فسفات، گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد کمی و کیفی سویا و اثرات باقی‌مانده آن بر ذرت. مجله علوم آب و خاک. جلد ۲۰. شماره ۱. صفحه ۱۲۲- ۱۳۲.

یادگاری، م. برزگر، ر. ۱۳۸۹. تاثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر قابلیت جذب عناصر غذایی، رشد رویشی و تولید اسانس در بادرنجبویه. فصلنامه گیاهان دارویی. شماره۱. صفحه ۳۵- ۴۰.

یوسفی‌راد، م. نورمحمدی، ق. اردکانی، م.ر. مجیدی هروان، ا. میرهادی، س.ج. ۱۳۸۶. تاثیر قارچ مایکوریزا بر خصوصیات مرفولوژیک و محتوی عناصر غذایی جو در سطوح مختلف شوری.

Al- keraki, G.N .Clark, R.B .1998 .watery stress mycorrhiza isolate effect on growth and nutrient accuation of water .j .plant nutr .21 :891 -901.

Al -keraki, G Hammad, N.R .2001 .mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress .journal of plant nutrition .24)8 :(1311 -1323.

Al -keraki, G.N .Mcmichael, B .zak, J .2004. field response of wheat t arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress mycorrhiza .14 :263 -269.

Arora, D.K .Rai, B .Mukerji, K.G.Knuden, G.R.1991. handbook of applied mycology .volum 1 :soil and plant .p.256.

Auge, R.M .Stodola, A.J.W .Tims, J.E .Saxton, A.M .2001. moisture retention properties of a mycorrhizal soil .plant and soil .230 :87 -97.

Azzazy, M.A .Maksoud, M.A and Haggag,L.F .1994 .biological farming and sulfur application for improvment of Fe, Zn, and Mn uptake by guava seedling grown on calcareous soil .annals agricultural sci .39)2 :(731 -783.

Bethlenfalvay, G.j .Linderman, R.g .1992. mycorrhizain sustainable agriculture .american society of agronomy.

Bianciottton, v .Minerdi,D .perroto, S.Bonfante,P .1960. cellular interaction between orbicular mycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria .protoplasma .193 :123 -131.

Bockman, O.C).1997 .(Fertilizers and biological nitrogen fixation az source of plant nutrients, pcrspectives for future agriculture, Plant and Soil, 194:11-14.

Bogo, B .Pfeffer, P.E .Schacher -hill, Y .2000. carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhizas .plant physiology .124 :949 -958.

Bonfant, -fasolo, P .1984. anatomy and morphology of VAM .pp :5 -33.

Bryla, D.r.Duniway, J.M .1997 .

Bryla, D.R .Duniway, J.M .1997. effect of mycorrhizal infection on drought tolerance and recovery in safflower and wheat plant and soil .197)1 :(95 -103.

Carr, G.R .1991. use of zwitteronic hydrogen ion buffers in media for growth tests of glomus caledooium soil biology biochemistry 23 :205- 206.

Clark, R.B .Zeto S.K .1996. growth and root colonization of mycorrhizal maize grown on acid and alkaline soil .soil biology and biochemistry .28 :1505 -1511.

Clark, R.B .Zeto S.K .1996. mineral acquisition by mycorrhizal maiza grown on acid and alkaline soil . soil bio .biochem .28 :1495 -1503.

Davies, J.F.T .Calderon, C.M .and Huaman, Z .2005. influence of arbuscular mycorrhizae indigenous to peru and a flavonoidon growth yeild, and leaf elemental concentration of "yungay "potatoes .hart .sci . 40)2:(381 -385.

Deluca, T.H .Skogly, E.o .and Tauro, P .1973 .utilization of thiobacillus to reclaim alkali soils .soil bio, biochem, 5:899 -901.

Donald, D .Sharp,G.s .atkinson, D .and Duff, F.I .1993 .effect of nitrogen, sulphur azn zinc fertilization on yield and composition of winter oil seed rape .communications in soil sience and plant analysis .124 : 813 -826.

Entry, J.A .Rygiewicz, D.T .Watrud , L.S .Donnelly, P.K .2002.influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscullar mycorrhizas .advances in environtal research .7 :123 -138 .

Ferrol, N .Derez -tiendal, J .2009. coordinate nutrient exchange in arbuscular mycorrhiza in :azcon - aguilar.

Fismes, J .Vong, P.C .Guckert, A .and Frossard, E .2000. influence of sulfur on apparent N -use efficiency, yield and quality of oil seed rape .grown on a calcareous soil .12 :127 -141.

Fredeen, A.L .and Terry, N .1987. influence of VAM infection and soil phosphorus level on growth and carbon metabolism of soybean .canadian journal of notany .44 :2311 -2316.

