

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه کارشناسی ارشد

تاثیر کاربرد کود های زیستی و علف کش متری بیوزین بر رشد و عملکرد

گوجه فرنگی در رقابت با علف های هرز

مهرداد صفرپور

اساتید راهنما

دکتر حسن مکاریان

دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور

دکتر حمید رضا اصغری

مهندس حسن قربانی قوژدی

بهمن ۹۳

سر آغاز حمد و سپاس پروردگار کریم که یاری بخش این بنده حقیر بود

تقدیم به آنانکه وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر

پروردگار سبحان، تو را سپاس می گویم که همواره دست اعجاز و نوازش الطافت مرا در رسیدن به آرزوهایم یاری داده ندای درونم می گوید که همواره در تمام مراحل حیات که هدیه مسلم توست با توکل به تو خواهم توانست به قله های رفیع تر دانش صعود کنم.

از پدر و مادر عزیزم که همواره حامی و پشتیبانم بودند و زحمات فراوانی را متحمل شده اند کمال سپاسگزاری را دارم.

محضر اساتید راهنمای محترم، جناب آقای دکتر حسن مکاریان و جناب آقای دکتر منوچهرقلی پور که در طول دوران تحصیل در دانشگاه راهنمایم بودند، مراتب سپاس گزاری خود را تقدیم می دارم.

از اساتید مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر حمید رضا اصغری و جناب آقای مهندس حسن قربانی قوژدی به دلیل مشاوره های ارزنده آنها صمیمانه تشکر می کنم. در پایان از تمامی دوستانم انکه هر کدام به نحوی یار و یاور من بودند از جناب آقایان مهندس پودینه، فرخی، اکبرپور، سواری، آقابابایی، شیدایی، ونکی، کلوندی، جواد شافعی، یار محمدی و خانم یعقوبی کمال تشکر را دارم.

با تشکر

مهرداد صفرپور

بهمن ۹۳

تعهدنامه

اینجانب مهرداد صفرپور دانشجوی دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی، گرایش اگرواکولوژی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شاهرود نویسنده‌ی پایان‌نامه‌ی تاثیر کاربرد کود های زیستی و علف کش متری بیوزین بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی در رقابت با علف های هرز، تحت راهنمایی دکتر حسن مکاریان متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورداستفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه 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 شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه شاهرود» و یا «Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در بهدست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه‌ی اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه‌ی حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

به منظور بررسی کاربرد کودهای زیستی همراه با علف کش متری بیوزین و تاثیر آن بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی در رقابت با علف های هرز آزمایشی در تابستان ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل: T₁- وجین علف هرز، T₂- عدم وجین علف هرز، T₃- سودوموناس فلورسنس، T₄- ازتوباکتر کروکوکوم، T₅- علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆- علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₇- علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈- علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉- علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀- علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁- علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₂- علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₃- علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم بودند. علاوه بر اندازه گیری برخی صفات رشدی و عملکردی گوجه فرنگی، جمعیت باکتری های خاک نیز در تیمار های مختلف محاسبه شد. نتایج نشان داد تیمار کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکتر کروکوکوم و تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس فلورسنس به ترتیب سبب افزایش ۵۷/۸۹ و ۵۲/۶۳ درصدی جمعیت باکتریها در مقایسه با شاهد با علف هرز (بدون وجین) گردید. همچنین تیمارهای مذکور بترتیب منجر به افزایش ۴/۹۷ و ۱۹/۸۲ درصدی ارتفاع بوته، ۲۳/۵۵ و ۱۶/۶۶ درصدی تعداد کل میوه، ۳۳/۱۵ و ۳۶/۸۴ درصدی میوه رسیده نسبت به شاهد با علف هرز گردیدند. همچنین نتایج نشان داد بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ مربوط به تیمار سودوموناس فلورسنس بود که نسبت به تیمار عدم وجین علف هرز به میزان ۴۴/۷۳ درصد افزایش یافت. تیمارهای علف کش، به ویژه متری بیوزین ۱۵۰۰ گرم سبب کاهش شدید و معنی دار میانگین تعداد و وزن خشک علف های هرز در واحد سطح شدند. نتایج نشان داد تیمار کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکتر کروکوکوم و تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس فلورسنس به ترتیب سبب کاهش ۲۹/۲۵ و ۳۳/۶۹ درصدی وزن خشک علف هرز و ۲۹/۲۵ و ۳۳/۶۲ درصدی تعداد علف هرز نسبت به تیمار شاهد با علف هرز گردید. همچنین تیمارهای ازتوباکتر کروکوکوم و سودوموناس فلورسنس به تنهایی به ترتیب باعث کاهش ۴۳/۸۷ و ۴۷/۴۵ درصدی وزن خشک علف هرز و ۴۷/۸۶ و ۴۳/۸۶ درصدی تعداد علف هرز نسبت به شاهد با علف هرز گردیدند. براساس نتایج این آزمایش کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر کروکوکوم و سودوموناس فلورسنس به تنهایی و یا همراه با ۵۰۰ گرم علف کش متری بیوزین در هکتار می توانند باعث بهبود رشد و عملکرد گوجه فرنگی و کاهش تعداد و وزن خشک علف های هرز شوند.

کلمات کلیدی: ازتوباکتر کروکوکوم، سودوموناس، علف هرز، تجزیه زیستی، رشد گیاه

مقالات مستخرج از پایان نامه

تأثیر باکتری های محرک رشد بر محتوای آب نسبی (RWC) و کلروفیل برگ گوجه
فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mil) در حضور علفکش متری بیوزین (همایش های نوین
در کشاورزی و محیط زیست)

فهرست مطلب ها

عنوان

فصل اول: مقدمه.....	۱
فصل دوم : بررسی منابع	۵
۱-۲- گوجه فرنگی.....	۶
۱-۱-۲- تاریخچه گوجه فرنگی.....	۷
۲-۱-۲- نیازهای کودی گوجه فرنگی.....	۷
۳-۲- کود زیستی.....	۸
۱-۲-۲- تاریخچه کودهای زیستی.....	۹
۲-۲-۲- موارد استفاده و مراحل تولید کودهای بیولوژیک.....	۱۰
۳-۲-۲- انواع کودهای بیولوژیک.....	۱۱
۴-۲-۲- تاثیرات کودهای زیستی بر خاک.....	۱۲
۵-۲-۲- تغذیه تلفیقی گیاه.....	۱۲
۱-۳-۲- چگونگی تاثیر میکروارگانیسم ها در رشد گیاهان.....	۱۳
۲-۳-۲- انواع باکتری های افزاینده رشد گیاه.....	۱۳
۳-۳-۲- ازتوباکتر.....	۱۴

- ۴-۳-۲- سودوموناس..... ۱۴
- ۴-۲- تثبیت زیستی نیتروژن..... ۱۵
- ۴-۲-۱- تولید مواد تنظیم کننده ی رشد گیاه..... ۱۶
- ۴-۲-۲- کنترل بیولوژیکی بیماری ها و آفات..... ۱۷
- ۴-۲-۳- فراهمی عناصر غذایی..... ۱۷
- ۴-۲-۵- مقایسه کودهای زیستی با کودهای شیمیایی ۱۸
- ۴-۲-۵-۱ مطالعات انجام شده در مورد کودهای زیستی ۱۸
- ۴-۲-۶-۱- اهمیت کنترل علف های هرز در گوجه فرنگی..... ۲۳
- ۴-۲-۶-۲- علف کش های مورد استفاده برای پرورش گوجه فرنگی..... ۲۵
- ۴-۲-۷- علف کش متری بیوزین ۲۵
- ۴-۲-۷-۱- نحوه ی اثر بر گیاه..... ۲۶
- ۴-۲-۸-۲- پایداری متری بیوزین در خاک..... ۲۶
- ۴-۲-۹-۳- تجزیه متری بیوزین..... ۲۶
- ۴-۲-۱۰- رقابت گوجه فرنگی و علف های هرز..... ۲۸
- ۴-۲-۱۱- برهمکنش علف کش ها با ریزموجودات خاکزی..... ۲۹
- ۴-۲-۱۲- مزایای کشاورزی ارگانیک برای پایداری محیط زیست در مدت زمان طولانی..... ۳۲
- ۴-۲-۱۳- مدیریت تلفیقی علف های هرز..... ۳۲

فصل سوم: مواد و روش ها..... ۳۵

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش..... ۳۶

۳-۱-۱- مشخصات خاک مزرعه..... ۳۶

۳-۲- مشخصات طرح آزمایشی..... ۳۷

۳-۳- عملیات اجرایی..... ۳۷

۳-۳-۱- آماده سازی زمین و کاشت..... ۳۷

۳-۳-۲- اعمال تیمارها..... ۳۸

۳-۳-۳- آماده سازی نشاء و مرحله کاشت، داشت گوجه فرنگی و تلقیح با باکتری..... ۳۸

۳-۳-۴- نمونه برداری از صفات مربوط به گوجه فرنگی..... ۳۹

۳-۳-۵- طرز تهیه محیط کشت و کشت باکتری ها..... ۳۹

۳-۳-۶-۱- روش محاسبه تعداد کلنی..... ۴۰

۳-۳-۷-۲- تجزیه آماری داده..... ۴۰

۴- فصل چهارم: نتایج و بحث..... ۴۱

۴-۱- جمعیت باکتری ها..... ۴۲

۴-۲-۱- ارتفاع بوته..... ۴۵

۴-۲-۲- قطر ساقه اصلی..... ۴۷

۴-۲-۳- قطر ساقه فرعی..... ۵۰

- ۴-۲-۴- تعداد شاخه فرعی..... ۵۰
- ۴-۲-۵- وزن خشک برگ..... ۵۰
- ۴-۲-۶- وزن خشک ساقه..... ۵۳
- ۴-۳-۳- صفات فیزیولوژیک..... ۵۷
- ۴-۳-۱- کلروفیل..... ۵۷
- ۴-۳-۲- محتوای آب نسبی..... ۵۹
- ۴-۴- صفات مربوط به عملکرد..... ۶۱
- ۴-۴-۱- تعداد میوه نارس..... ۶۱
- ۴-۴-۲- تعداد میوه رسیده..... ۶۳
- ۴-۴-۳- تعداد کل میوه (شامل رسیده و نارس)..... ۶۶
- ۴-۴-۴- وزن میوه نارس..... ۶۹
- ۴-۴-۵- وزن میوه رسیده..... ۷۲
- ۴-۴-۵- تعداد و وزن خشک علف های هرز..... ۷۵
- ۴-۶- جمع بندی و نتایج..... ۷۹
- ۴-۷- توصیه و پیشنهادات..... ۷۹

فهرست جداول و اشکال

- شکل (۲-۲) - فرمول شیمیایی علف کش متری بیوزین..... ۲۶
- جدول (۱-۳) - خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش جدول ۳۶
- شکل (۱-۴) مقایسه میانگین تعداد کلنی باکتری در بین تیمارهای مختلف ۴۴
- شکل (۲-۴) تاثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع ساقه گوجه فرنگی ۴۷
- شکل (۳-۴) مقایسه قطر ساقه اصلی گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف ۴۹
- شکل (۴-۴) مقایسه وزن خشک برگ گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف ۵۳
- شکل (۵-۴) مقایسه وزن خشک ساقه گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف ۵۶
- شکل (۶-۴) مقایسه محتوای کلروفیل در بین تیمارهای مختلف..... ۵۸
- شکل (۷-۴) نمودار محتوای نسبی آب برگ گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای مختلف..... ۶۰
- شکل (۸-۴) مقایسه میانگین تعداد میوه نارس گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف..... ۶۳
- شکل (۹-۴) مقایسه میانگین تعداد میوه رسیده گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف..... ۶۶
- شکل (۱۰-۴) مقایسه میانگین تعداد کل میوه گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف ۶۹
- شکل (۱۱-۴) مقایسه میانگین وزن کل میوه نارس گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف ۷۱
- شکل (۱۲-۴) مقایسه میانگین وزن میوه رسیده گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف ۷۴
- شکل (۱۳-۴) مقایسه میانگین تعداد علف های هرز در بین تیمارهای مختلف..... ۷۷
- شکل (۱۴-۴) مقایسه میانگین وزن خشک علف های هرز در بین تیمارهای مختلف..... ۷۸

جدول (۱-۴) میانگین مربعات صفات مرفولوژیک گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای مختلف.....۸۲

جدول (۲-۴) میانگین مربعات کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای

مختلف.....۸۲

جدول (۳-۴) مقایسه میانگین برخی صفات عملکردی در تیمارهای مختلف.....۸۲

جدول (۴-۴) میانگین مربعات سایر صفات عملکردی گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی.....۸۳

جدول (۵-۴) مقایسه میانگین تعداد و وزن علف های هرز در تیمارهای مختلف.....۸۳

جدول (۶-۴) تجزیه واریانس وزن خشک و تعداد علف هرز.....۸۳

جدول (۷-۴) میانگین مربعات جمعیت باکتری ه تحت تیمار آزمایشی.....۸۴

فصل اول

مقدمه

امروزه تجمع مواد سمی در غذا، آب، زمین و هوا یکی از بحث‌های روز و خطرناک برای سلامتی محیط زیست و بشر است. بر اساس گزارشات آماری از سراسر جهان تعداد مسمومیت‌ها و مرگ و میر با آلاینده‌های محیطی بیشتر از بیست هزار مورد بیان شده است (شوستر و همکاران، ۲۰۰۷).

علی‌رغم برخی مشکلات زیست محیطی که برای علف‌کش‌ها ذکر شده است، این ترکیبات هنوز هم به عنوان یکی از اجزا مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. در طی سال‌های گذشته همواره سهم فروش علف‌کش‌ها از کل سموم آفت‌کش فروخته شده در دنیا بیشتر بوده است (زند و همکاران، ۱۳۸۲).

با وجود تمام مزیت‌های اقتصادی و کارا بودن علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز، آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کاربرد غیر اصولی و بی‌رویه آنها از مهم‌ترین چالش‌های کشاورزی امروزه بوده که منجر به تجدید نظر در ارتباط با روش‌های مدیریت علف‌های هرز شده است.

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات مهم کشاورزی است که سالانه حدود ۱۵۰ هزار هکتار از اراضی زراعی کشور به زیر کشت آن می‌رود. یکی از مشکلات بزرگ در زمینه کشت گوجه‌فرنگی مسئله وجود علف‌های هرز است که معمولاً یکی از پرهزینه‌ترین عملیات داشت در کشت این گیاه می‌باشد. هر ساله علف‌های هرز بسیاری اعم از پهن‌برگ‌ها و باریک‌برگ‌ها باعث خسارت و کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی می‌شود (موسوی، ۱۳۸۷).

هر چند برای کنترل علف‌های هرز از روش‌های مختلف مکانیکی، شیمیایی یا تلفیقی استفاده می‌شود، اما به طور کلی حتی الامکان باید در کنترل علف‌های هرز از کاربردی‌ترین روش استفاده نمود تا ضمن جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه علف‌کش‌ها بتوان شرایط محیط زیست را به نفع گیاه زراعی تغییر داد (قشم و کافی، ۱۳۴۸).

در دهه های اخیر، تولید محصولات کشاورزی عمدتاً متکی بر مصرف نهاده های شیمیایی بوده که این امر منجر به بروز مشکلات زیست محیطی شده است. یکی از راههای رفع این مشکل، اعمال راهکارهایی مبتنی بر استفاده از اصول دراز مدت کشاورزی اکولوژیک در بوم نظام های زراعی می باشد. در همین راستا بمنظور افزایش حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاهان در کشاورزی اکولوژیک، استفاده از کودهای بیولوژیکی مطرح می باشد (وو و همکاران، ۲۰۰۵). پژوهشگران گزارش کرده اند که کودهای زیستی با افزایش حلالیت عناصر غذایی (مانند گونه های تیوباسیلوس)، تثبیت عناصری مانند ازت (رایزوبیوم) و تجزیه مواد موجود در خاک و حتی تجزیه بقایای علف کش ها (مانند باکتری های جنس سودوموناس) سبب تأمین عناصر مورد نیاز گیاه زراعی و بهبود رشد آن می شوند و از این طریق قدرت رقابت گیاه زراعی را با علف های هرز افزایش می دهند. (گان و همکاران، ۱۹۹۶).

راشد محصل و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کرده اند که استفاده از کود زیستی سودوموناس در تلفیق با کاربرد علف کش آترازین باعث افزایش اجزای عملکرد سیب زمینی و کاهش زیست توده علف های هرز گردید، به طوریکه عملکرد سیب زمینی در این پژوهش ۱۰ درصد بیشتر از تیمار کاربرد علف کش به تنهایی بود.

در مطالعه دیگری نتایج مطالعه شاهرونا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که باکتری های سودوموناس وزن خشک ذرت را در شرایط گلخانه ای ۲۲/۵ درصد افزایش داد. زاید و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که این باکتری های محرک رشد علاوه بر توانایی تثبیت نیتروژن به تولید مواد گوناگون محرک رشد نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین و نیز ویتامین ها کمک می کنند. میرزا و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که کاربرد کودهای زیستی به غیر از تثبیت نیتروژن، موجب تولید اکسین شده که این امر تارهای کشنده و بنابراین جذب مواد غذایی را افزایش داده و تولید ماده خشک گیاه را بهبود می بخشد.

براساس نتایج ولی الله پور و همکاران (۱۳۸۸) مصرف ریزمغذی ها با علف کش بروموکسینیل باعث کاهش وزن خشک خردل وحشی درگندم و افزایش وزن خشک گندم شد. براساس نتایج تلاوت و همکاران (۱۳۸۹) اثر متقابل باکتری ازتوباکترکروکوکوم و علف کش بر عملکرد و ماده خشک گندم در رقابت با یولاف وحشی معنی دار بود. و توانست وضعیت رقابتی گندم با علف هرز یولاف وحشی بهبود بخشد.

با توجه به تاثیر مثبت باکتری های محرک رشد بر بهبود رشد و عملکرد گیاهان مختلف، به نظر می رسد کاربرد این باکتری ها در گوجه فرنگی نیز باعث افزایش قابلیت رقابت این گیاه با علف های هرز شود. از طرفی کاربرد علف کش متری بیوزین در خاک نیز ممکن است روی فعالیت این باکتری ها تاثیر گذار باشد و کارایی آنها را کاهش دهد. لذا این مطالعه با هدف بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی در شرایط کاربرد علف کش متری بیوزین انجام شد.

فصل

دوم

بررسی

منابع

۱-۲- گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Miller)

گوجه‌فرنگی متعلق به خانواده سولاناسه با بیش از ۳۰۰۰ گونه از دنیای قدیم و جدید که محل تنوع آن پرو و در مکزیک اهلی شده است. گیاهی است بوته‌ای با ارتفاعی حدود یک متر، در مناطق گرمسیری گیاهی چندساله و در مناطق معتدله گیاهی یکساله با فصل رشدی در حدود ۵ ماه می‌باشد. گل‌های گوجه‌فرنگی دوجنسه و گرده افشانی آن بصورت خودگشن (اتوگام) می‌باشد و در واقع گیاهی کلیستوگام (گرده افشانی قبل از باز شدن گل‌ها و در حالت غنچه) محسوب می‌شود. در انواع پابلند آن ساقه‌ی آن ابتدا ایستاده بعد به صورت خزنده در می‌آید. بر اثر تماس با خاک تولید ریشه‌های نابه‌جا می‌کند. برگ‌های مرکب و ساقه نوجوان آن پوشیده از کرک‌های ریز و سفید می‌باشد. ساقه آن در ابتدا که گیاه جوان است سبز رنگ، کرکدار، گرد و خیلی شکننده است و به علت داشتن کیسه‌های ترشحی بوی گوجه‌فرنگی به خوبی استشمام می‌شود. ولی با افزایش عمر آن رنگ آن تغییر کرده، بدون کرک می‌شود و ساقه آن نیز زاویه دار و خشن می‌گردد. برگ گوجه‌فرنگی مرکب است که به صورت متناوب روی ساقه قرار دارد. گل‌های آن کامل است و به صورت خوشه‌ای روی ساقه، بین دو گره قرار می‌گیرند. هر خوشه گل بین ۴ تا ۸ عدد گل دارد. تعداد خوشه‌های گل آن بسته به رقم گوجه‌فرنگی بین ۴ تا ۱۰۰ متغیر است. گوجه‌فرنگی یک گیاه خودگشن است. در بعضی شرایط ممکن است میوه به طریق بکرزایی بوجود آید (مظفریان، ۱۳۷۵).

۱-۱-۲- تاریخچه گوجه‌فرنگی

به طور ذاتی گوجه‌فرنگی گیاهی نیمه گرمسیری است که اولین بار توسط مهاجرین اسپانیایی از آمریکا به اروپا برده و در اواخر قرن هجدهم به عنوان گیاه خوراکی شناخته شد.

۲-۱-۲- تولید گوجه‌فرنگی در ایران و جهان

در سال ۲۰۰۸ حدود ۱۳۰ میلیون تن گوجه‌فرنگی در جهان تولید شد. چین با یک‌چهارم تولیدات جهانی (که بیش‌تر آن در بازار داخلی آن مصرف می‌شود)، و به دنبال آن ایالات متحده آمریکا، ترکیه، هند، ایتالیا، مصر و ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده گوجه‌فرنگی در این سال بودند طبق آمار فائو تولید جهانی گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۰۷ به ۱۲۶/۲ میلیون تن در مساحت ۴/۶۳ میلیون هکتار بوده است، به‌عبارتی بازدهی متوسط برابر ۲۷/۳ تن در هکتار داشته است. لازم به ذکر است که تولیدات غیرتجاری (شخصی و خانوادگی) در این آمار به حساب نیامده است. طبق اطلاعات فائو گوجه‌فرنگی در ۱۷۰ کشور دنیا با آب‌وهوای مختلف کشت می‌شود. پس از سیب‌زمینی و سیب‌زمینی شیرین، گوجه‌فرنگی بیش‌ترین حجم تولید تره‌بار جهانی را دارد و در فهرست بالاتر از هندوانه و کلم قرار می‌گیرد (فائو، ۲۰۱۲). ایران در سال ۱۳۹۰ با تولید حدود ۶ تا ۷ میلیون تن گوجه‌فرنگی در سال، هفتمین کشور تولید کننده جهان است (فائو، ۲۰۱۲).

۲-۱-۳- نیازهای کودی گوجه‌فرنگی

زمین گوجه‌فرنگی باید از نظر مواد غذایی و مواد آلی غنی باشد. مقدار کود دامی که به زمین گوجه‌فرنگی داده می‌شود، به حاصلخیزی خاک، نوع زمین، محصول قبلی، میزان کود داده شده برای کشت قبلی، مواد آلی خاک، رطوبت خاک، فصل کشت، رقم گوجه‌فرنگی و شاید روش کاشت بستگی دارد (دانشور، ۱۳۷۹). برای این منظور مقدار ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده مناسب است. کود دامی در هر موقع که به زمین داده می‌شود، باید حتماً با شخم به زیر خاک برده شود. استفاده از کودهای شیمیایی کامل در افزایش میزان محصول آن نقش عمده‌ای دارد. البته میزان کود ازت و فسفر باید بیشتر از پتاسیم آن باشد. مقدار ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم ازت در چند مرحله و ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم فسفر و در صورت نیاز ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم توصیه می‌شود. از عناصر دیگری که در

میزان محصول گوجه‌فرنگی تأثیر بسیار خوبی دارد، عنصر گوگرد است. سولفات آمونیوم از جمله کودهای شیمیایی است که در مزرعه‌ی گوجه‌فرنگی به صورت کود سرک مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از این کود توصیه می‌شود. کودهای شیمیایی که به صورت سرک داده می‌شود (کودهای ازته) در طول دوره‌ی رشد برای تداوم رشد گیاه ضروری است. عنصر ازت در رشد اولیه گیاه و تشکیل بوته قوی و عنصر فسفر در رشد ریشه و رسیدن میوه تأثیر بسزایی خواهند داشت. ناگفته نماند که می‌توانیم از کودهای سبز (تیره بقولات) برای تقویت زمین استفاده کنیم (دانشور، ۱۳۷۹).

۲-۳- کود زیستی

اصطلاح کودهای آلی به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق می‌شود و کودهای زیستی (بیولوژیک) ماده‌ای (جامد، نیمه جامد یا مایع) حاوی ریز جانداران با فرآورده‌های آنها هستند که در ارتباط با تثبیت نیتروژن یا فراهمی فسفر، گوگرد و سایر عناصر بویژه ریزمغذی‌ها در خاک فعالیت می‌کنند و در صورت مصرف از طریق تلقیح بذر، سطح گیاه یا خاک در ناحیه اطراف ریشه یا درون گیاه تشکیل کلونی داده و با افزایش تأمین یا فراهمی عناصر غذایی موجب افزایش رشد و نمو گیاه میزبان می‌گردد (وسی، ۲۰۰۳). برای مبنا کودهای زیستی عمدتاً شامل باکتری‌های محیط ریشه، تثبیت کننده زیستی نیتروژن مولکولی، همزیست، آزادزی و همیار، باکتری-ها و قارچ‌های حل کننده فسفات، قارچ‌ها و باکتری‌های حل کننده سیلیکات، باکتری‌ها و قارچ‌های اکسیدکننده گوگرد، قارچ‌های میکوریزایی، غیره و مواد حاصل از فعالیت آنها می‌باشند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین به طور کلی کودهای بیولوژیک به مجموعه مواد نگهدارنده با مقدار زیاد از یک یا چند ریز جاندار مفید خاکزی و یا فرآورده‌های متابولیک آنها که بیشتر به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب خاک برای رشد و نمو آن و به صورت مایه تلقیح زنده برای مصرف در خاک و همراه با بذر تولید می‌شوند اطلاق می‌گردد (شارما، ۲۰۰۳).

براساس تعریف ارائه شده برای کودهای زیستی و این کودها به واسطه داشتن موجودات زنده، از کودهای آلی که مواد آلی غیر زنده حاصل از جانداران (کودهای آلی) و گیاهان (کود سبز) می‌باشند متمایز می‌شوند (بانرجی و همکاران، ۲۰۰۶). مزایای حاصل از کاربرد این کودها در بوم نظام‌هایی که پیچیدگی و پایداری جامعه زیستی آنها در اثر کاربرد نابهنجار نهاده‌های از قبیل کودها و سموم شیمیایی با هدف کنترل آفات و به حداکثر رساندن عملکرد و محصول به شدت دستخوش تزلزل گردیده از طریق بهینه‌سازی و افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، کودهای آلی، شیمیایی، کنترل زیستی آفات و بیماری‌ها می‌باشند (استورتز و کریستی، ۲۰۰۳).

۲-۱- تاریخچه کودهای زیستی

نخستین کود میکروبی با نام تجاری نیتراژین (حاوی باکتری ریزوبیوم) یک قرن پیش (۱۸۹۵) برای فروش عرضه شد و متعاقب آن مراکز متعددی کار تولید گونه‌های مختله ریزوبیوم و برخی باکتری‌های دیگر (ازتوباکتر و فسفوباکتری‌ها و ...) را آغاز کردند ولی این فعالیت‌ها به دلیل تقارن آنها با شروع تولید کودهای شیمیایی، دوامی نیافتند. ورود این رقیب نیرومند، عرصه بازارهای مصرف، به دلیل جاذبه‌های همراه‌کننده‌ای چون بهای ارزان، کاربرد سهل و آسان و بویژه درآمدهای کاذب کوتاه مدت (بدون توجه به استهلاک سرمایه اصلی یعنی خاک و مواد آلی آن) چند دهه وقفه را به تولید کودهای بیولوژیک تحمیل نمود. با اوج‌گیری بهای نفت و مواد سوختی در اوایل دهه ۱۹۷۰ که افزایش بهای کودهای شیمیایی را در پی داشت، مسئله اقتصادی نبودن مصرف این کودها برای محصولات کشاورزی ارزان قیمت و لزوم استفاده از جایگزین‌های مناسب‌تر، مطرح گردید (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱).

این سرآغاز تحولی بود که استحکام پایه‌های آن را باید مدیون دانشمندانی باشیم که طی این سال‌ها، با طرح مسائل اساسی‌تری چون لزوم صرفه‌جویی در مصرف غیر اصولی این کودها بر کیفیت

خاک، محصولات زراعی و سایر عوارض زیست محیطی آنها، زمینه‌های مناسب برای آغاز چنین تحولی را فراهم آورده بودند. سال‌های مقارن با اوج بهای نفت خام (۱۹۷۳-۷۴) را زمان تجدید حیات تحقیقات در زمینه تولید مجدد کودهای بیولوژیک، شناخته‌اند (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

۲-۲-۲- موارد استفاده و مراحل تولید کودهای زیستی

به طور معمول، ارگانیسیم‌های مورد استفاده برای تولید کودهای بیولوژیک، از خاک منشا می‌گیرند و در اغلب خاک‌ها حضور فعال دارند. معه‌ذا در بسیاری از موارد، کمیت و کیفیت آنها در حد مطلوب نیست و به همین دلیل استفاده از مایه تلقیح آنها، ضرورت پیدا می‌کند. در این قبیل کودهای میکروبی، تراکم جمعیت سلول در حدی است که می‌توان تا بیش از یک میلیون سلول زنده را برای هر دامنه تلقیح شده با آن، فراهم کند در حالی که به طور طبیعی چنین تعدادی به خصوص در حوزه فعالیت سیستم ریشه‌ای گیاه، حضور ندارند. عوامل زیر می‌توانند موجب تشدید کمبود یا دلیل نبود ارگانیسیم مورد نظر، در خاک‌های یک منطقه باشند:

تنش‌های محیطی بلند مدت خشکی، غرقاب، حرارت زیاد و یخبندان

استفاده زیاد و مکرر از سموم شیمیایی به منظور مبارزه با بیماری‌ها و آفت‌های گیاهی

در مورد انواع همزیست با گیاهان، عدم حضور گیاه میزبان مناسب به مدت طولانی و یا وارد کردن گونه یا واریته خاصی از یک گیاه غیر بومی (ملکوتی، م. ۱۳۷۸).

علاوه بر مسائل کمی تفاوت‌های کیفی نیز به شدت مطرح هستند. استعداد بالقوه افراد یک گونه برای انجام یک فرآیند بیولوژیک خاص و یا برای مقابله با تنش‌های محیطی بسیار متفاوت است و به طور طبیعی در هر خاک طیف وسیعی از سویه‌های مختلف یک گونه از ضعیف و کم تا تاثیر تا مقاوم و کاملاً موثر حضور دارند. به همین دلیل، اولین مرحله تولید هر مایه تلقیح، جمع‌آوری و بررسی سویه-

های مختلف، به منظور انتخاب انواعی است که بالاترین پتانسیل را از نظر انجام فرآیند موردنظر و در ضمن بهترین توان تحمل را به شرایط اقلیم و خاک محل مورد استفاده و همین طور بیشترین سازگاری را با گونه و واریته گیاه زیر کشت در آن منطقه داشته باشند (آستارایی و کوچکی، ۱۳۷۵).

۲-۳-۲- انواع کودهای زیستی

رایج‌ترین این کودها، با استفاده از ارگانیسم‌های مربوط به گروه‌های زیر تهیه می‌شوند:

باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت مولکولی، قارچ‌های میکوریزی باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)، میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات‌های نامحلول، میکروارگانیسم‌های تبدیل‌کننده مواد آلی زائد به کمپوست، کرم‌های خاکی تولیدکننده ورمی کمپوست (ملکوتی و غیبی، ۱۳۸۳).

بعضی از ریزجانداران موجود در ریزوسفر با مکانیزم‌های مختلفی باعث تغییرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک در گیاه گشته و مجموعه این تغییرات بر رشد گیاه، تغذیه و سلامت گیاه اثر مثبت می‌گذارد. این دسته از ریزجانداران تحت عنوان کلی باکتری‌های محرک رشد گیاه^۱ PGPR نامیده می‌شوند. ابتدا در سال ۱۹۷۸ توسط کلوبر و اسکروت وضع گردید و امروزه اصطلاح PGPR در معنای وسیع‌تری به کار رفته و برای برخی دیگر از باکتری‌های فعال ریزوسفری که تاثیر مشخصی در افزایش رشد گیاه نشان داده اند، مانند آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، فسفوباکتری‌ها و غیره نیز بکار می‌رود. ازتوباکترها، استوباکتر، باسیلوس، سودوموناس، انتروباکتر و ریزوبیوم از جنس‌های معروف و شناخته شده باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

^۱ Plant Growth Promoting Rhizobacteria

۲-۲-۴- تاثیرات کودهای زیستی بر خاک

کودهای زیستی بخصوص در کشت‌های فشرده و خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی، ضرورتی اجتناب ناپذیر برای حفظ ارزش کیفی خاک است. در حالیکه مصرف غیر اصولی و بلند مدت کودهای شیمیایی نتیجه‌ای جز تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، بهم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های زیست محیطی در پی نخواهد داشت (صالح راستین، ۲۰۰۵).

از راه‌های رسیدن به پایداری تولید در مزارع، تقویت و استفاده از پتانسیل‌های زیستی است. میکروارگانیسم‌های خاک نقش مهمی در افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر نامحلول دارند. امروزه بسیاری از میکروارگانیسم‌ها با توانایی بالای حل‌کنندگی فسفر در تولید گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سیستم‌های خاکورزی کاهش یافته به دلیل افزایش مواد آلی خاک، بر هم‌زدن کمتر خاک، و حفظ رطوبت بیشتر در خاک می‌تواند میزان فعالیت‌های زیستی و جمعیت‌های ریزجانداران خاک را افزایش دهد. هر چند پاسخ خاک به سیستم‌های خاکورزی کاهش یافته منوط به یک دوران گذر است (سیمونس و کولمان، ۲۰۰۸).

۲-۴-۵- تغذیه تلفیقی گیاه

در کشاورزی ارگانیک برای دستیابی به حداکثر حاصلخیزی خاک، بیشتر بر کودهای زیستی، تناوب زراعی، بقایای گیاهی، کودهای حیوانی، گیاهان بقولات، کود سبز و بقایای آلی خارج از مزرعه تاکید می‌شود (اورهان و همکاران، ۲۰۰۶). از آنجایی که رسیدن به کشاورزی ارگانیک به مرور زمان قابل دسترسی می‌باشد، در نتیجه در نظر گرفتن یک دوره گذار از کشاورزی متداول به ارگانیک به نام کشاورزی تلفیقی اجتناب ناپذیر است. به طور کلی کاربرد مدیریت تغذیه تلفیقی از روش‌های مؤثر برای بهبود تولید گیاهان زراعی از جنبه کیفی و کمی می‌باشد که با کاهش مصرف کودهای شیمیایی،

موجبات امنیت و پایداری محیط زیست فراهم می‌شود (اکبری، ۱۳۸۷). به عبارتی کشاورزی تلفیقی میزان عناصر مورد نیاز گیاهان را مانند کشاورزی متداول برای گیاه فراهم نموده و تولید را در حد بالاتری حفظ کرده و از طرفی سبب ارتقاء کیفیت منابع می‌گردد (داده‌یچ و همکاران، ۲۰۰۱).

۲-۳-۱- چگونگی تاثیر میکروارگانیسم‌ها در رشد گیاهان

ساز و کارهای متعددی برای توضیح چگونگی تأثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد بر رشد و نمو گیاهان شناخته شده است. به طور کلی این ساز و کارها را می‌توان به دو گروه مستقیم و غیر مستقیم تقسیم نمود. این باکتری‌ها با تولید متابولیت‌هایی نظیر مواد تنظیم کننده رشد یا انواع ویتامین‌ها و نیز بهبود فراهمی عناصر غذایی به طور مستقیم سبب افزایش رشد و نمو می‌گردند یا از طریق تولید سیدروفورها و سیانید هیدروژن فعالیت بیمارگرهای گیاهی یا سایر ریزجانداران خاکزی را کاهش می‌دهد، به طور غیر مستقیم اثر افزایش‌دهندگی بر رشد و نمو گیاه دارند (حمیدی، ۱۳۸۵).

۲-۳-۲- انواع باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه

گروهی از باکتری‌های مفید خاکزی که سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند تحت عنوان باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) هستند و از جمله مهم‌ترین انواع کودهای زیستی محسوب می‌شوند (قلوند و همکاران، ۱۳۸۵). در حال حاضر به صورت یکی از مهم‌ترین انواع کودهای بیولوژیک به کار برده می‌شوند. باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه شامل باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، محلول کننده ی فسفر، پتاسیم، گوگرد و سیلیکات می‌باشند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). برخی از مهم‌ترین این باکتری‌ها عبارتند از آزسپیریلوم، ازتوباکتر، باکتری‌های جنس سودوموناس، انتروباکتر و نیز سایر باکتری‌های سطح ریشه می‌باشند (وسی، ۲۰۰۳).

۲-۳-۳- ازتوباکتر

ازتوباکتر یک باکتری آزادی تثبیت کننده‌ی نیتروژن هوا است. مقدار تثبیت نیتروژن بوسیله‌ی این باکتری ۲۰-۴۰ کیلوگرم در هکتار در سال است که بدلیل هتروتروف بودن، برای تثبیت نیتروژن نیاز به وجود مقدار زیادی ماده‌ی آلی دارد لذا برای تامین کربن آن نیاز است که خاک دارای مواد آلی بالایی باشد. برای این منظور استفاده توام ازتوباکتر و کود دامی در خاک های ایران که اکثراً دارای مواد آلی کم هستند، توصیه می‌شود. ازتوباکتر با بسیاری از میکروارگانیسم‌های خاک روابط آنتاگونیستی دارد از جمله می‌توان به کنترل رشد انواعی از قارچ‌های بیماری‌زا به وسیله ازتوباکتر اشاره کرد (خسروی، ۱۳۷۶؛ استراسیل و وورلیسک، ۲۰۰۲). ازتوباکترها به دلیل فراوانی و وسعت انتشار بیش از سایر انواع تثبیت‌کننده‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند و در خاک‌های مناطق معتدله نیز بیشترین اهمیت را دارند (دارت و دی، ۱۹۷۵). ازتوباکتر کروکوکوم به عنوان مایه تلقیح بذر نه تنها در تثبیت نیتروژن بلکه بر سایر خصوصیات از قبیل تولید هورمون‌های رشد، مواد ضد قارچی، سیدروفور و اثر حل‌کنندگی فسفات نیز مؤثر است. این مجموعه بررسی‌های انجام شده بیانگر آن است که کارایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سوبه‌های ازتوباکتر کروکوکوم علاوه بر فیزیولوژی باکتری، به نوع گونه گیاهی و شرایط محیطی نیز وابسته است (نارولا و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۳-۴- سودوموناس

باکتری‌های جنس سودوموناس از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه به شمار می‌روند. باکتری‌های سودوموناس هوازی و میله‌ای شکل هستند (وازکوئس و همکاران، ۲۰۰۲). سودوموناس و بالاخص سودوموناس فلورسنس از مهم‌ترین ارگانیسم‌های ریزوسفری به شمار رفته و اثرات مثبت ناشی از تلقیح آنها بر رشد به اثبات رسیده است. بسیاری از این باکتری‌ها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، آزاد شدن فسفر را از ترکیبات آلی فسفردار موجب می‌شوند. باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفات

نه تنها رهاسازی فسفر، بلکه تولید مواد بیولوژیک دیگر از جمله هورمون‌های رشد مثل اکسین و جیبرلیک‌اسید و همچنین ویتامین‌ها را موجب می‌شوند. این مواد با انحلال فسفات همبستگی مثبت دارند (صالح راستین، ۲۰۰۱). باکتری‌های سودوموناس که از سلسله پرتوباکترها و متعلق به خانواده بزرگ سودومونادآسه می‌باشند و بعضی از گونه‌های آن به عنوان پالاینده‌های زیستی قادر هستند که آلاینده‌های شیمیایی از جمله آفت‌کش‌ها را در محیط زیست تجزیه کنند. از مهم‌ترین گونه‌های آن، می‌توان به گونه‌های پوتیدا، فلورسنس، آرژینوزا اشاره کرد (لوهورت و بترتین، ۱۹۸۸). به طور کلی افزایش تعداد و تنوع میکروارگانیسم‌ها و اثرات متقابل جوامع میکروبی باعث افزایش تعداد و تنوع اسید های آلی مؤثر در فرایند انحلال فسفات‌های نامحلول می‌شود (شارما، ۲۰۰۲).