Gaines, T.P .and Stephenson , M.C .1984 .determining the sulfur to nitrogen requirment of FC tobacco . Tob sci .28, p .81 -82.

Garcia, I., Mendoza, R .and Pomar, M .C .2012 .Arbuscular mycorrhizal symbiosis and dark septate endophytes under contrasting grazing modes in the Magellanic steppe of Tierra del Fuego .Agri, Ecosys and Envir .155 :1-8.

Gaur, A .and A .Adholey .2000 .Mycorrhizal inoculation of five tropical fodder crops and inoculum production in marginal soil amended with organic matter .Biological fertiizersl soils 35 :214-218 .

Gavito, M .E .and M .H .Miller .1998 . Early phosphorus nutrition, mycorrhizae development, dry matter partitioning and yield of maize Plant and soil 2 :177-186.

Gayan, G .Kar, M .and Patro, B.B .1997 .yield attributes of mustard as influenceby sulphur fertilization Indian journal plant physiology .2 :85 -86 .

Gemma, J.N .Kaske, R.E .and Antonis, K.1997. mycorrhizal fungi improve drought resistance in creeping bent grass.73 :15 -29.

Giri, B .Mukerji, K.G .2004 .mycorrhizal inoculants alleviates salt stress in sesbania aegyptica and sesbania gradiflora under field condition :evidenced for reduced sodium and improved magnesium uptake .mycorrhizal 14 :307 -312.

Glendining, J.S .2000. australian soil fertility manual .Fertilizer industry federation of australion .p.154.

Good, A.J .and Glendinning, J.S .1998 .canola needs sulphur .Better crop international 12, No.2.

Griffiths, M.W .Kettlewell, P.S .and Hocking .T.J .1995 .effects of foliar -applied sulphur and nitrogen on grain growth, sulphur and nitrogen concentration and yield of winter wheat .journal of agriculture science).cam (125 :331 -339.

Gupta, M.L., Prasad, A, Ram, M .and Kumar, s .2002. effect of the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus on the essential oil yeild related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint .Bioresource Technology 81:77.

Gutierrez boem, F.H .Prystupa, P .and ferraris, G .2007. seed number and yeild determination in sulfur deficient soybean crop .journal of plant nutriation.30)1 :(93 -104.

Hamel, G .Furlan, V .Smith, O.L .1991. N2 -fixation and transfer in a field grown mycorrhizal .corn and soybean inter crop .plant soil .133 :177- 185.

Harley, J.L .Smith, S.E .1983 .mycorrhizal symbiosis .academic press, new yourk.p .483.

Hay, R .and Walker, K.m.1989. an introduction to the physiology of crop yeild.

Hitsuda, K .Yamad, m .and Klepker,D .2005. soil and crop managment sulphur requirement of eight crops at early stage of growth agronomy journal .97 :155 -159.

Jackson, R.M .Mason, P.A .1984 .mycorrhizal symbiosis,3nd ed .academic press .43 -44.

Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K., and Barea, J .B .2003. The contribution of arbuscular
mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility .Biology of Fertile Soils 37: 1-16.

Kachhare, K.G .Gawamd,S.D .and Kohire, O.D .1997 .uptake of nutrients by chickpea, indian Soc . soil science .45 :590 -591.

Kalbasi, M., Filoof, F .and Rezaiane, Y .Jad.1988 . Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn, and Mn by corn, sorghum and soybean .J .Plant Nutri .11 :1353 – 1360.

Kaplan, M .andErman, S .1998. Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey .J .Plant Nutr.8 :(1655-1665).

Khasawneh, F .and Doll, E.c .1978 .The use of phosphate rock for direct application to soils .Adv . in Agron .30:159-206.

Killham, K .1994. soil ecology .university of cambridge press .pp :141 -150.

Kimber, D .and Mcgregor, D.I .1999. brassica oil seeds .translate by :Azizi, M.S .soltani and khorasani . mashhad university publication.

Kittham, H .and Atteo, O.J .1965.availability of phosphorus in rock phosphate sulfur .agronomy journal, 57 :331 -334 .

Kumar, V .and Singh, M .1981.Effect of sulphate, phosphate and molybdenum application on qualityof soybean .Plant Soil 59:3-8.

Kumarat, R.N .Rathor, R.S .and Mahatma, M .2006 .effect of sulfur and iron on enzymatia activity and cholorophyll content of mungbean -journal of plant nutrition 29 :1451 -1467.

Lambers, H .Chapin, F.S .Pons, T.L.2008. plant physiological ecology.

Larsen, E.H .Burger, K.2006 .uptake and speciation of selenium in garlic cultivated in soil amended with symbiotic fungi and selenate .385 :1098 -1108.

Lipman, J .G., Mc lean, H.C .1916. The oxidation of sulphur in soils as a means of increasing the availability of mineral phosphates .Soil Scie .1:533-539.

Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R .J .and Smith, D .L .2000.Mycorrhiza formation and nutricnt uptake of new corn hybrids with extreme canopy and leaf architicture as influenced by soil N and P levels .plant and soil .221 :157-166 .

Liu, a .c .Hamel and Bl .Ma .2000 . Acquistion of cu.zn.mn and fe by mycorrhizal maize .grown in soil at different p and micronutrient levels :Mycorrhiza 9 :331-336.

Li, X .L., Marschner, H .and George, E .1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root–shoot transport in white clover.Plant Soil .136 :49–57.

Malakuti, M.J .Khavazi, K .Besharati,2001 .review on the direct application of rock phosphate on the calcareous soil of Iran.internatinal meeting on direct application of rock phosphate and related appropriate technology -latest development and practical eaperiences.Kualalampur .malygia.

Malhi, S .Gill, K.S .2000. restore canola yield by corrcting sulphur deficiency in growing season.

Marschner, H .1990 .mineral nutrition of higher plant .san diego .academic press .pp.674.

massoumi, A., and cornfild, A .H.1963 .a rapid method for determinating sulphate in water extracts of soil .analyt, london, 88 :321 -322.

McGrath, S.P., Zhao, F.J .and Withers, P.J.A .1996.Development of sulphur deficiency in crops and itstreatment.Proceedings of theFertilizer Society, No .379 .Peterborough, The FertilizerSociety.
Messick, D.L .Fan, M.X .1999.the role of sulphur fertillizer in oil crop production .the sulphur institute, usa .43 -50.
Moss, H.J., Wrigley, C.W., MacRitchie, F .and Randall, P.J .1981.Sulphur and nitrogen fertilizer effects onwheat. II .Influence on grain quality .Aust J Agr Res 32:213-26.
Mukerji, K.C .1996. conception in mycorrhizal research .kluwer academic publisher, london, p.373.
Nadian, H .Smith, S.E.Alston, A.M .Murray, R.S .1996 .effect of soil compaction on plant growth, phosphours uptake and morphological characteristics of VAM colonization of trifolium subterraneum . 133 :303 -311.
Nichols, K.A .2008 .indirect contribution of AMF and soil aggregation to plant growth.177 -194.
Olson, R.A .and Sander, D.A .1988 .Corn production.In Corn and Corn Improvement .G .F .Sprague and J .W .Dudley)eds .(.Agron.Monograph 18 .Pp 639–678 .Am .Soc .Agron .Madison,Wisconsin.
Ortus, I .and Harris, P.J .1996 .Enhancement uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plant as influenced by forms of nitrogen .Plant and Soil .184 :225-264.
Pal, Y .Singler .A).1994.(status of soil sulfur and wheat of nitrogen and phosphorus.
Peng,S .Gassma,K.G .Viramin, S.S .Sheehy, J .and Khush G.S .1999 .yeild potential trends of tropical rice since the release of iran and the challge of increasing rice yeild potential .39 :1551 -1559.
Penik, C.F) .1997.(invention, relating to mixing phosphate sulfur .Untied Crop Sci .45:1238-1246.

Powell, J .Klironomos, J .2007. the ecology of plant -microbial mutualisms .257 -281.
Redecker, D .Raab, P .2004. phylogeny of the glomeromycota)AMF .(98)4 :(885 -895.
Rining, M.C .2004 .arbuscular mycorrhiza glomalin and soil aggregtion .84 :355 -363.
Rosa, M.C., Muchovej, J.J .and Alvarez, V.H .1989 .Temporal relations of phosphorus fractions in an Oxisola amended with rock phosphate and thiobacillus thiooxidans.Soil Soc, Soc .Am .J., 53 :1096 -1100.
Roussel, H .Tuinen, D.V .Franken, P .Gianinazzi, S.2001 .signalling between arbuscular mycorrhiza fungi and plant .plant and soil .232)1-2 :(13 -19.
Ruiz-Lozano, J.M .2003.Arbuscular mycorrhhizal symbiosis and alleviation ofosmoticstress,newperspectives for molecular studies.Mycorrhiza 1.
Rupela, O.P .and Taura, P .1973 .Isolation and characterization of Thiobacillus from alkaline soils.Soil Biology Biochemistry 5 :891– 897.
Salfullah, G.H .Munir hussaini, Z .Erik, M .Abdul, Gh .Chulam, M .Muhammads, S .and Tack, F.M.G .2010 .chemically enhancel phytoextraction of pb by wheat in texturally different soils . chemosphere, 79 :652 -658 .
Schubler, A .Schwarzott, D .Walker, C .2001 .a new fungi phylum, the glomeromycota phylogeny and evolution, mycological research .105)12 :(1413 -1421.
Seeram N.P.2008 .Berry fruits :compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease‖ J .Agric .Food Chem .56 :627–629

.