باکتری‌های سودوموناس پتانسیل قابل توجهی در بهبود کارایی جذب فسفر از خود نشان داده و به علت وسعت انتشار، تنوع گونه‌ای و مقاوم بودن برخی از گونه‌های آن به تنش‌های محیطی توانسته‌اند به عنوان کود زیستی مناسب از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردند (کیم و هکاران، ۱۹۸۹).

۲-۴- تثبیت زیستی نیتروژن

نیتروژن عنصر غذایی کلیدی برای تولید گیاهان زراعی محسوب می‌گردد. خاک‌های زراعی مقادیر قابل ملاحظه‌ای از نیتروژن خود را سالانه در اثر آبشویی از دست می‌دهند که سبب می‌گردد تا میزان نیتروژن کل در دسترس برای رشد گیاهان به شدت کاهش یابد (بیل و هریج، ۱۹۹۰). پدیده‌ی دی-آزوتروپی یا توان تغذیه از نیتروژن مولکولی (N_2) به عنوان تنها منبع نیتروژن، کار بسیار ارزشمند گروه خاصی از باکتری‌های خاکزی است که همه اکوسیستم‌های طبیعی دست نخورده، تعادل نیتروژنی خود را مرهون چنین موهبتی هستند. برآورد رقمی حدود ۱۷۵ میلیون تن نیتروژن در سال برای مقدار کل تثبیت بیولوژیک در سطح جهانی، نشانگر برتری فعالیت دی‌آزوتروف‌ها در مقایسه با

توان تولیدی کارخانه‌های شیمیایی است (بیبِل کراسول، ۱۹۹۲؛ بوستگات، ۱۹۷۸). دی‌آزوتروف‌ها بر اساس وابستگی به گیاهان به منظور تأمین کربن و انرژی برای تثبیت به سه گروه آزادزی، همیار و همزیست تفکیک شده‌اند.

الف- آزادزی: این موجودات کربن و انرژی لازم برای انجام فرایند تثبیت نیتروژن را به صورت مستقل یعنی بدون همکاری یک گیاه میزبان و بیشتر از روش هتروتروفی و یا فتوترونی فراهم می‌کنند که مهمترین باکتری این گروه ازتوباکتر است (ملکوتی، ۱۳۸۰).

ب- همیار: این حالت، نوعی همزیستی باکتری‌های دی‌آزوتروف با گیاهان است که به صورت تماس فیزیکی و همزیستی با هم و بدون تشکیل اندام ساختمانی خاصی برای محدود کردن مکان همزیستی صورت می‌گیرد که از جمله باکتری‌های این گروه می‌توان به آزوسپیریلیوم اشاره کرد.

ج- همزیست: مهمترین سیستم‌های همزیستی دی‌آزوتروف‌ها با گیاهان که بخش اصلی تثبیت بیولوژیک نیتروژن را بر عهده دارند عبارتند از همزیستی ریزوبیوم‌ها با لگومینوزها، همزیستی‌های اکتینوریزی، همزیستی آنابنا-آزولا.

۲-۴-۱- تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه

مواد تنظیم کننده‌ی رشد گیاه ترکیبات زیستی هستند که فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه را در غلظت‌های اندک تحت تأثیر قرار می‌دهند (ویوانسی و فلورنس، ۲۰۰۰). تولید مواد تنظیم کننده رشد توسط باکتری‌های افزاینده رشد گیاه یکی از مهمترین ساز و کارهای پیشنهاد شده برای توضیح فعالیت و تأثیر این باکتری‌ها بر رشد و نمو گیاهان می‌باشد (ارشد و فرانکن برگر، ۱۹۹۱). ترکیباتی با ساختمان هورمونی، از مهمترین این مواد هستند که از جمله می‌توان به گروه اکسین‌ها اشاره کرد (ملکوتی، ۱۳۸۰). مطالعات بسیاری افزایش رشد و نمو گیاهان در پاسخ به تلقیح بذر یا ریشه با مایه تلقیحی باکتری‌های تولید کننده مواد تنظیم کننده رشد گیاه را نشان داده‌اند و بسیاری از این

مطالعات وجود رابطه‌ی قوی بین تولید مواد تنظیم کننده رشد در شرایط آزمایشگاهی بوسیله باکتری‌های افزاینده رشد و اثر افزایش‌دهی تلقیح با این باکتری‌ها را در گیاهان مختلف مشخص ساخته‌اند (هیرش و همکاران، ۱۹۹۷).

۲-۴-۲- کنترل بیولوژیکی بیماری‌ها و آفات

آفات و بیماری‌های گیاهی یکی از مهمترین عواملی هستند که بروز آنها سبب کاهش کمی و کیفی محصول و عملکرد می‌گردد. در سال‌های اخیر بکارگیری باکتری‌های افزاینده رشد گیاه که دارای توانایی مهار زیستی انواع مختلف بیماری‌های گیاهان زراعی می‌باشند، بصورت یکی از مفیدترین روش‌های مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی در راستای مدیریت پایدار بوم نظام‌های زراعی در آمده است (قلوند و همکاران، ۱۳۸۵).

این توانایی باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از طریق تولید انواع آنتی‌بیوتیک، ضد قارچ و سیدروفور اعمال می‌شود. سیدروفورها مواد آلی پیچیده‌ای هستند که آهن خاک را به صورت کلات در آورده و آنرا از دسترس قارچ‌های بیماری‌زایی چون پی‌تیوم و فوزاریوم خارج ساخته و به این ترتیب بیماری‌های گیاهی را کنترل می‌کنند.

۲-۴-۳- فراهمی عناصر غذایی

این باکتری‌ها با تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها، تثبیت نیتروژن و رهاسازی آن در مراحل حساس رشدی گیاه و تسهیل جذب عناصر از خاک، رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (غریب و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از کودهای زیستی ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی به تولید محصولاتی با کیفیت بالا کمک می‌کنند (محفوظ و شرف الدین، ۲۰۰۷). افزایش عملکرد غلات به وسیله تلقیح با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در بسیاری از آزمایش‌ها گزارش شده است.

۲-۵- مقایسه کودهای زیستی با کودهای شیمیایی

در اکثر نقاط دنیا از جمله ایران مصرف افراطی کودهای شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا در محصولات زراعی و میزان کمبود منابع خصوصاً فسفر باعث افزایش هزینه‌های تولید همراه با تخریب منابع خاکی، آبی و زیستی شده است. جدی بودن تخریب محیط زیست در اثر کاربرد روش‌های غلط موجب جلب توجه و علاقمندی متخصصین به نظام های زراعی سالم و بادوام از نظر اکولوژیکی گردیده است، بطوریکه امروزه در اکثر محافل علمی صحبت از توسعه سیستم های پایدار کشاورزی به میان آمده است (اردکارنی، ۲۰۰۱).

کودهای زیستی در مقایسه با مواد شیمیایی مزایای قابل توجهی دارند. از جمله این که در چرخه غذایی تولید مواد سمی و میکروبی نمی نمایند، قابلیت تکثیر خودبخودی دارند، باعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست-محیطی قابل پذیرش هستند (معلم و عشقی‌زاده، ۲۰۰۷).

از آنجا که دستیابی به کشاورزی پایدار جزء اهداف اصلی متخصصان کشاورزی به شمار می‌رود، برای نیل به این هدف و اقتصادی کردن امر تولید، استفاده از کودهای زیستی، مصرف بهینه و صحیح کودهای شیمیایی، سموم و افزایش مواد آلی خاک و حفاظت از محیط زیست لازم به نظر می‌رسد.

۲-۵-۱- مطالعات انجام شده در مورد کودهای زیستی

مصرف کودهای بیولوژیک در یک نظام کشاورزی پایدار، موجب پایداری عملکرد در تولید گیاهان دارویی می‌شود. حمزه‌ای و نجاری (۱۳۹۲) با انجام آزمایشی که شامل تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح بذر) و سطوح کود شیمیایی نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توصیه شده بر اساس آزمون خاک) بر روی گیاه انیسون بود، گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ درصد توصیه شده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی

در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، تلقیح با کود زیستی نیتروژنه تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه را به ترتیب ۱۶، ۱۵/۵ و ۱۱ درصد افزایش داد. در بررسی میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه مشخص گردید که تیمار تلقیح با کود زیستی و مصرف ۵۰ درصد از کود شیمیایی نیتروژنه، بیشترین عملکرد دانه (۸۳/۳۱ گرم در متر مربع) را تولید کرد. به عبارت دیگر، تیمار مذکور ضمن تولید محصول رضایت بخش، به طور قابل توجهی مصرف کود نیتروژن را نیز کاهش داد.

پژوهش‌های زیادی در رابطه با اثر مایه تلقیح‌های حاوی PGPR بر رشد گیاهان انجام شده است که در این بخش به برخی از مهمترین آنها پرداخته و سعی خواهد شد به طیف وسیعی از باکتری‌ها و اثرات آنها بر انواع گیاهان زراعی و باغی اشاره شود. تحقیقات گسترده در زمینه استفاده از مایه تلقیح-های حاوی PGPR در کشاورزی در حدود ۵۰ سال قبل در اتحاد جماهیر شوروی سابق آغاز و طی آن اثر مایه تلقیح ازتوباکترکروکوکوم بر روی محصولات مختلف به شکل آزمون‌های مزرعه‌ای انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که فقط ۳۵٪ مزارع به ازتوباکترکروکوکوم جواب مثبت دادند. ترنر و بکمن (۱۹۸۹) اثر *Bacillus subtilis* بر افزایش سبز شدن بادام زمینی را معنی‌دار ذکر نمودند. پوتین و باشان (۱۹۹۳) تاثیر تلقیح *Azospirillum brasilense* بر رشد و دوام کاکتوس را قابل توجه ذکر نمودند. روهاشا و-سینگ و همکاران (۱۹۹۳) افزایش وزن خشک ذرت در اثر تلقیح با باکتری ازتوباکترکروکوکوم را گزارش دادند. فالیک و همکاران افزایش وزن ریشه ذرت در اثر تلقیح با *Azospirillum brasilense* را گزارش دادند. عملکرد و جذب ازت گندم پائیزه در اثر تلقیح با باکتری-های ریزوسفر از جمله ازتوباکترکروکوکوم قابل توجه ذکر شده است (رناتودفریتاس، ۲۰۰۰). سوبه-های مختلف *Bacillus* توانستند از طریق تثبیت نیتروژن و انحلال فسفات‌های نامحلول، رشد جو را افزایش دهند (مصطفی و همکاران، ۲۰۰۵). اثر مثبت *Pseudomonas*، *Agrobacterium* و *Bacillus* در افزایش جوانه زنی و ریشه زایی بذرهای گیاهان مختلف همانند کاج، بادام، گردو، اکالیپتوس، هلو،

آناناس و سیب به اثبات رسیده است (دامیانو و مونتیسلی، ۱۹۹۸). رای و گارو (۱۹۹۸) اثر ازتوباکترکروکوکوم و آزوسپیریلیوم را بر رشد و عملکرد گندم بررسی کردند بطوریکه ازتوباکترکروکوکوم به تنهایی ۸/۲، آزوسپیریلیوم ۹/۱ و مخلوط این دو ۱۳/۹ درصد افزایش عملکرد را نسبت به شاهد بدون تلقیح موجب شد. در آزمایشی جوانه زنی دانه های سیب در اثر تلقیح با گونه *P. fluorescence* به میزان ۷۹ درصد افزایش یافت (کیزر و بوت، ۱۹۸۷). تیلاک و همکاران (۱۹۸۲) اثر تلقیح ازتوباکترکروکوکوم و آزوسپیریلیوم را بر مقدار ماده خشک بخش هوایی ذرت و سورگوم قابل توجه ذکر کرده اند. اثرات مثبت تلقیح توام ازتوباکتر و ریزوبیوم بر گره بندی سویا، ماش و شبدر معنی دار گزارش شده است (یورنز و همکاران، ۱۹۸۱). اثر تلقیح توام ازتوباکتر و ریزوبیوم بر موفقیت تلقیح و عملکرد باقلا و جذب عناصر معدنی توسط رودلاس (۱۹۹۹) مثبت گزارش شده است. در پژوهشی باکتری های محرک رشد *Bacillus* با تولید هورمون جیبرلین باعث افزایش جوانه زنی و رشد بهتر کاج شدند (پروبانزا و همکاران، ۲۰۰۲). اثر ازتوباکترکروکوکوم در حل کردن فسفات های غیرآلی و افزایش رشد گندم بدین واسطه گزارش شده است (کومار و نیرو-نارولا، ۱۹۹۹). جرک و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که در اثر تلقیح گندم بوسیله ازتوباکتر ۱۱-۸ درصد عملکرد آن افزایش یافت. در گزارشی پتانسیل استفاده از ریزوبیوم ها به عنوان باکتری های محرک رشد گیاه در غلات به واسطه تولید مواد محرک رشد از جمله اکسین ها، سیتوکین ها و... قابل توجه ذکر شده است (ماتیرو و داکورا، ۲۰۰۴). در تحقیق دیگری کلونیزاسیون و تحریک رشد گندم و جو بهاره، ذرت و تربچه توسط *Rhizobium leguminosarum* bv. *Viciae* مثبت و معنی دار ذکر شده است (هولفیچ، ۱۹۹۹). افضل و اصغری (۲۰۰۸) نیز اثر ریزوبیوم و باکتری های حل کننده فسفات را بر رشد گندم و جذب فسفر مثبت و معنی دار گزارش نموده اند. پژوهش های در زمینه اثر PGPR دارای مزیت آنزیم ACC deaminase در سایر شرایط تنشی نیز موفقیت آمیز بوده است. تحقیقات نشان داده که تلقیح *Pseudomonas putida* حاوی آنزیم ACC deaminase در حضور نمک به میزان ۱۵۰ میلی مول بر لیتر به طور معنی داری رشد کلزا را بهبود بخشیده است (چنگ و همکاران، ۲۰۰۷). سراواناکومار و

سمیپان (۲۰۰۷) گزارش دادند که *P. fluorescens* دارای آنزیم ACC deaminase در شرایط شور اثرات مثبتی بر برخی شاخص‌های رشد بادام زمینی داشته است. (گریچکو و همکاران، ۲۰۰۰) در تحقیق دیگری گوجه‌فرنگی تراریخت با ژن مولد ACC deaminase تحمل بیشتری به اثرات سمی کادمیوم، کبالت، نیکل، سرب، مس و روی نشان داد.

دانش بیولوژی خاک در ایران نوپا بوده و فقط در طی سال‌های اخیر به طور جدی در زمینه استفاده از PGPR در کشاورزی پژوهش‌هایی انجام شده است که در این بخش به برخی از آنها اشاره می‌شود. خسروی (۱۳۷۶) اثر باکتری‌های بومی از توپاکترکروکوکوم را بر رشد گندم و افزایش سیستم ریشه‌ای آن در یک آزمون گلخانه‌ای معنی دار گزارش دادند. روستا و همکاران (۱۳۷۷) در یک آزمون گلخانه‌ای اثر سویه‌های مختلف آزیسپیریلوم بر رشد ذرت و گندم را بررسی و گزارش دادند که تلقیح تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد گندم نداشته است. بشارتی و صالح راستین (۱۳۷۸) در آزمایشی گلخانه‌ای گزارش دادند که اثر چند سویه از باکتری‌های تیوباسیلوس بومی خاک‌های ایران موجب افزایش جذب فسفر و شاخص‌های مختلف رشد ذرت شد. ریحانی تبار و همکاران (۱۳۷۹) گزارش دادند که اثر سودوموناس‌های فلورسنس بومی بر برخی شاخص‌های رشد گندم بهاره در شرایط گلخانه‌ای مثبت و معنی‌دار بوده است. افتخاری و همکاران (۱۳۸۸) در یک آزمون مزرعه‌ای اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کودهای فسفاته بر چگونگی رشد برنج را بررسی و نتیجه گرفتند که تلقیح اثر معنی‌داری بر برخی شاخص‌های رشد برنج داشته است. حمیدی و همکاران (۱۳۸۸) اثر تلقیح باکتری‌های PGPR بر شاخص‌های رشد ذرت در مزرعه را معنی‌دار و قابل توجه ذکر نمودند. خاوازی (۱۳۸۸) اثر تلقیح سویه‌های انتخابی سودوموناس بر عملکرد گندم در آزمون‌های مزرعه‌ای را بررسی و گزارش دادند که تلقیح در برخی مناطق موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم شده است. ذبیحی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تاثیر سویه‌های مختلف سودوموناس در شرایط شور بر رشد گندم در شرایط گلخانه‌ای گزارش دادند که سودوموناس پوتیدا شاخص‌های عملکرد دانه و وزن هزار دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد. اخگر (۱۳۸۷) ضمن جداسازی و شناسایی باکتری‌های

Pseudomonas بومی گزارش داد که تلقیح کلزا با سویه‌های دارای توان تولید ACC deaminase موجب کاهش اثرات تنشی حاصل از شرایط شور در این گیاه در شرایط گلخانه‌ای شده است. خسروی و همکاران (۱۳۸۸) اثر سویه‌های ریزوبیوم دارای آنزیم ACC deaminase بر رشد و جذب عناصر غذایی گندم در شرایط تنش شوری ۷ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر در شرایط گلخانه‌ای را قابل توجه گزارش کردند.

نتایج بررسی تلقیح با کودهای زیستی ازتوباکتر و فسفات بارور بر عملکرد گلرنگ نشان داد تیمار ترکیب کودی تلقیح با فسفاته‌ی بارور به میزان ۵۰ گرم در هکتار + کود مرغی به میزان ۵ تن در هکتار + کودهای حاوی نیتروژن و فسفر به ترتیب ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۴۴۰/۵۰ و تیمار شاهد یا عدم مصرف هر گونه کودی با میانگین ۱۸۲۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند، ایشان همچنین اظهار نمودند کودهای فسفره زیستی بر عملکرد گلرنگ تاثیر مثبت خواهند داشت، به شرط اینکه همراه با کودهای آلی، دامی و مصرف ۵۰٪ توصیه شده کودهای شیمیایی فسفره همراه باشد (اوجاقلو و همکاران، ۱۳۸۶). آزمایشی بر روی باکتری‌های سودوموناس در فرایند معدنی کردن علف کش آترازین نشان داده شد که باکتری سودوموناس، قادر بود آترازین را به عنوان تنها منبع نیتروژنی استفاده کند (مندلبایوم و همکاران، ۱۹۹۵). کودهای آلی و زیستی از طریق اثرات هم افزایی یا کاهش دهنده سبب تغییر سرعت تجزیه و ماندگاری علف کش متری بیوزین در خاک می شوند (شهقی، ۱۳۹۱). همچنین براساس نتایج همین محقق باکتری‌های سودوموناس با تشکیل بخش مهمی از جمعیت باکتری‌های خاک به همراه ورمی-کمپوست تاثیر بسزایی بر سرعت تجزیه علف کش داشته‌اند. در مقابل در تیمارهای دارای ازتوباکتر کروکوکوم نیمه‌عمر متری بیوزین افزایش داشته است (شهقی، ۱۳۹۱).

نتایج بدست آمده توسط کروویلی و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که باکتری‌های سودوموناس قابلیت تبدیل آهن غیر قابل جذب به فرم قابل جذب، از طریق تولید سیدروفورها را دارد. موسوی و همکاران

(۱۳۸۷)، بیان نمودند که باکتری‌های سودوموناس باعث افزایش رشد رویشی و عملکرد در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شوند. همچنین شهقلی (۱۳۹۱) نیز تاثیر معنی دار کاربرد کودهای زیستی را بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی گزارش کرد. تاثیر علف‌کش‌های خاک مصرف بر میکروارگانیسم‌های خاکری و یا برعکس تاثیر میکروارگانیسم‌ها بر تجزیه علف‌کش‌ها یکی از زمینه‌های تحقیقاتی است که اطلاعات کمی در ارتباط با آن وجود دارد. در مطالعه‌ای مشاهده شد که کاربرد توام علف‌کش سولفوسولفورون با کود زیستی فسفات ارتفاع ساقه گل جالیز را به طور معنی‌داری نسبت به گروهی که از کود زیستی فسفات استفاده نکرده بودند کاهش داده بود که ناشی از اثر مثبت کود زیستی فسفات در توسعه ریشه های گوجه‌فرنگی بوده است (شیردل و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۶-۱- اهمیت کنترل علف‌های هرز در گوجه‌فرنگی

یکی از مشکلات بزرگ در زمینه کشت گوجه‌فرنگی مسئله وجود علف‌های هرز می باشد که معمولاً یکی از پرهزینه ترین عملیات داشت در کشاورزی می باشد. برای کنترل علف‌های هرز می‌توان به روش‌های مکانیکی، شیمیایی یا تلفیقی از روش‌های موجود عمل نمود. به طور کلی حتی الامکان باید در کنترل علف‌های هرز از کاربردی‌ترین روش استفاده نمود تا ضمن جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی بتوان شرایط محیط‌زیست را به نفع گیاه زراعی تغییر داد (قشم و کافی، ۱۳۴۸).

وجود گل جالیز در یک مزرعه‌ی گوجه‌فرنگی، تأثیر سوء در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی آن و بنابراین خسارت جبران‌ناپذیری در پی خواهد داشت، به منظور کنترل شیمیایی این علف هرز انگلی در زراعت گوجه‌فرنگی، آزمایشی توسط شیردل و همکاران (۱۳۹۳) انجام شد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- علف‌کش سولفوسولفورون به مقدار ۳۵ گرم در هکتار در سه سطح (سم‌پاشی در ۴۰ و ۶۰ روز بعد از نشاء‌کاری و شاهد بدون سم‌پاشی). ۲- کودهای زیستی بارور-۲ و نیتراژین هر کدام در دو سطح (مصرف کود زیستی و عدم مصرف کود زیستی). نتایج نشان داد که اثر اصلی

سولفوسولفورون در دو نوبت ۴۰ و ۶۰ روز بعد از نشاءکاری باعث کاهش بترتیب ۷۵ و ۵۷٪ از تراکم شاخه‌های گل جالیز در واحد سطح به ازای هر بوته‌ی گوجه‌فرنگی و نیز کاهش ۶۰٪ بیوماس گل جالیز شد. کاربرد سولفوسولفورون همراه با کود زیستی بارور-۲ و نیتراژین به غیر از تیمار دوبار سم‌پاشی سبب افزایش میانگین ارتفاع بوته‌ی گوجه‌فرنگی شد. این در حالی بود که صفات تعداد میوه و عملکرد اقتصادی گوجه‌فرنگی تنها تحت تأثیر کود زیستی بارور-۲ قرار گرفت؛ به طوری که کاربرد کود زیستی بارور-۲ تعداد میوه‌های گوجه‌فرنگی و نیز عملکرد اقتصادی گوجه‌فرنگی در واحد سطح را کاهش داد. اما بر قطر میوه‌ها و میزان گوشتی و آبدار بودن آنها همانند سایر تیمارها تاثیری بر جای نگذاشت (شیردل و همکاران، ۱۳۹۳).

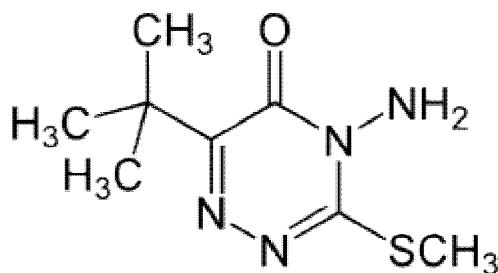
به منظور بررسی تاثیر روش‌های مختلف مدیریت و ترکیب آنها در سیستم‌های مختلف شخم بر تراکم و زیست‌توده علف هرز و عملکرد گوجه‌فرنگی، آزمایشی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو نوع سیستم شخم (حداقل و متداول) و ۶ تیمار مدیریت علف‌های هرز (علف‌کش + روتیواتور، وجین دستی، علف‌کش + روتیواتور، علف‌کش + وجین دستی و وجین دستی + روتیواتور) بود. تیمار علف‌کش (سنگور) دو هفته بعد از نشاءکاری و تیمارهای وجین دستی و روتیواتور در ۳ هفته و ۶ هفته بعد از نشاءکاری اعمال شد. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد گوجه‌فرنگی به ترتیب در تیمار علف‌کش + روتیواتور و روتیواتور مشاهده شد. تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ تحت تاثیر مدیریت قرار گرفت و تیمار وجین دستی و ترکیب آن با علف‌کش بهتر از سایر تیمارها علف‌های هرز پهن‌برگ را کنترل کردند. تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ تحت تاثیر مدیریت قرار نگرفت و زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ فقط در آخر فصل رشد تحت تاثیر مدیریت علف هرز قرار گرفت. تیمار وجین دستی و علف‌کش + وجین دستی علف‌های هرز باریک‌برگ را بهتر از سایر تیمارها کنترل کرد. در مجموع تیمارهای ترکیبی نسبت به تیمارهای منفرد موجب کاهش بیشتر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز و افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی شدند. تیمار روتیواتور نیز ضعیف‌ترین کنترل علف‌های هرز و کمترین عملکرد را به دنبال داشت (کازرونی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۶-۱- علف‌کش‌های مورد استفاده برای کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی

مهمترین علف‌کش‌هایی که به صورت اختصاصی در مورد گوجه‌فرنگی اعمال می‌شود عبارتند از متری‌بیوزین و تری‌فلورالین. متری‌بیوزین علف‌کشی است که به صورت قبل از کاشت و یا قبل از سبز شدن جهت کنترل علف‌های هرز یکساله پهن برگ و باریک‌برگ در مزارع گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و سویا استفاده می‌شود (پترسون و همکاران، ۲۰۰۱). علی‌رغم تمام مزیت‌های اقتصادی و کارا بودن این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز، آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد غیر اصولی و بی‌رویه آنها از مهمترین چالش‌های کشاورزی امروزه بوده که منجر به تجدید نظر در ارتباط با روش‌های مدیریت علف‌های هرز شده است.

۲-۷- علف‌کش متری‌بیوزین

علف‌کش‌های تریازینی از مهمترین علف‌کش‌ها به شمار می‌روند که به علت فعالیت زیاد و پایداری بالایی که در خاک دارند از پتانسیل بالایی در آلودگی محیط خاک و ایجاد خسارت و محدودیت در تناوب‌های زراعی برخوردارند. در این ارتباط متری‌بیوزین از گروه علف‌کش‌های تریازین‌های نامتقارن بوده که برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در مزارع سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و سویا بصورت پیش‌رویشی یا پیش‌کاشتی توصیه شده است. پایداری نسبتاً بالای این علف‌کش در خاک می‌تواند روی محصولات حساس تناوبی همچون کلزا اثرات پسمانی و سمیت داشته باشد (کودساوا و همکاران، ۲۰۱۰). علف‌کش متری‌بیوزین از خانواده تریازینون‌ها است و نام‌های تجاری آن لکسون و سنکور می‌باشد. فرمول شیمیایی متری‌بیوزین در شکل ۲-۲ آورده شده است.



شکل ۲-۲- فرمول شیمیایی علف کش متری بیوزین (از گروه علفکش‌های تریازینونی که دارای حلقه‌ی تریازین هستند)

۲-۷-۱- نحوه‌ی اثر بر گیاه

علف‌کش‌های تریازین بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم ۲ و مانع از انتقال الکترون از دهنده الکترون (QA) به حامل متحرک الکترون می‌شوند این عمل در یک واکنش بیوشیمیایی با جانشینی در محل پیوند پلاستوکوئینون بر روی پروتئین (D₁) در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ در زنجیره انتقال الکترون صورت می‌گیرد. این پروتئین یک پروتئین چرخشی هتروداایمری در مرکز واکنش فتوسیستم ۲ و در غشا تیلاکوئیدی می‌باشد که توسط ژن psbA کد می‌شود (ساندبی و همکاران، ۱۹۹۳). زمانی که علف‌کش بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم ۲ با پروتئین D₁ پیوند می‌شوند دو پیامد مهم اتفاق می‌افتد: ۱- کمبود NADP احیا شده، که به منظور تثبیت دی‌اکسیدکربن مورد نیاز می‌باشد؛ ۲- تشکیل رادیکال‌های آزاد که منجر به فتواکسیداسیون مولکول‌های مهم کلروپلاست مانند کلروفیل‌ها، لیپیدهای غیر اشباع و غیره می‌شوند (دوین و شاکلا، ۲۰۰۰).

۲-۸-۲- پایداری متری بیوزین در خاک

علی‌رغم کاربرد گسترده متری بیوزین در بسیاری از مناطق دنیا، آلودگی‌های زیست‌محیطی از مهمترین تبعات ناشی از کاربرد آن می‌باشد. به طور کلی از آنجایی که در علف‌کش‌های خاک مصرفی از جمله متری بیوزین، خاک مخزن اصلی ذخیره و نگهداری آنها است، لذا ماندگاری آنها در خاک از مهم‌ترین شکل‌های آلودگی آنها می‌باشد. از اینرو درک عوامل موثر بر ماندگاری و تجزیه این گروه از آفت‌کش‌ها در خاک به منظور شناخت بهتر سرنوشت محیطی آنها مهم است (مانوئل و

همکاران، ۲۰۰۷). منابع مختلف، متری بیوزین را علف‌کشی با ماندگاری متوسط با نیمه عمر ۵۰ تا ۶۰ روز در خاک معرفی کرده‌اند (فان، ۲۰۰۹). اما بسته به شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک نیمه عمرهای متفاوتی برای آن گزارش شده است. بر اساس مطالعات انجام شده، نیمه عمر متری بیوزین در لایه‌های سطحی خاک‌هایی که در معرض دمای بالا و تابش شدید آفتاب قرار گرفته بودند ۴ تا ۵ روز، در فصل بهار ۵۱ روز، در فصل تابستان ۱۶ روز و در فصل زمستان ۵۲ روز گزارش شده است (لارسون و همکاران، ۱۹۹۷). با این وجود در برخی مطالعات نیمه عمر آن در لایه‌های زیرین خاک بیشتر از ۵۰۰ روز نیز آورده شده است (هنریکسن و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعات انجام شده، تجزیه زیستی را عامل اصلی سرنوشت این علف‌کش در خاک معرفی کرده و سرعت تجزیه آن بستگی به اسیدیته، دما، بافت خاک و بخصوص مقدار مواد آلی خاک دارد.

۲-۹-۳- تجزیه متری بیوزین

استفاده گسترده از متری بیوزین و به دنبال آن سمیت این علف‌کش در محیط زیست، توجه پژوهشگران را در زمینه پیدا کردن روش‌های نوین پالایش این آلاینده آلی به خود معطوف کرده است. یکی از روش‌های موثر در حذف متری بیوزین از محیط زیست، روش تجزیه زیستی بوسیله افزایش محتوی مواد آلی خاک می‌باشد (کودساوا و همکاران، ۲۰۱۰)، لذا افزودن کودهای آلی به خاک بواسطه افزایش سطح مواد آلی خاک نقش موثری در تجزیه این علف‌کش در خاک دارند. فوسکالدو و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی علف‌کش‌های آترازین، متری بیوزین و سیمازین، به نقش موثر مواد آلی در سرعت تجزیه‌ی علف‌کش‌های مذکور اشاره کردند، بر اساس گزارش نامبردگان، در همه‌ی علف‌کش‌های مورد مطالعه، رابطه‌ی مستقیمی بین محتوی مواد آلی و سرعت تجزیه‌ی آنها وجود داشت (فوسکالدو و همکاران، ۱۹۹۹).

در پژوهشی ۲۲ جدایه باکتریایی بدست آمده از ریزوسفر گوجه‌فرنگی متعلق به گونه‌های *B. licheniformis* و *Bacillus cereus* برای مطالعه تشکیل بیوفیلم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این

بررسی نشان داد که از ۲۲ جدایه استفاده شده، در ۶ جدایه چسبندگی بسیار بالاتر از سایر جدایه‌ها یعنی میزان جذب ۰/۲۹۳ - ۰/۱۳۷ می‌باشد. به منظور بررسی‌های گلخانه‌ای، تعداد سه عدد نشاء در گلدان‌های حاوی خاک استریل کاشته شد و توسط جدایه‌های باکتریایی تلقیح گردید. عمل جداسازی باکتری‌ها از سطوح ریشه به روش سری رقت انجام شد. نتایج بررسی‌های گلخانه‌ای حاکی از آن بود که ۶ باکتری دارای قابلیت تشکیل بیوفیلم بالا در شرایط آزمایشگاه، در کلونیزاسیون ریشه نیز بسیار موثر بودند (رمضانی مقدم و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۱۰- رقابت گوجه‌فرنگی و علف‌های هرز

علف‌های هرز در مراحل اولیه اثرات خود را به صورت رقابت با گیاهان زراعی برای استفاده از نور، مواد غذایی، آب و مکان نشان می‌دهند. قدرت رقابت علف‌های هرز، مانند گیاهان زراعی در دوران زندگی متفاوت است و بستگی با چگونگی نمو گیاه دارد. مثلاً در دوران اولیه رویش با انتشار سریع و نفوذ زیاد ریشه‌ها در خاک، از آب و مواد غذایی خاک بیشتر استفاده می‌نمایند. رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی برای استفاده بیشتر از نور و فضا با کاهش کربن‌گیری و سرانجام کاهش قابل توجه رشد محصولات همراه است. بسیاری از علف‌های هرز مانند بید گیاه، نوعی کاهوی وحشی و کاملینا از ریشه‌های در حال حیات و یا مرده خود موادی ترشح می‌کنند که موجب کاهش نمو بسیاری از گیاهان زراعی می‌شوند (تاتلیدیل و همکاران، ۲۰۰۹).

برای بررسی اثر رقابت علف‌های هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد در گیاه گوجه‌فرنگی آزمایشی در سال ۱۳۸۴ اجرا انجام شد. رقابت علف‌های هرز بر سر نور باعث شد که خصوصیات مرفولوژیک گیاه گوجه‌فرنگی در اثر کاهش کمیت و کیفیت نور متأثر شود و صفاتی از جمله کاهش تعداد میوه در گیاه، میانگین وزن میوه و عملکرد تحت تأثیر قرار گرفت. مجموع تأثیرات دو تیمار نشان داد که دوره عاری از علف‌های هرز تأثیر بسیار بیشتری را نسبت به دوره‌های تداخل علف‌های هرز دارد و اهمیت

دوره عاری از علف هرز در گوجه‌فرنگی در حفظ و جلوگیری از کاهش عملکرد بیشتر می‌باشد (جاهدی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷).

برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گیاه گوجه‌فرنگی و اثر آنها بر اجزای عملکرد این گیاه، آزمایشی مزرعه‌ای انجام شد. نتایج این آزمایش حاکی از وجود یک دوره بحرانی برای کنترل علف‌های هرز در گوجه‌فرنگی بود. رقابت علف‌های هرز بر سر نور باعث شد که ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه گوجه‌فرنگی در اثر کاهش کمیت و کیفیت نور متأثر شود و از آن میان می‌توان به کاهش ماده خشک تولیدی، کاهش شاخص سطح برگ، کاهش سرعت رشد (CGR) کاهش سرعت رشد نسبی (RGR)، کاهش وزن خشک ساقه، برگ و میوه و خصوصیات مرفولوژیک، کاهش تعداد میوه در بوته و قطر میوه را ذکر کرد. مجموع تأثیرات دو تیمار نشان داد که دوره‌های عاری از علف‌های هرز تأثیر بسیار بیشتری را نسبت به دوره‌های تداخل علف‌های هرز بر کمیت‌های فوق دارند. بر اساس نتایج این آزمایش، اهمیت دوره عاری از علف هرز در گوجه‌فرنگی در حفظ و جلوگیری از کاهش عملکرد بیشتر می‌باشد (آقاجانی‌نسب، ۱۳۷۶).

۲-۱۱- برهمکنش علف‌کش‌ها با ریزموجودات خاکزی

واکنش‌های تجزیه علف‌کش‌ها در خاک بسته به این که با دخالت میکروارگانیسم‌های موجود در خاک صورت پذیرد یا به صورت غیرزیستی توسط واکنش‌های غیرآنزیمی انجام پذیرد، به دو گروه تجزیه زیستی (بیولوژیکی)^۱ و تجزیه غیرزیستی^۲ تقسیم می‌شوند. تمایز این دو فرآیند در تجزیه علف‌کش‌ها در خاک مشکل و پیچیده است زیرا این دو فرآیند ممکن است به طور همزمان اتفاق افتد و محصول نهایی تجزیه هر دو مسیر نیز مشابه باشد (معلم و عشقی‌زاده، ۲۰۰۷).