Siddiqui, Z.A .Pichtel, J .2008 .mycorrhiza .1 -35.
Sieverding, E .Oehl,F .2006 .revision of entrophosphora and description of kuklospora and intraspora, two new general in arbuscular mycorrhizal glomeromy .journal of applied botany and food quality.80 :69 -81.
Sing, A.L .and Chaudhari, V .1997 .sulfur and micronutrient of groundent in a calcureous soil .179 : 107 -114.
Smith, S.E .Read,D.J .1997 .mycorrhizal symbiosis academic press
Smith, S .and Read, D .2008.Mycorrhizal symbiosis .Academic Press,New York
Smith, F.A .Grace, F.J.Smith, S.E .2009 .more than a carbon economy, nutrient trade and ecologycal sustain abillity in facultative arbuscular mycorrhiza symbiosis .new phytologist.182:347-385 .
Strack, A.D .Rosenau, P .Stroder, A.C .Strasser, R.J .2001. parameter optimization of fast chelorophyll fluorecence induction model .mathmatics and computers in simulation.56 :443 -450.
Sharma, P.K .and Manohar, S.S .2002.Response of wheat)*Triticum aestivum* (to nitrogen and sulphur and their residual effect on succeeding peralmillet)*Pennisetum glaucum*.(Indian .J .Agron .47)4:(473-6.
Subramanian, K.S .and Charest, C .1997 .Nutritional, growth, and reproductive responses of maize *Zea mays* L (.to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasselling .Mycorrhiza . 7)1 :25-32.
Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D .and Havlin, J.L .1993 .Soil fertility and fertilizers.5th ed . Mcmillon Publishing co., New York.
Varma, A .and Hock, B .1998.Mycorhiza .Springer Verlag Belin,Heidelbery New York .pp . 704.
Vamerali, T .M .saccomani, S .Bona, G .Mosca, M .guarise and A .Ganis .2003 .A comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in tow maize hybrids plant soil 255-157-167.

Viera, A .Glenn,M .1990. DVA content of AVM spores mycology .82 :263 -267.
Wainwright, M .1984 .sulfur oxidation in soil .advance in agronomy .37 :349 -396.
Wwilliams, C.,and stenberg, A .1959 .soil sulphur fraction as chemical indices .astralian, journal of agricultural research .10 :342 -352 .

Effectof sulfur and Thiobacillus mycorrhiza on quantitative and qualitative (Allium Sativum)characteristicsof garlic

Abstract

This study examines the effects of mycorrhizal fungi, Thiobacillus bacteria and sulfur fertilizer on quantitative and qualitative properties of garlic in the field of agriculture and natural resources university of sari in 1390 in a randomized complete block design with three replications. In this study, each replication consists of 12 plots. Treatments include mycorrhizal inoculation) M, (Thiobacillus) T,(M+T75 g sulfur per hectare)75S,(75S +M, 75S +T, 75S +M +T, 150kg of sulfur perhectare) 150S,(150S +M, 150S +T, 150S +M +T .The results showed that the application of 150 kg of sulfur per hectare treated with Thiobacillus and mycorrhiza significantly affected on yield. Treatment combination of 75 and 150kg of sulfur perhectare with mycorrhiza, increased 31and 68 percentyield respectivelycompared to control. Inoculation with mycorrhizal fungi and 150 kg sulfur perhectare were significantly increased phosphorus percentage of soil. The results of thisstudy showed that Maximumroot colonization observed with mycorrhizal application, so that root colonization was observed about 70.% The results of this research revealed that the addition of sulfur and Thiobacillus bacteria increased soil sulfur about 122% compared to control. Thiobacillus and sulfur application led to a significant decrease in the percentage of root colonization. Inoculated with Thiobacillus bacteria associated with 75 and 150 kg of sulfur perhectare on plant height, dry yield of bulbs, number of clove, bulb diameter, chlorophyll a, carotenoids, essential oil yield, phosphorus and sulfur amounts of soils, dry weights of clove, root, stem, scape and leaf and also bulb fresh weight were statistically significant. Overall, these results suggest that aplication of sulfur and Thiobacillus bacteria and mycorrhizal inoculation had positive effect on growth, yield and quality characteristics of the garlic plants.

Keywords: sulfur, Mycorrhizae, Thiobacillus, garlic,allicin.

Shahrood University of

Department of Agriculture

Master's thesis

The effects of mycorrhiza and thiobacillusinoculatuon and sulfur application on(garlic)allium *sativum*growth.

Parvin Hejazi Rad

Supervisor

Dr. Ahmad Gholami

Faculty advisor

Dr. by Hemat ollah Pirdashti

dr. Arastoo Abbasian

July 2013