^۱ Biotic

^۲ Abiotic

هرچند تجزیه زیستی نقش مهمی در تجزیه علف‌کش‌ها در خاک دارد اما در بیشتر موارد تجزیه میکروبی علف‌کش‌ها در خاک اهمیت بیشتری نسبت به واکنش‌های تجزیه غیرزیستی دارد عوامل اصلی تجزیه میکروبی در خاک‌ها، قارچ، باکتری‌ها و اکتینومایست‌ها هستند. اعتقاد بر این است که تجزیه میکروبی تقریباً مسیر اصلی تجزیه علف‌کش‌ها در اغلب خاک‌های سطحی، نزدیک مناطق ریشه گیاه (میکوریزا) است. قسمت بیشتر علف‌کش‌هایی که برای کنترل علف‌های هرز استفاده می‌شوند در نهایت وارد خاک می‌شوند و در آنجا با مواد آلی خاک واکنش نشان داده و ممکن است با تجزیه شیمیایی یا میکروبی تغییر شکل دهند. تجزیه میکروبی فرایند کلیدی است که پویایی یک علف‌کش و در نتیجه پایداری را در خاک و همچنین آبشویی آن را به خارج از محل مصرف تحت تاثیر قرار می‌دهد (معلم و عشقی‌زاده، ۲۰۰۷).

تجزیه میکروبی علف‌کش‌ها در خاک ممکن است مکانیسم‌های متفاوتی داشته باشد. تجزیه میکروبی می‌تواند به محض تماس علف‌کش با میکروارگانیسم موجود در خاک شروع شود که در این مکانیسم، علف‌کش بلافاصله به عنوان منبع انرژی برای جامعه میکروبی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در نتیجه علف‌کش تجزیه و جمعیت میکروبی خاک افزایش می‌یابد. تجزیه میکروبی علف‌کش‌هایی از قبیل گلیفوست^۴ و علف‌کش‌های سولفونیل اوره از طریق این مکانیسم اتفاق می‌افتد. نوع دیگر مکانیسم تجزیه میکروبی علف‌کش در خاک پس از وجود یک فاز تاخیری^۱، که نتیجه تطابق پذیری میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه علف‌کش‌ها است صورت می‌گیرد. وجود فاز تاخیری نشان دهنده ضرورت تطابق‌پذیری (سازش)^۲ میکروارگانیسم‌ها در خاک قبل از شروع تجزیه علف‌کش‌ها است. پس از سازگاری میکروارگانیسم‌ها، تجزیه کامل علف‌کش‌ها همانند مکانیسم اول افزایش می‌یابد. مکانیسم تجزیه میکروبی با فاز تاخیری برای اغلب علف‌کش‌ها در خاک غالب است، زیرا معمولاً علف‌کش‌ها ترکیباتی مصنوعی بوده و دارای ساختار متفاوتی (به عبارت دیگر خارجی) با منابع غذایی طبیعی که

⁴ Abiotic

² Acclimatization

سیستم‌های آنزیمی برای تجزیه آن‌ها در میکروفلور طبیعی وجود دارد هستند. این پدیده می‌تواند سبب کاهش کارایی علف‌کش‌های خاک شود (پاولیتزکی و کوئنیگر، ۱۹۸۶).

تسریع تجزیه علف‌کش‌ها در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها پدیده‌ای است که ممکن است کاهش کارایی علف‌کش‌های خاک مصرف را به دنبال داشته باشد. این پدیده در اثر مصرف مداوم یک ترکیب مشابه و یا ترکیباتی از گروه‌های مشابه که قبلاً استفاده شده‌اند بوجود می‌آید. کاربرد علف‌کش‌های فنوکسی اسیدها از قبیل 2,4,D و MCPA مثال‌های خوبی از این نوع هستند. این علف‌کش‌ها وقتی برای اولین مرتبه استفاده می‌شوند، تجزیه آن‌ها با کندی صورت می‌گیرد. پس از یک دوره تاخیری، اتلاف آن‌ها در خاک در نتیجه متابولیسم میکروبی بسیار سریع است (هال و همکاران، ۱۹۹۲). بر پایه پژوهش‌های انجام شده، باکتری‌های سودوموناس به دلیل قابلیت‌هایشان در تجزیه آلاینده‌های آلی از جمله مشتقات نفتی، هیدروکربن‌های حلقوی آروماتیک، علف‌کش‌ها و دیگر آلاینده‌ها در تحقیقات پژوهشی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته‌اند (معلم و عشقی‌زاده، ۲۰۰۷).

مطالعات نشان داده‌اند که تجزیه زیستی از مهم‌ترین عوامل تجزیه متری بیوزین است. گزارش شده است، تجزیه متری بیوزین در خاک سترون شده کمتر از خاک سترون نشده است که این مسأله اهمیت تجزیه زیستی را در سرنوشت متری بیوزین در خاک نشان می‌دهد (آیسلاپی و لیوی-جونز، ۱۹۹۵). همچنین، مشاهده شده است که متری بیوزین در خاک سطحی و در زمین‌هایی که سابقه کشت و کار دارند، نیمه‌عمر کمتری دارد. از آنجایی که جمعیت میکروبی در لایه سطحی خاک مزارع کشاورزی به دلیل کشت و کار، غنی است، احتمالاً تجزیه زیستی نقش مهمی در این راستا دارد و با توجه به نتایج آزمایش خاکشناسی به نظر می‌رسد جمعیت بیشتر باکتری‌ها و فعالیت آن‌ها در خاک رس سیلتی نیز در این مساله دخیل باشد (پاولیتزکی و کوئنیگر، ۱۹۸۶).

۲-۱۲- مزایای کشاورزی ارگانیک برای پایداری محیط زیست در مدت زمان طولانی

خیلی از تغییرات در محیط زیست در دراز مدت اتفاق می‌افتد. در کشاورزی ارگانیک چون مطابق اکوسیستم رفتار می‌شود اثر مخربی برای محیط زیست ندارد. در مورد خاک نیز در کشاورزی ارگانیک از کم‌ترین شخم، کودهای بیولوژیکی، تناوب کشت مناسب، گیاهان پوششی و غیره استفاده می‌شود. همچنین با بهبود جانوران مفید خاک و تخمیر مواد آلی، بافت خاک بهبود یافته و باروری خاک افزایش می‌یابد و میزان مواد مغذی بیشتری به خاک داده می‌شود. به همین دلیل فرسایش خاک کم گردیده و تنوع زیستی خاک افزایش می‌یابد. در بسیاری از مناطق کشاورزی، آب به دلیل مصرف بی‌رویه کود و سموم آلوده گردیده است و به دلیل اینکه در کشاورزی ارگانیک از این مواد کمتر استفاده می‌گردد به همین دلیل آب نیز آلوده نمی‌گردد (رابرت و ویور، ۲۰۰۶).

۲-۱۳- مدیریت تلفیقی علف‌های هرز

با توجه به افزایش مصرف سموم و اثرات زیست‌محیطی آنها و همچنین مقاوم شدن علف‌های هرز در برابر سموم بهتر است با مدیریت تلفیقی روش‌های مختلف نسبت به کاهش جمعیت علف‌های هرز و کنترل آنها اقدام شود. به طور مثال با رعایت تاریخ کاشت و تراکم مناسب محصول زراعی از قابلیت رقابت بالاتری برخوردار خواهد شد (هال و همکاران، ۱۹۹۲).

به منظور بررسی کارایی برخی روش‌های مدیریت شیمیایی و کنترل علف‌های هرز با رویکرد کاهش مصرف علف‌کش در تولید سیب زمینی، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد کنترل، تراکم و زیست توده علف‌های هرز، شاخص سطح برگ و عملکرد سیب‌زمینی معنی‌دار بود. در اثر استفاده از باکتری‌های سودوموناس، مقدار آترازین در خاک به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت و اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی سیب زمینی در اثر استفاده توأم سودوموناس پوئتیدا و آترازین، نسبت به مصرف آترازین به تنهایی بهبود یافت. علاوه بر این، تراکم و زیست توده کل علف‌های هرز در شاهد آلوده به علف‌های هرز بیشترین مقدار و در تیمار

استفاده از آترازین به تنهایی کمترین مقدار بود. در این آزمایش، درصد کنترل علف‌های هرز و زیست-توده آن‌ها در تیمار مدیریت تلفیقی تفاوت معنی‌داری با تیمار علف‌کش نداشت. بنابراین، علی‌رغم کاهش ناچیز درصد کنترل علف‌های هرز در تیمار مدیریت تلفیقی، میزان عملکرد ۱۰ درصد بیشتر از تیمار علف‌کش به تنهایی بود. در تیمار تلفیقی میزان مصرف علف‌کش تا ۶۶ درصد کاهش پیدا کرد (راشد‌محصل و همکاران، ۱۳۹۰).

با هدف بررسی رقابت گندم با یولاف وحشی به سطوح ازتوباکتر کروکوکوم و علف‌کش، آزمایشی توسط مرادی‌تلاوت و همکاران (۱۳۸۹) اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل باکتری و علف‌کش بر عملکرد دانه و ماده خشک گندم و یولاف وحشی معنی‌دار بود. با افزایش نیتروژن، عملکرد و ماده خشک گندم در سطوح پایین علف‌کش به طور چشمگیری کاهش یافته یا ثابت ماند. در حالی که مصرف بالای علف‌کش، در سطوح بالای باکتری، باعث کاهش عملکرد دانه و ماده خشک گندم شد. در عوض، با مصرف کم باکتری، تفاوت معنی‌داری میان سطوح علف‌کش از نظر این صفات مشاهده نشد. به علاوه، افزایش ازتوباکتر کروکوکوم بدون مصرف علف‌کش یا در سطوح پایین علف‌کش، موجب افزایش ماده خشک یولاف وحشی گردید. همبستگی منفی و معنی‌دار ماده خشک گندم و ماده خشک یولاف وحشی ارتباط منطقی بین سطوح ازتوباکتر و علف‌کش در هنگام رقابت گیاهان و تولید ماده خشک آن‌ها را نشان داد. این موضوع نشان‌دهنده امکان استفاده از اثرات متقابل باکتری و علف-کش در مدیریت تلفیقی علف‌هرز یولاف وحشی در زراعت گندم می‌باشد.

فصل

سوم

مواد و روش

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود واقع در شهر بسطام به اجرا درآمد. شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۵ دقیقه طول شمالی و ارتفاع ۱۳۶۶ متر از سطح دریا واقع شده است.

بر اساس تقسیم‌بندی‌های اقلیمی، منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی‌متر بوده و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل پاییز و بهار رخ می‌دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود، میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است.

۳-۱-۱- مشخصات خاک مزرعه

خاک آزمایش دارای بافت لومی-شنی بود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داد که خاک محل آزمایش دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۱/۴۶ دسی زیمنس بر متر و $pH=۸/۴$ می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش جدول (۱-۳)

هدایت الکتریکی	PH	نیتروژن	کربن	فسفر	پتاسیم	سدیم	لای	رس	شن	بافت خاک
(دسی زیمنس بر سانتیمتر)		(درصد)		(میلی گرم در کیلوگرم)				(درصد)		
۱/۴۶	۸/۴	۰/۰۵	۰/۴۷	۹/۲	۱۱۵	۳۸/۷	۲۷	۳۲	۴۱	لومی شنی

۲-۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۳ تیمار بود. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- وجین علف هرز، ۲- عدم وجین علف هرز، ۳- علف کش متری- بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، ۴- علف کش متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) ۵- علف کش متری بیوزین (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، ۶- سودوموناس فلورسنس، ۷- ازتوباکتر کروکوکوم ۸- علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، ۹- علف کش متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، ۱۰- علف کش متری بیوزین (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، ۱۱- علف- کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، ۱۲- علف کش متری- بیوزین (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، ۱۳- علف کش متری بیوزین (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم بودند. بدین ترتیب، در مجموع ۳۹ کرت ایجاد شد.

۳-۳- عملیات اجرایی

۱-۳-۳- آماده سازی زمین و کاشت

عملیات تهیه زمین در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاو آهن برگردان دار شخم زده شد و سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فاروئر پشته هایی به عرض ۷۵ سانتی متر ایجاد گردید. بطوریکه ابتدا ابعاد کرت ها در زمین مورد آزمایش مشخص شد و سپس جوی های آبیاری تعبیه گردیدند.

۳-۳-۲- اعمال تیمارها

پس از تهیه و آغشته نمودن ریشه نهال گوجه فرنگی با باکتری ها، کاشت گوجه فرنگی با فواصل ردیف ۷۵ سانتی متر در کرت هایی به ابعاد ۳×۵ متر، انجام شد. کاربرد علفکش متری بیوزین با نام تجاری سنکور (ماده موثر متری بیوزین تجاری با درجه خلوص ۷۰ درصد pw با فرمول 4-amino-6-) CC1=NC2=C(N1)N=CN=C2S با استفاده از سمپاش، ۱۶ روز قبل از کاشت به مقدار لازم در تیمارهای مربوطه با خاک مخلوط شد. قابل ذکر است قبل از پاشش عمل کالیبراسیون صورت گرفت و حجم محلول استفاده شده ۳۵۰ لیتر در هکتار بود. به منظور عدم اختلاط آب هر تکرار با تکرار بعدی، دو جوی در نظر گرفته شد که یکی از آنها به منظور تخلیه زه آب تکرار بالا دست و دیگری به منظور ورود آب از نهر کنار زمین به تکرار بعدی تعبیه شده بود. برای بررسی کلونیزاسیون باکتری ها، نمونه گیری از خاک در عمق ۰ تا ۱۵ سانتی متری ۴۵ روز پس از کاشت توسط آگری به قطر ۵ سانتی متر در ۵ نقطه از هر کرت انجام شد و پس از اختلاط و هوا خشک کردن نمونه های برداشت شده، با الک ۲ میلی متری الک شده تا بقایای شن و گیاهی جدا و سپس تا مرحله کشت باکتری در فریزری با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد.

۳-۳-۳- آماده سازی نشاء و مرحله کاشت و داشت گوجه فرنگی و تلقیح با باکتری ها

رقم گوجه فرنگی مورد استفاده در این آزمایش رقم PS بوده که در مرحله ۴ تا ۶ برگگی از خزانه به زمین اصلی انتقال یافت. تلقیح نشاء ها در تیمارهای مربوط، با استفاده از مایه تلقیح گونه های مختلف باکتری تهیه شده از شرکت فرآورده های زیستی زنجان انجام شد. کاشت نشاء در تاریخ ۲۵ خرداد ماه ۱۶ روز بعد از اعمال علفکش متری بیوزین در صبح زود انجام و همزمان با کشت نشاء آبیاری نیز انجام می شد. در طی فصل رشد عملیات داشت شامل آبیاری و وجین علف های هرز در تیمارهای وجین انجام شد. آبیاری بصورت هر ۷ روز یکبار تا انتهای فصل رشد انجام می شد.

۳-۳-۴- نمونه برداری از صفات مربوط به گوجه فرنگی

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. سپس از دو ردیف وسط ۴ بوته به طور تصادفی انتخاب گردید و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه وزن تر و خشک برگ ها، ساقه ها، ارتفاع ساقه اصلی، قطر ساقه اصلی، قطر ساقه فرعی، قطر ساقه فرعی فرعی، قطر میوه ، عملکرد میوه ، تعداد میوه ها، وزن میوه های رسیده و نارس اندازه گیری شد. در مزرعه محتوای کلروفیل به وسیله دستگاه اسپد مدل - 502Minolta و محتوای نسبی آب برگ با استفاده از روش (کولمن، ۲۰۰۸) محاسبه شد. نمونه برداری از علف های هرز هم در طی فصل رشد به کمک کوادراتی به ابعاد (۳۰ در ۵۰ سانتی متر) که ۳ بار در هر کرت به طور تصادفی قرار داده می شد، انجام شد. علف های هرز موجود در کوادرات پس از شناسایی و شمارش تعداد هر گونه، از محل طوقه قطع شده داخل پاکت های پلاستیکی قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون خشک شدند و وزن خشک آنها با ترازوی یک هزارم اندازه گیری شد.

۳-۳-۵- طرز تهیه محیط کشت و کشت باکتری ها

برای اندازه گیری باکتری های از روش کشت در محیط های غذایی استفاده شد. محیط کشت مورد استفاده نوترینت آگار (nutrient agar) بود که بر اساس دستورالعمل کشت باکتریها در محیط کشت آگار تهیه شده و استریل گردید. ۱۰ گرم خاک از نمونه انتخاب و با استفاده از سری های ترقیق غلظت های متفاوتی از محلول خاک تهیه شد و کشت باکتری ها روی محیط استریل انجام گردید (تویتا و کونیناگا، ۲۰۰۶؛ بجرنلوند و همکاران، ۲۰۰۰؛ چن و همکاران، ۲۰۰۶). سپس به مدت ۴۸ ساعت، هر ۱۲ ساعت یکبار شمارش انجام شد.

۳-۳-۶-۱- روش محاسبه تعداد کلنی

در رقت های مناسب تعداد کلنی ها در یک پتری بدست آورده و با در نظر گرفتن فاکتور رقت تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلنی در هر گرم خاک خشک محاسبه شد.

۳-۳-۷-۱- تجزیه آماری داده ها

در این پژوهش برای تجزیه داده ها از نرم افزار MSTAT-C همچنین برای مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای رسم شکل ها نرم افزار Excel 2007 بکار برده شد.

فصل

چهارم

نتایج و بحث

۴- نتایج و بحث

۴-۱- تاثیر تیمارهای مختلف بر جمعیت باکتری ها

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در سطح یک درصد تاثیر معنی داری بر تعداد کلنی باکتری ها داشتند. در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر میانگین جمعیت باکتریها مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس تنها بود، که بعد از آن تیمارهای شاهد با وجین، باکتری (ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس) + علف کش ۵۰۰ گرم و همچنین باکتری (ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس) + علف کش ۱۰۰۰ گرم تقریبا در یک گروه آماری قرار داشتند. تیمار شاهد بدون وجین کمتری میانگین جمعیت باکتریها را داشت (شکل ۴-۱).

تفاوت معنی داری بین کاربرد ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس به تنهایی در افزایش میانگین جمعیت باکتریها مشاهده گردید، استفاده از این دو نوع باکتری سبب افزایش معنی دار جمعیت باکتریها نسبت به تیمار با علف هرز و بدون علف هرز گردید. در مطالعه مارک رادوسویچ و همکاران (۱۹۹۵)، نشان دادند که تعداد باکتریها در شاهد بدون وجین علف هرز در مقایسه با سایر تیمارها کمتر می باشد. به نظر می رسد علف های هرز از طریق رقابت با گیاه زراعی سبب کاهش دسترسی مواد آلی قابل دسترس برای باکتریها، از جمله تثبیت نیتروژن و همچنین تکثیر آنها می شود (مارک رادوسویچ و همکاران، ۱۹۹۵).

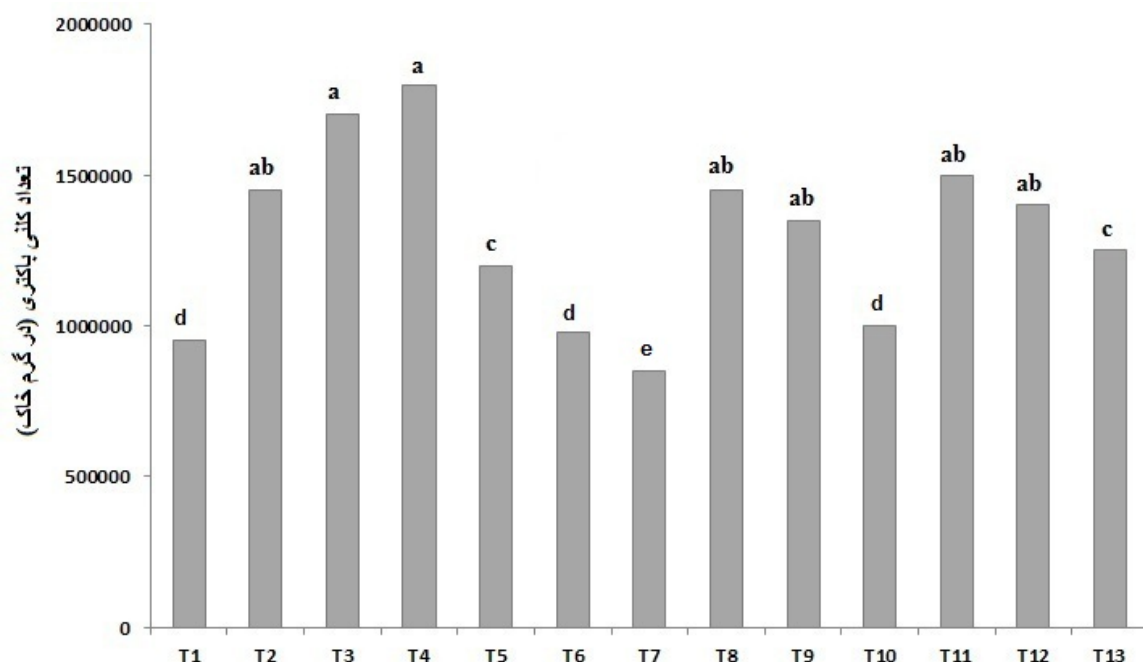
در بین تیمارهای ترکیبی، علف کش + سودوموناس و علف کش + ازتوباکترکروکوکوم، کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس و علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم به ترتیب سبب افزایش ۴۵ درصدی و ۲۰ درصدی میانگین جمعیت باکتری ها به ترتیب در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس و علف کش ۱۵۰۰ + ازتوباکترکروکوکوم گردیدند. قابل ذکر است که تیمارهای علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علف کش ۵۰۰ + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین به طور معنی داری سبب افزایش تعداد باکتری گردیدند. تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم

سبب افزایش ۵۷/۸۹ درصدی جمعیت باکتریها و تیمار علفکش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۵۲/۶۳ درصدی میانگین جمعیت باکتریها در مقایسه با شاهد با علف هرز (بدون وجین) مشاهده گردید (شکل ۴-۱).

در تحقیقی بر روی باکتری های خاکزی، بیشترین تعداد باکتری مربوط به خاک لومی شنی با حداکثر مواد آلی دیده شد، آنها اظهار داشتند مواد آلی بر تعداد باکتری های خاکزی تاثیر دارند (یولیرووا و سانتروچووا، ۲۰۰۳). میلوسویک و گاوداریکا (۲۰۰۲) در تحقیقی دیگر که روی اثرات علفکش بر ویژگی های میکروبی خاک انجام دادند، بیان داشتند که تعداد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن به طور قابل ملاحظه ای در ۷ الی ۱۴ روز پس از سمپاشی کاهش یافتند. به طور مشابهی، در تحقیق ما نیز با افزودن غلظت های بالاتر متری بیوزین جمعیت باکتریها به طور معنی داری کاهش یافته بود. به نظر می رسد حضور ازتوباکتر کرکوکوم و سودوموناس با تثبیت نیتروژن در خاک بستر بهتری را برای رشد و نمو گیاه فراهم می نماید. ولی در تیمار شاهد که تیمار ازتوباکتر کرکوکوم و سودوموناس نداشته ایم، متری بیوزین در محلول خاک باعث ایجاد شوک به باکتری ها شده و شرایط لازم برای رشد و تکثیر جمعیت به میزان لازم فراهم نبوده است، در نتیجه میزان جمعیت در تیمار شاهد و همچنین علفکش ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ گرمی نسبت به تیمارهای دیگر کمتر شده است (مارک رادوسویچ و همکاران، ۱۹۹۵). در همین راستا هانگ و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که پس از مصرف علفکش به مرور زمان از میزان جمعیت باکتری ها به عنوان گونه ای از تجزیه کنندگان علف-کش در خاک کاسته می شود و این روند کاهشی تا زمانی که شرایط برای تجزیه علفکش مهیا نشود، ادامه دارد.

بریسنو و همکاران (۲۰۰۷) آزمایشی با هدف بررسی تأثیر کودهای زیستی و بیولوژیک بر جمعیت میکروبی خاک و علفکش آترازین انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که اضافه کردن کودهای زیستی به ویژه سودوموناس فلورسنس و پوتیدا، مقدار این دو باکتری را در خاک تا ۵۴ و ۳۹ درصد به ترتیب افزایش داد. مقدار آترازین در خاک در اثر استفاده از هر سه گونه باکتری استفاده شده کاهش

پیدا کرد ولی تأثیر گونه فلورسنس بیشتر از بقیه بود. در آزمایشی دیگر توسط بولوک و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده شد که اضافه کردن آترازین و کودهای میکروبی به بستر کشت سیب زمینی مقدار رشد و عملکرد این گیاه را بهبود بخشید. با اضافه کردن علف‌کش، مقدار و فعالیت باکتری‌های خاک افزایش یافت. تثبیت کننده های نیتروژن مولکولی یکی از انواع کود های زیستی هستند که مکانیسم عمل میکروارگانیسم های موجود در این کود سبب افزایش نیتروژن موجود در خاک می شود (تیسدا، ۱۹۹۴).



شکل ۴-۱. مقایسه میانگین تعداد کلنی باکتری در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکتر کروکوکوم، T₅ - علف‌کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف‌کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف‌کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف‌کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف‌کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف‌کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف‌کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₂ - علف‌کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₃ - علف‌کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم.

۲-۴. تاثیر تیمارهای مختلف بر روی صفات مورفولوژیک گوجه فرنگی

۴-۲-۱- ارتفاع بوته

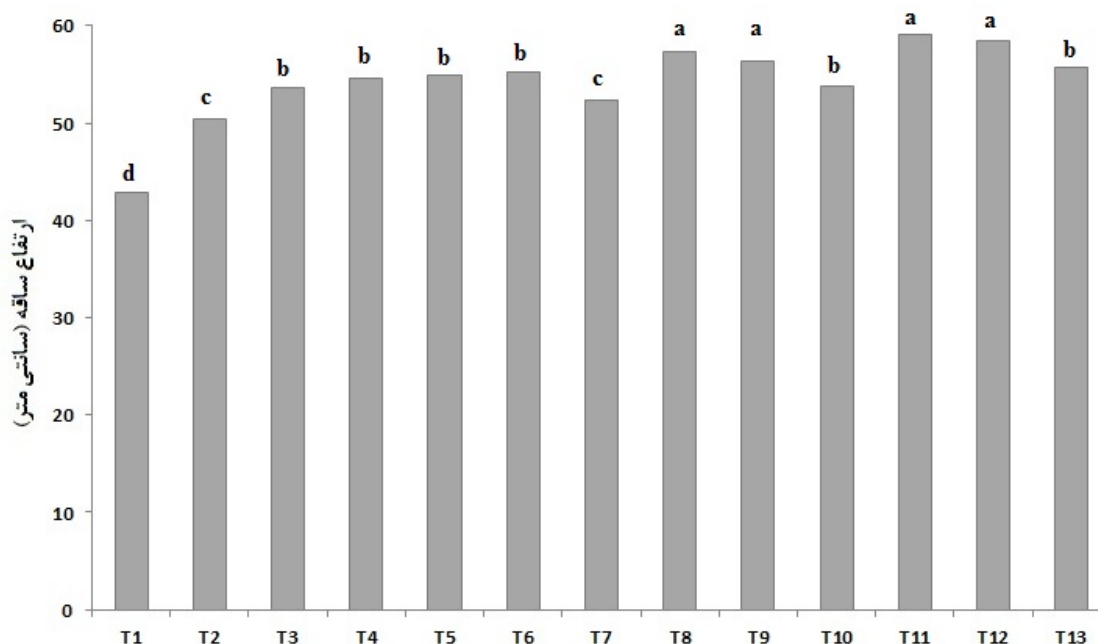
نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴-۱) که بین تیمارهای مختلف از نظر تاثیر بر ارتفاع ساقه گوجه فرنگی تفاوت معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت. در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر ارتفاع بوته ها مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که البته با تیمارهای ازتوباکترکروکوکوم + علف کش (۱۰۰۰ گرم)، سودوموناس + علف کش (۵۰۰ گرم)، و سودوموناس + علف کش (۱۰۰۰ گرم) در یک گروه آماری قرار داشتند و تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نگردید (شکل ۴-۱). نتایج نشان داد که کاربرد ۵۰۰ گرم و ۱۰۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۴/۹۷ درصدی و ۵/۵۴ درصدی میانگین ارتفاع بوته نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف کش گردید. این در حالی بود که تیمارهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم علف کش از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند.

همچنین تفاوت معنی داری بین کاربرد ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس به تنهایی در افزایش میانگین ارتفاع بوته مشاهده نگردید، هر چند استفاده از این دو نوع باکتری سبب افزایش معنی دار ارتفاع بوته نسبت به تیمار با علف هرز و بدون علف هرز گردید. در مطالعه ای قمری و احمدوند (۱۳۹۲)، نشان دادند که افزایش تراکم علف هرز منجر به کاهش معنی داری در صفات مورفولوژیک و عملکردی گیاه لوبیا می گردد. به نظر می رسد علف های هرز از طریق رقابت با گیاه زراعی سبب کاهش دسترسی گیاه به نور، آب و مواد غذایی شده و باعث کاهش صفات مورفولوژیک گیاه از جمله ارتفاع، وزن خشک، تعداد میوه و وزن آن می گردد.

در بین تیمارهای ترکیبی علف کش + سودوموناس، کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۶/۵ درصدی میانگین ارتفاع بوته در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ + سودوموناس گردید. کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۵/۷ درصدی ارتفاع بوته

نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. قابل ذکر است که تیمارهای علف- کش ۵۰۰ گرم+ ازتو باکترکروکوکوم و علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین با وجین به طور معنی داری سبب افزایش ارتفاع بوته گردیدند. تیمار علف کش ۵۰۰ + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۱۳/۶۴ درصدی ارتفاع بوته و تیمار علف کش ۵۰۰ + سودوموناس سبب افزایش ۱۷/۱ درصدی ارتفاع بوته در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین ارتفاع بوته نیز در تیمار شاهد با علف هرز مشاهده گردید (شکل ۴-۲).

در مطالعات مشابه بر روی گیاهان مختلف، زهیر و همکاران (۱۹۹۸) افزایش ۸/۵ درصدی ارتفاع بوته ذرت را که بذره‌های آن با باکتری ازتوباکترکروکوکوم تلقیح شده بودند، گزارش کردند. در تحقیقی که به منظور بررسی اثرات تلقیح باکتری های آزوسپیریلیوم و ازتوباکترکروکوکوم و نیز استفاده از مقادیر مختلف کود دامی روی عملکرد گیاه ذرت انجام شد، مشخص شد که ارتفاع، وزن خشک و عملکرد دانه ذرت در اثر تلقیح با باکتری های آزوسپیریلیوم و ازتوباکترکروکوکوم بطور معنی داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد (حاجیلو و همکاران، ۱۳۸۹). وو و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک باعث افزایش ارتفاع بوته ذرت شد. آنها دلیل این امر را افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود فتوسنتز و ساخت مواد در اثر افزایش سطح برگ عنوان کردند. همچنین ازتوباکترکروکوکوم قادر است با استفاده از مکانیسم های مختلفی همچون تثبیت نیتروژن اتمسفری، تولید هورمونهای نظیر اکسین ها، جیبرلین ها، سیتوکنین ها و ویتامینهای B، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در ریزوسفر، عملکرد را در گندم افزایش دهد (شارما، ۲۰۰۲). تولید سیدروفورها باعث افزایش آهن قابل جذب برای گیاه می شود که آهن مستقیماً در فتوسنتز گیاه نقش دارد. همچنین تولید سیتوکنین باعث افزایش تقسیم سلولی می شود که خود در افزایش ارتفاع تاثیرگذار است.



شکل ۴-۲. تاثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع ساقه گوجه فرنگی

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

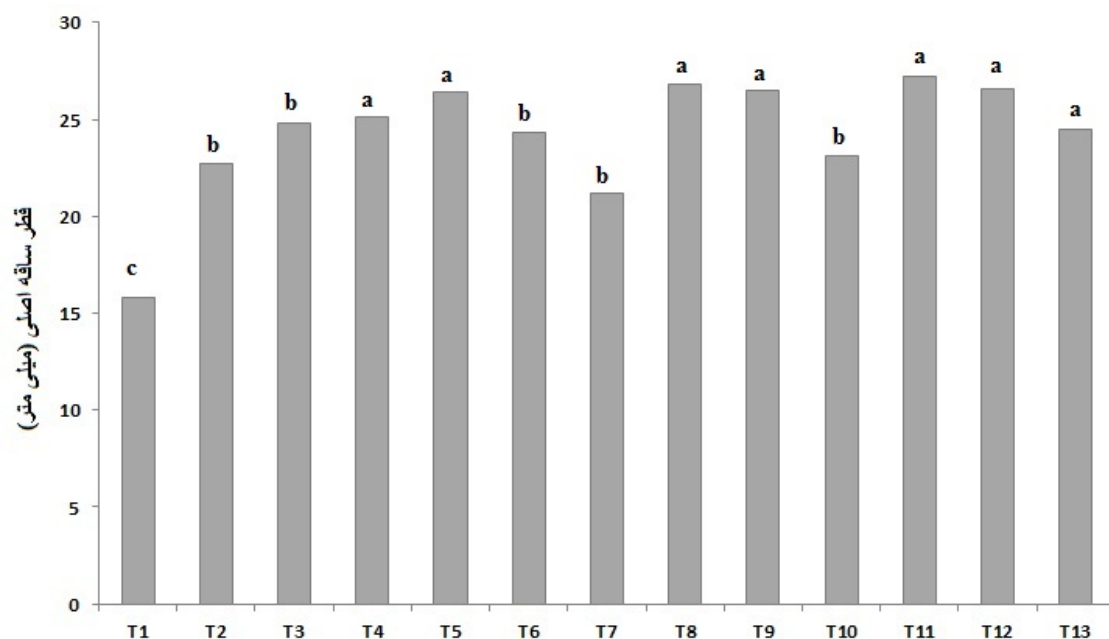
۴-۲-۲ - قطر ساقه اصلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴-۱) که تیمارهای مختلف در مقایسه با شاهد تاثیر معنی داری در سطح یک درصد بر قطر ساقه اصلی گوجه فرنگی داشتند. در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر قطر ساقه اصلی مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که البته با تیمارهای علف کش ۵۰۰ گرم، ازتوباکترکروکوکوم + علف کش (۱۰۰۰ گرم)، سودوموناس +

علف‌کش (۵۰۰ گرم)، و سودوموناس + علف‌کش (۱۰۰۰ گرم)، در یک گروه آماری قرار داشتند و تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نگردید. کاربرد ۵۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۲۴/۵۲ درصدی میانگین قطر ساقه اصلی نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف‌کش گردید. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۱۲/۷۵ درصدی میانگین قطر ساقه اصلی در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم گردید. این نتایج گویای این می باشد که استفاده از علف‌کش به میزان ۵۰۰ گرم، غلظت مناسب‌تری در مقایسه با غلظت های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرمی می باشد. تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین قطر ساقه اصلی مشاهده نگردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف‌کش + سودوموناس، کاربرد علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۶/۰۱ درصدی میانگین قطر ساقه در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید، در حالی که تفاوت معنی داری بین دو تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم علف‌کش از نظر تاثیر بر این صفت مشاهده نگردید. در بین تیمارهای علف‌کش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۱/۰۲ درصدی قطر ساقه نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۸/۵۷ درصدی قطر ساقه نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید.

براساس نتایج بدست آمده تیمارهای علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین با وجین به طور معنی داری سبب افزایش قطر ساقه اصلی گردیدند. تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۱۹/۸۲ درصدی قطر ساقه اصلی و تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۵/۲۹ درصدی ارتفاع بوته در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. احتمالاً حضور باکتریها منجر به تجزیه علف کش‌ها شده و نهایتاً با حذف علف‌کش‌ها سبب افزایش صفات فیزیولوژیک گیاه می گردد. کمترین میانگین ارتفاع بوته نیز در تیمار شاهد با علف هرز مشاهده شد (شکل ۳-۴).

بر اساس گزارش های موجود، سودوموناس ها و ازتوباکتر کروکوکوم از باکتری هایی هستند که بطور معمول در خاک و ریزوسفر دیده می شوند و حضور این باکتری ها در خاک سبب افزایش رشد گیاهان و یا کاهش جمعیت میکروارگانیسم های مضر در آزمایشات گلخانه ای و مزرعه ای می گردد (بورد و همکاران، ۲۰۰۰). افزودن این باکتری ها به خاک علاوه بر فراهم شدن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و رشد اندام های هوایی گیاه موجب افزایش قطر ساقه گیاه نیز می گردد. از طرفی این باکتری ها با تجزیه زیستی علف کش مانع از اثرات سوء آن بر روی رشد گیاه و همچنین طبیعت می شوند (متولی و همکاران، ۲۰۰۴).



شکل ۴-۳. مقایسه قطر ساقه اصلی گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکتر کروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم.

۴-۲-۳ - قطر ساقه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری بر روی میانگین قطر ساقه فرعی گوجه فرنگی نداشتند (جدول ۴-۱). با این وجود کمترین میانگین قطر ساقه فرعی در شاهد با علف هرز و بیشترین میانگین قطر ساقه فرعی در تیمار کاربرد ازتوباکترکروکوکوم به تنهایی مشاهده گردید.

۴-۲-۴ - تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری بر تعداد شاخه فرعی گوجه فرنگی نداشتند (جدول ۴-۱). با این حال کمترین میانگین تعداد شاخه فرعی در تیمار شاهد با علف هرز و بیشترین میانگین تعداد شاخه فرعی در تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم مشاهده گردید.

۴-۲-۵ - وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴-۱) که تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری در سطح ۰/۰۵ بر وزن خشک برگ گوجه فرنگی داشتند. در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر وزن خشک برگ مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که البته با تیمارهای ازتوباکترکروکوکوم + علف کش (۱۰۰۰ گرم)، و سودوموناس + علف کش (۵۰۰ گرم)، در یک گروه آماری قرار داشتند و تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نگردید.

کاربرد ۵۰۰ گرم علفکش باعث افزایش ۷/۸ درصدی میانگین وزن خشک برگ نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علفکش گردید. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علفکش باعث افزایش ۴/۶۸ درصدی میانگین وزن خشک برگ در مقایسه با علفکش ۱۵۰۰ گرم گردید. این نتایج گویای این می باشد که استفاده از علفکش ۵۰۰ گرم غلظت مناسبتری در مقایسه با غلظت های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرم می باشد.

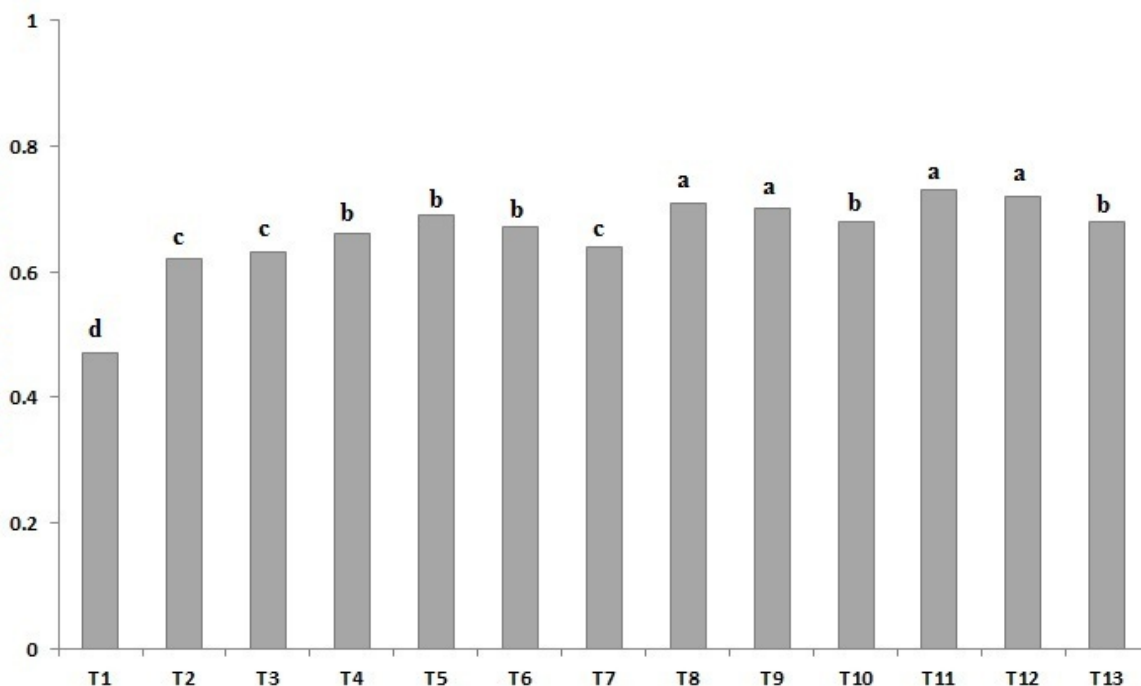
تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین وزن خشک برگ مشاهده نگردید. در بین تیمارهای ترکیبی علفکش + سودوموناس، کاربرد علفکش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۴/۴۱ درصدی میانگین وزن خشک برگ در مقایسه با علفکش ۱۵۰۰ + سودوموناس گردید، در حالی که تفاوت معنی داری بین دو تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرمی علف-کش مشاهده نگردید. در بین تیمارهای کاربرد علفکش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علفکش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۷/۳۵ درصدی وزن خشک برگ نسبت به تیمار علفکش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علفکش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۵/۸۸ درصدی وزن خشک برگ نسبت به تیمار علفکش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید.

نتایج نشان داد که تیمارهای علفکش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علفکش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین با وجین به طور معنی داری سبب افزایش وزن خشک برگ گردیدند. تیمار علفکش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۱۷/۷۴ درصدی وزن خشک برگ و تیمار علفکش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۴/۵۱ درصدی وزن خشک برگ در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین وزن خشک برگ نیز در تیمار شاهد با علف هرز مشاهده گردید (شکل ۴-۴).

باکتری‌های ازتوباکترکروکوکوم موجود در خاک از طریق تامین نیتروژن تمامی مولفه های موثر بر عملکرد و عملکرد بیولوژیک را تحت تاثیر قرار می دهند. بنابراین افزودن آنها به خاک علاوه بر عناصر

غذایی ماکرو مانند ازت، فسفر و پتاسیم، عناصر میکرو مانند آهن، مس، روی و منگنز را که در فعالیت های حیاتی نقش اساسی دارند فراهم نموده و با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد گیاه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را فراهم آورده است (متولی و همکاران، ۲۰۰۴). گزارش شده است که افزایش در وزن کل گیاه به وسیله ریزوباکترها به واسطه افزایش در جذب عناصر غذایی و در نتیجه رشد بهتر گیاه می باشد (زید و همکاران، ۲۰۰۳). در واقع، علفهای هرز اثرات خود را به صورت رقابت با گیاهان زراعی برای استفاده از نور، مواد غذایی، آب و مکان نشان می دهند. برای مثال، با انتشار سریع و نفوذ زیاد ریشه ها در خاک، از آب و مواد غذایی خاک بیشتر استفاده می نمایند. از طرفی رقابت علفهای هرز با گیاهان زراعی برای استفاده بیشتر از نور و فضا با کاهش کربن گیری و سرانجام قابل توجه محصولات نیز همراه است که با کاهش شدید وزن تر و خشک برگ محصولات زراعی همراه می باشد (باغستانی میبیدی و همکاران، ۱۳۸۳). به همین منظور در تحقیق ما وجود علف های هرز نه تنها سبب کاهش وزن تر گیاه گردیده است، بلکه سبب کاهش چشمگیری در وزن خشک گیاه نیز شده است. بنابراین افزودن علف کش ها، نه تنها سبب کنترل رشد علف های هرز می گردد، بلکه محیطی مناسب برای افزایش رشد و تقویت خصوصیات مورفولوژیک، از جمله وزن تر و خشک ساقه و برگ گیاهان زراعی می گردد (باغستانی میبیدی و همکاران، ۱۳۸۳).

براساس نتایج اروجی و همکاران (۱۳۸۹) کاربرد علف کش و کودنیتروژن نشان داد که بیشترین بیومس و بهترین کنترل علف هرز مربوط به تیمار علف کش و کود اوره بود که با کنترل کامل علف های هرز گل جالیز باعث تولید بیشترین وزن خشک در گیاه گوجه فرنگی شد.



شکل ۴-۴. مقایسه وزن خشک برگ گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

۴-۲-۶ - وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف در مقایسه با تیمار شاهد تاثیر معنی داری در سطح ۰/۰۵ بر میانگین وزن خشک ساقه گوجه فرنگی داشتند (جدول ۴-۱). در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر روی میانگین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که بعد از آن تیمارهای سودوموناس + علف کش

(۵۰۰ گرم) و ازتوباکترکروکوکوم + علف کش (۱۰۰۰ گرم) و سودوموناس + علف کش (۱۰۰۰ گرم)، به ترتیب بیشترین تاثیر را بر افزایش وزن خشک ساقه نشان دادند.

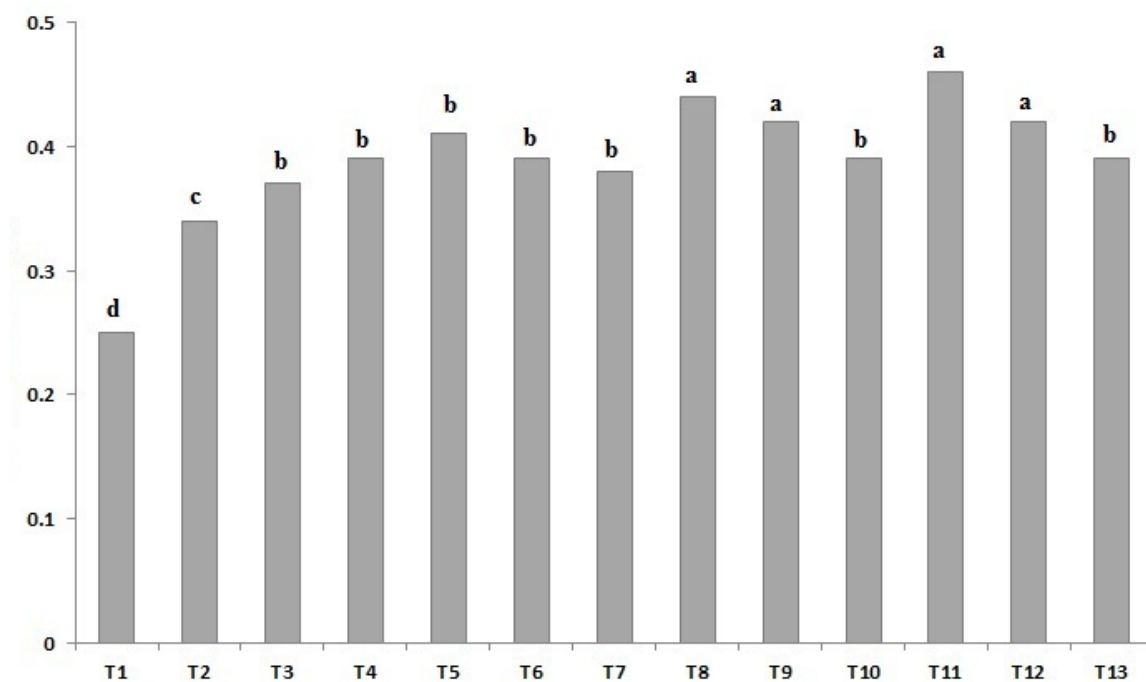
کاربرد ۵۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۷/۸۹ درصدی میانگین وزن خشک ساقه نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف کش گردید. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۲/۶۳ درصدی افزایش میانگین وزن خشک ساقه در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم گردید که از این لحاظ تفاوت معنی داری بین این دو تیمار ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرمی مشاهده نگردید. این نتایج گویای این می باشد که استفاده از علف کش ۵۰۰ گرم غلظت مناسبتری در مقایسه با غلظت های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرمی در افزایش وزن خشک ساقه می باشد.

تفاوت معنی داری بین تیمارهای کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین وزن خشک ساقه مشاهده نگردید، هر چند استفاده از ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش بیشتری (۲/۶۳ درصد بیشتر) در مقایسه با سودوموناس در افزایش میانگین وزن خشک ساقه گردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف کش + سودوموناس، کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۲/۸۲ درصدی میانگین وزن خشک ساقه در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید، در حالی که علف کش ۱۰۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۷/۶۹ درصدی وزن خشک ساقه در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید. در بین تیمارهای علف کش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۷/۹۴ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۷/۶ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید.

تیمارهای علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین با وجین به طور معنی داری سبب افزایش وزن خشک ساقه گردیدند.

تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکوکوکوم سبب افزایش ۳۵/۲۹ درصدی وزن خشک ساقه و تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۲۹/۴۱ درصدی وزن خشک ساقه در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین وزن خشک ساقه مجدداً در تیمارشاهد با علف هرز مشاهده شد (شکل ۴-۵). به نظر می رسد با افزودن تیمارهای باکتری، موجب بهبود فعالیت های میکروبی خاک و بهتر فراهم کردن عناصر ماکرو و میکرو مورد نیاز گیاه می شود و تلفات عناصر را از خاک کاهش می دهند و می توانند ضمن دستیابی به عملکرد مطلوب تداوم آنرا در طی زمان حفظ کنند (یادی و همکاران، ۲۰۰۰؛ یادویندر و همکاران، ۲۰۰۴). حضور علف های هرز منجر به کاهش دسترسی گیاه به مواد غذایی اصلی و همچنین املاح مورد نیاز می گردد که باعث کاهش صفات مورفولوژیک گیاه از جمله وزن خشک آن می گردد. در مطالعه قمری و احمدوند (۱۳۹۲)، نشان دادند که افزایش علف هرز منجر به کاهش معنی داری در صفات مورفولوژیک و عملکردی گیاه لوبیا، از جمله وزن خشک آن می گردد. هر چند افزودن علف کش ها تا حدود زیادی سرعت رشد، و همچنین جمعیت علف های هرز را کاهش داده و از این طریق منجر به تقویت رشد گیاه می گردد.

براساس نتایج اروجی و همکاران (۱۳۸۹) گل جالیز قادر است سرعت اسیمیلاسیون کربن و وزن خشک گیاه میزبان را به ترتیب ۲۰ و ۵۰ درصد کاهش دهد. کاربرد علف کش باعث کنترل کامل گل جالیز شده اما سرعت اسیمیلاسیون کربن را در گیاه میزبان حدود ۱۴ درصد کاهش می دهد. این درحالی است که کاربرد کود اوره ضمن کاهش ۱۸ درصدی سرعت فتوسنتز منجر به کنترل گل جالیز می شود. کاربرد علف کش و اوره با هم منجر به کنترل کامل گل جالیز و بیشترین بیومس در گیاه میزبان می شود. کاربرد علف کش منجر به کنترل کامل گل جالیز و کاربرد کود اوره به دلیل فراهم نمودن نیتروژن بیشتر در برگ منجر به افزایش سرعت و میزان اسیمیلاسیون در گوجه فرنگی های آلوده شد.



شکل ۴-۵. مقایسه وزن خشک ساقه گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

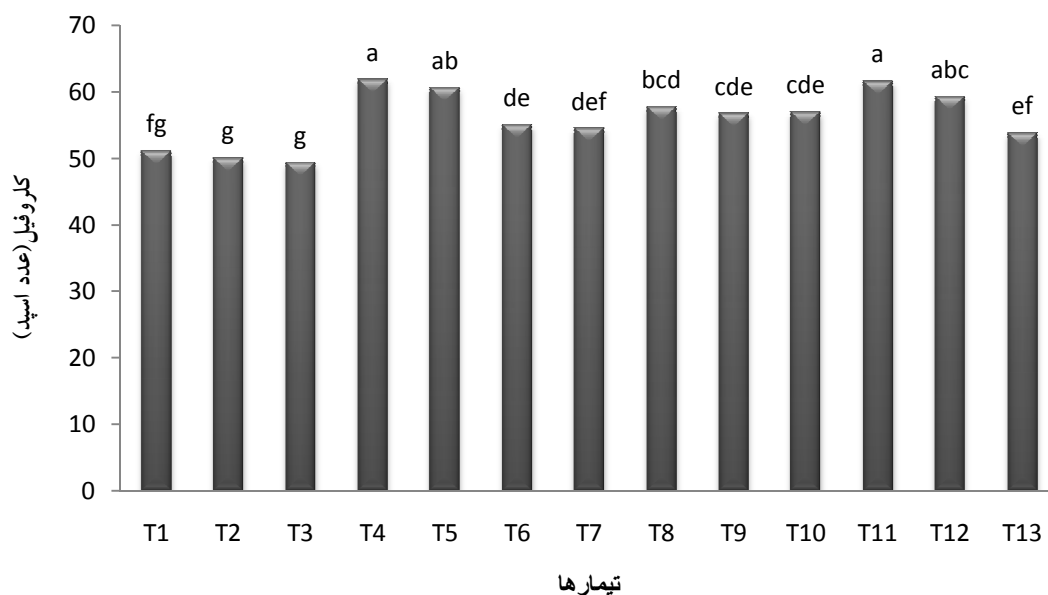
T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علفکش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علفکش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علفکش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علفکش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علفکش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علفکش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علفکش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علفکش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علفکش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

۴-۳- صفات فیزیولوژیک

۴-۳-۱- کلروفیل

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۲)، اثر تیمارهای بکار رفته بر محتوای کلروفیل برگ در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم بود که البته با تیمارهای علف کش (۵۰۰ گرم) + ازتوباکترکروکوکوم و علف-کش (۱۰۰۰ گرم) + ازتوباکترکروکوکوم در یک گروه آماری قرار داشت. کمترین مقدار کلروفیل نیز مربوط به تیمار عدم وجین علف هرز و باکتری سودوموناس فلورسنس بود (شکل ۴-۶). در بین تیمارهای دارای علف کش بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار ۵۰۰ گرم علف کش متری بیوزین + ازتوباکترکروکوکوم و در بین تیمارهایی که علف کش به تنهایی به کار برده شده بود، کاربرد ۵۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۱۱/۱۸ درصدی میزان کلروفیل نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف کش گردید. این در حالی بود که تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرم علف کش از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند. در بین تیمارهای ترکیبی علف کش + سودوموناس اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. در بین تیمارهای کاربرد ترکیبی علف کش + ازتوباکترکروکوکوم اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد به طوری که کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۴/۵ درصدی میزان کلروفیل نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. شهقلی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد کاربرد ترکیبی ورمی کمپوست با باکتری ازتوباکترکروکوکوم بیشترین تاثیر بر میزان کلروفیل برگ گوجه فرنگی داشت، درحالیکه باکتری سودوموناس فلورسنس بر روی مقدار کلروفیل برگ تاثیر معنی داری نشان نداد. پژوهش ها نشان داده است که باکتری های محرک رشد گیاه نقش مفید و موثری بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد برنج از طریق افزایش شاخه دهی ریشه داشته اند (احتشامی و همکاران، ۱۳۸۹). توسعه ریشه دسترسی به منابع را زیاد کرده و بر رشد

گیاه تاثیر مثبت دارد. افزایش میزان کلروفیل برگ ذرت در غلظت های پایین کاربرد علف کش متری بیوزین در ترکیب با کاربرد میکوریزا توسط مکاریان و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش شده است. به نظر می رسد علف کش از طریق کنترل مطلوب علف های هرز دسترسی گیاه زراعی را به منابع افزایش داده و لذا سبب افزایش محتوای کلروفیل برگ شده است. البته در منابع دیگری گزارش شده است که تجزیه آترازین در گیاه ذرت سبب افزایش میزان کلروفیل گردیده است (کایماک و همکاران، ۲۰۰۶)، و از آنجا که متری بیوزین و آترازین هر دو از خانواده تراپازین ها هستند، لذا افزایش محتوای کلروفیل برگ گوجه فرنگی می تواند در اثر تجزیه علف کش در گیاه اتفاق افتاده باشد که نیاز به بررسی های بیشتری دارد.



شکل ۴-۶. مقایسه محتوای کلروفیل در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکتر کروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم.

۴-۳-۲- محتوای نسبی آب (RWC)

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۲)، اثر تیمارهای بکار رفته بر محتوای نسبی آب برگ در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ مربوط به تیمار سودوموناس به میزان ۹۰/۸۵ درصد و کمترین میزان مربوط به تیمار عدم وجین علف هرز به میزان ۶۲/۷۷ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد کاربرد تنهایی علف کش تاثیر معنی داری بر محتوای نسبی آب نداشت، اما کاربرد ترکیبی علف کش + سودوموناس و همچنین علف کش + ازتوباکترکروکوکوم تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نشان داد، به طوری که کاربرد ۵۰۰ گرم علف کش + سودوموناس باعث افزایش ۱۳/۸۷ درصدی محتوای نسبی نسبت به تیمار کاربرد علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید (شکل ۴-۷). به نظر می رسد حضور علف هرز در کنار گیاه زراعی، باعث ایجاد محدودیت در جذب آب توسط گیاه می گردد. در همین راستا (احمدی و همکاران، ۲۰۰۸) گزارش دادند علف های هرز از جمله عوامل اصلی محدود کننده تولید محصولات زراعی هستند که برای منابعی همچون رطوبت، عناصر غذایی، نور و فضا به رقابت با گیاه زراعی می پردازند. مالیک و تسفای (۱۹۸۵) تاثیر تعدادی از آفت کش ها را در دو مقدار مصرف شامل مقدار توصیه شده و پنج یا ده برابر توصیه شده بر گره بندی، احیای استیلن، مقدار نیتروژن کل و رشد ریشه و بخش هوایی سویا مطالعه نموده و بیشترین اثرات منفی را برای علف کش ها و کمترین اثرات منفی را برای قارچ کش ها گزارش کردند. به نظر می رسد در کانوپی هایی که علف هرز و گیاه زراعی در کنار هم هستند، علف هرز در جذب نور توسط گیاه محدودیت ایجاد کرده و امکان دارد با سایه اندازی بر روی گیاه اصلی باعث تغییر در شدت نور گردد که در نتیجه آن کلروفیل کاهش پیدا می کند. مطالعات مالیک و تسفای (۱۹۸۵) حاکی از افزایش اثرات منفی آفت کش ها به ویژه علف کش ها و بعضی از حشره کش ها با افزایش مقدار مصرف آنها بود، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط وجود علف هرز محتوای نسبی آب نسبت به شرایط وجین کاهش

پیدا می کند. همچنین کاربرد ترکیبی متری بیوزین به میزان ۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار همراه با تلقیح باکتری ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش معنی دار محتوای نسبی آب نسبت به تیمار عدم وجین گردید. کاربرد ازتوباکترکروکوکوم به تنهایی به طور معنی داری محتوای نسبی آب را نسبت به عدم وجین و حتی وجین علف هرز افزایش داد. براساس نتایج این آزمایش کاربرد کودهای زیستی نظیر ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس فلورسنس به تنهایی یا در تلفیق با غلظت ۵۰۰ گرم علف کش متری بیوزین در هکتار می توانند باعث بهبود محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ گوجه فرنگی شده و رشد و عملکرد آن را افزایش دهند.



شکل (۴-۷) نمودار محتوای نسبی آب برگ گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

۴-۴- صفات مربوط به عملکرد

۴-۴-۱- تعداد میوه نارس

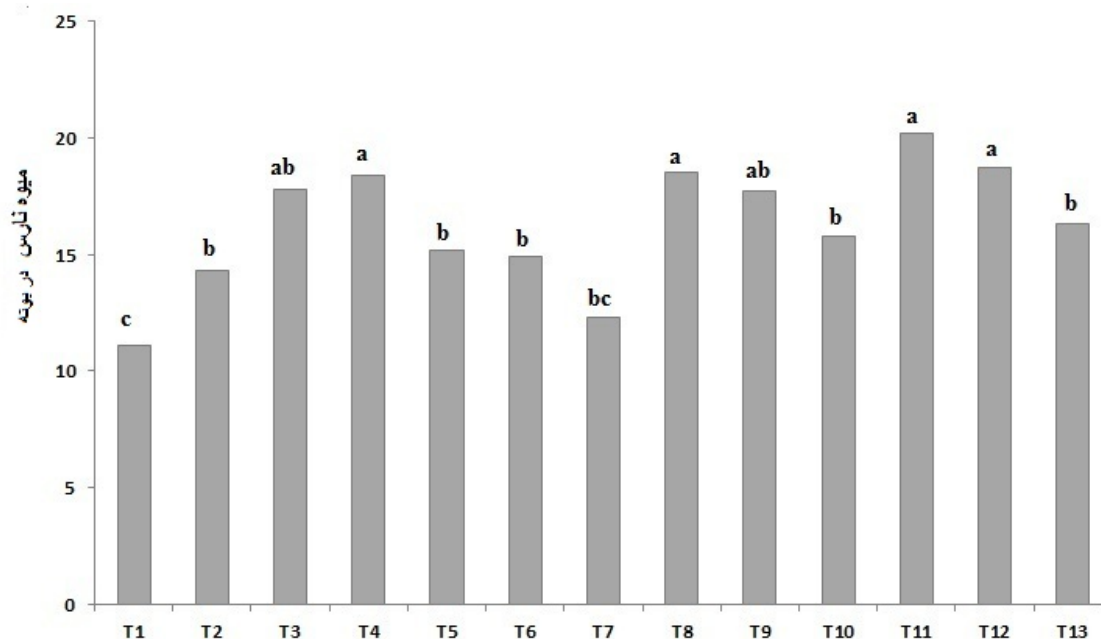
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد (جدول ۴-۳) که تاثیر تیمارهای آزمایشی بر تعداد میوه نارس در سطح یک درصد معنی دار بود. در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر تعداد میوه نارس مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که بعد از آن تیمارهای ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم)، سودوموناس + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) و متری بیوزین ۵۰۰ گرم بود. کمترین تاثیر نیز مربوط به تیمار شاهد با علف هرز بود.

کاربرد ۵۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۲۳/۵ درصدی میانگین تعداد میوه نارس نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف کش گردید. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۲۱/۱۳ درصدی میانگین تعداد میوه نارس در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم گردید که از این لحاظ تفاوت معنی داری بین تیمارهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرمی با تیمار ۱۵۰۰ گرمی علف کش مشاهده گردید.

همچنین تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش تعداد میوه نارس مشاهده نگردید، هر چند استفاده از ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش بیشتری (۳/۳۷ درصد بیشتر) در مقایسه با سودوموناس در افزایش میانگین تعداد میوه نارس گردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف کش + سودوموناس تفاوت معنی داری مشاهده گردید. بطوریکه کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۳/۰۸ درصدی میانگین تعداد میوه نارس در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید، در حالی که علف کش ۱۰۰۰ گرم + سودوموناس تنها سبب افزایش ۱۲/۰۲ درصدی تعداد میوه نارس در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید. در بین تیمارهای علف کش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری مشاهده شد. بطوریکه کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۲۳/۹۲ درصدی تعداد میوه نارس نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف کش به

میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۴/۷۲ درصدی تعداد میوه نارس نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید.

براساس نتایج بدست آمده تیمارهای علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین با وجین به طور معنی داری سبب افزایش میوه نارس گردیدند. تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۲۹/۵۵ درصدی میوه نارس و تیمار علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۴۱/۴۵ درصدی میوه نارس در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین تعداد میوه نارس مجدداً در تیمار شاهد با علف هرز مشاهده گردید (شکل ۴-۸). در واقع، علفهای هرز نه تنها اثرات خود را به صورت رقابت با گیاهان زراعی برای استفاده از نور، مواد غذایی، آب و مکان نشان می‌دهند بلکه بسیاری از آنها از ریشه‌های در حال حیات و یا مرده خود مواد ترشح می‌کنند که موجب کاهش نمو و کاهش وزن تر و خشک گیاه و همچنین کاهش تعداد میوه های رسیده در بسیاری از گیاهان زراعی می‌شوند (باغستانی میبیدی و همکاران، ۱۳۸۳). برای مثال در یک مطالعه ای، علف های هرز سبب کاهش شدید در تعداد بذره‌های گندم، و وزن خشک آن شده اند. در یک مطالعه مشابه دیگری، افزایش علف هرز نه تنها منجر به کاهش وزن خشک گیاه گوجه فرنگی گردیده، بلکه تعداد میوه های نارس نیز افزایش داشته بود (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۰). در مطالعه موسوی (۱۳۸۸)، علف های هرز منجر به کاهش نخود و همچنین عملکرد و فاکتورهای رویشی گندم شده بودند.



شکل ۴-۸. مقایسه میانگین تعداد میوه نارس گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علفکش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علفکش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علفکش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علفکش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علفکش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علفکش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علفکش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علفکش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علفکش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

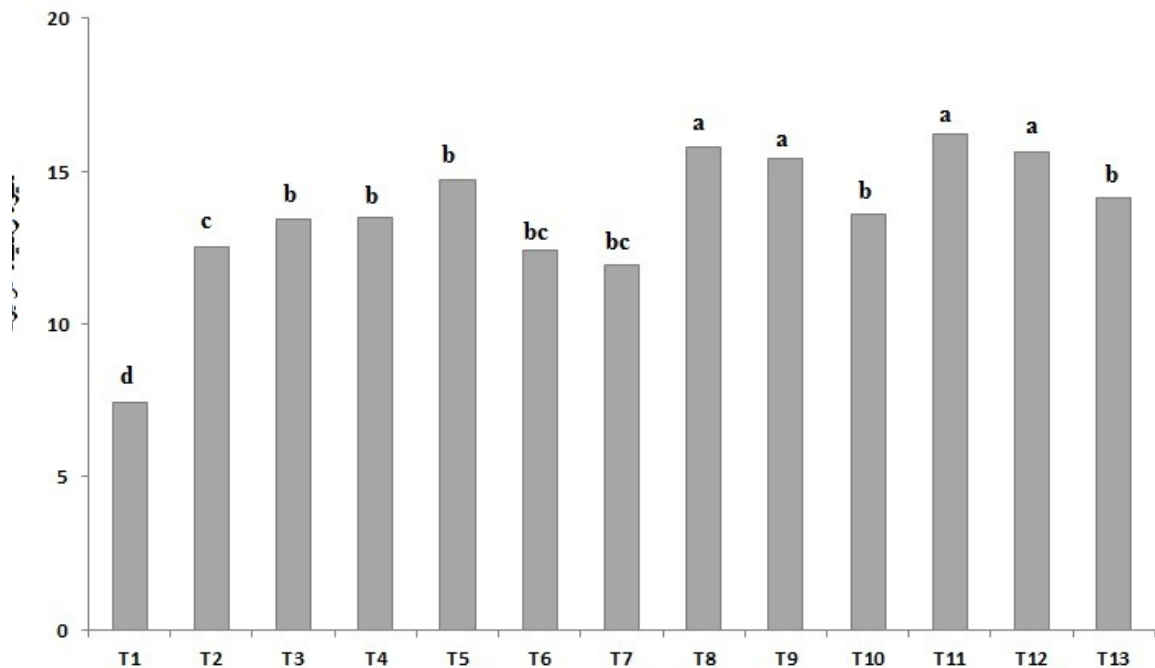
۴-۴-۲- تعداد میوه رسیده

نتایج تجزیه واریانس داده ها حاکی از تاثیر معنی دار تیمارهای آزمایش بر صفت تعداد میوه رسیده بود (جدول ۴-۳). در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر تعداد میوه رسیده مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که بعد از آن به ترتیب تیمارهای سودوموناس + متری بیوزین (۵۰۰ گرم)، و ازتوباکترکروکوکوکوم + متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم) قرار داشتند. کمترین مقدار این صفت نیز مربوط به تیمار شاهد با علف هرز بود.

کاربرد ۵۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۲۳/۵۲ درصدی میانگین تعداد میوه رسیده نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف‌کش گردید، که این تفاوت معنی داری بود. این در حالی بود که بین تیمار ۱۰۰۰ گرم علف‌کش با ۱۵۰۰ گرم تفاوت معنی داری از نظر تاثیر بر صفت مذکور مشاهده نگردید. با توجه به نتایج حاصله بهترین تیمار شامل ازتوباکترکروکوکوم + علف‌کش ۵۰۰ گرم، ازتوباکترکروکوکوم + علف‌کش ۱۰۰۰ گرم و همچنین سودوموناس + علف‌کش ۵۰۰ گرم و سودوموناس + علف‌کش ۱۰۰۰ گرم می باشند که سبب افزایش در تعداد میوه های رسیده گردیدند، هر چند علف‌کش در ۵۰۰ گرم به تنهایی تقریباً نتایج مطلوبی در افزایش تعداد میوه های رسیده داشت. به نظر می رسد استفاده از دوزهای زیاد سموم به ویژه سم متری‌بیوزین تنها، منجر به افزایش مانده گاری آنها در خاک و همچنین افزایش جذب آنها توسط گیاه می گردد که با اختلال در ترشحات هورمونی، متابولیسمی، فعالیت های فیزیولوژیک و عملکردی گیاه همراه باشد (فایرچیلد و همکاران، ۱۹۹۵). مطالعات متعدد دیگری حاکی از تاثیر آفت کش ها و به ویژه علف‌کش ها در غلظت های زیاد بر کاهش رشد، میزان تثبیت بیولوژیک نیتروژن و ویژگی های مرتبط با آن در بقولات می باشند (زابولوتویچ و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین تعداد میوه رسیده مشاهده نگردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف‌کش + سودوموناس، اختلاف معنی داری وجود داشت. به نحوی که کاربرد علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۶/۱۷ درصدی میانگین تعداد میوه رسیده در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید، در حالی که علف‌کش ۱۰۰۰ گرم + سودوموناس تنها سبب افزایش ۱۳/۲۳ درصدی تعداد میوه رسیده در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید و از این لحاظ تفاوت معنی داری بین تیمارهای سودوموناس + دوز کم علف‌کش و سودوموناس + دوز متوسط مشاهده نگردید، هر چند که در مقایسه با تیمار سودوموناس + دوز بالای علف‌کش این تفاوت معنی دار بود. در بین تیمارهای علف‌کش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم

باعث افزایش ۱۴/۸۹ درصدی تعداد میوه رسیده نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم نیز باعث افزایش ۱۰/۶۳ درصدی تعداد میوه رسیده نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. تیمارهای علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علف-کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین با وجین به طور معنی داری سبب افزایش میوه رسیده گردیدند. تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۲۶/۴ درصدی میوه رسیده و تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۲۹/۶ درصدی میوه رسیده در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین تعداد میوه رسیده در تیمارشاهد با علف هرز بدست آمد (شکل ۴-۹). حسینی و همکاران (۱۹۸۷) اظهار کردند باکتری ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۶ درصدی عملکرد گیاه ذرت شده است. در پژوهشی که توسط کایماک و همکاران (۲۰۰۶) انجام شد به این نتیجه رسیدند که تلقیح گیاه با باکتری های محرک رشد سبب افزایش شاخص های متعددی مانند سرعت جوانه زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، کنترل عوامل بیماری زا، سطح برگ، محتوای کلروفیل، مقاومت به خشکی، وزن ریشه و اندام هوایی و فعالیت میکروبی شد. همچنین کاربرد ورمی کمپوست درکشت گیاه گوجه فرنگی باعث افزایش شاخص هایی نظیر عملکرد محصول و محتوای کربوهیدرات در میوه ها شد (فدریکو و همکاران، ۲۰۰۷). همین محققین دلیل تاثیر مثبت ورمی کمپوست بر رشد گیاهان را وجود میکروارگانیسم های هوازی مفید مانند ازتوباکترها و همچنین مواد پیت مانند با ظرفیت هوادهی و نگهداری آب بالا و سطوح زیاد جذب عناصر غذایی در این کود می توان بیان کردند. به نظر می رسد باکتری ها از طریق تجزیه متری بیوزین، تثبیت نیتروژن خاک، منجر به افزایش رشد و تشکیل میوه و در نهایت افزایش عملکرد میوه می شوند (علیم و همکاران، ۲۰۰۳).

طبق پژوهش های انجام شده توسط چاد و همکاران (۲۰۰۶) ترکیب علف کش و کود می تواند ضمن کنترل علف های هرز موجب رشد بهتر گیاه زراعی و افزایش عملکرد شود.



شکل ۴-۹. مقایسه میانگین تعداد میوه رسیده گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

۴-۳-۴ - تعداد کل میوه ها (شامل رسیده و نارس)

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تعداد کل میوه در سطح یک درصد تحت تاثیر تیمارهای آزمایش معنی دار بود (جدول ۴-۳). براساس مقایسه میانگین ها در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر روی تعداد میوه رسیده مربوط به تیمار ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که بعد از آن به ترتیب تیمارهای سودوموناس + متری بیوزین (۵۰۰ گرم)، و ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم)، بیشترین تاثیر را بر روی تعداد میوه رسیده داشتند. کمترین تاثیر مربوط به تیمار شاهد با علف هرز بود.

کاربرد ۵۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۲۳/۵۵ درصدی میانگین تعداد کل میوه نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف‌کش گردید، که این تفاوت معنی داری بود. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۱۲/۸ درصد افزایش میانگین تعداد میوه رسیده در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم گردید که از این لحاظ تفاوت معنی داری بین تیمار علف‌کش های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم با تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرمی مشاهده گردید. تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین تعداد کل میوه مشاهده نگردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف‌کش + سودوموناس، اختلاف معنی داری مشاهده گردید. کاربرد علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۶/۶۶ درصدی میانگین تعداد کل میوه در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید، در حالی که علف‌کش ۱۰۰۰ گرم + سودوموناس تنها سبب افزایش ۱۲/۵۸ درصدی تعداد کل میوه در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید، بنابراین از این لحاظ تفاوت معنی داری بین تیمارهای سودوموناس + علف‌کش ۵۰۰ گرم و سودوموناس + علف‌کش ۱۰۰۰ گرم مشاهده نگردید، هر چند که در مقایسه با تیمار سودوموناس + علف‌کش ۱۵۰۰ گرم این تفاوت معنی دار بود. در بین تیمارهای علف‌کش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۹/۷۳ درصدی تعداد کل میوه نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم نیز باعث افزایش ۱۲/۸۲ درصدی تعداد کل میوه نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. تیمارهای علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم و علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین شاهد با وجین به طور معنی داری سبب افزایش میوه رسیده گردیدند. تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۳۵/۵۴ درصدی کل میوه و تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۲۸/۰۸ درصدی کل میوه در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین تعداد کل میوه مجددا در گروه شاهد با علف هرز بود (شکل ۴-۱۰).

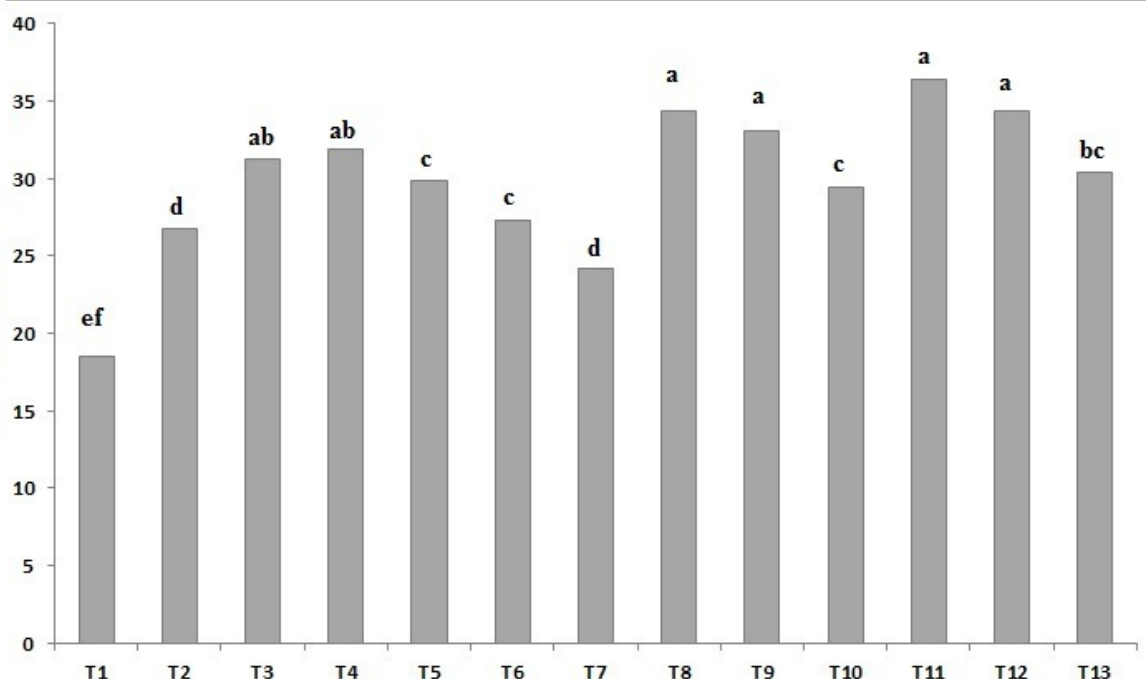
فاگلیاری و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است دوزهای بالای علف کش گلایفوسیت علی رغم کنترل خوب گل جالیز، باعث ایجاد خسارت به گوجه فرنگی شدند و ماده خشک آن را کاهش دادند که می توان با کاهش دوز مصرفی این علف کش ها و تکرار کاربرد آن ها در طول فصل رشد گوجه فرنگی نتایج مطلوب تری را به دست آورد. پارکر و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که با کاربرد دوزهای پایین گلایفوسیت در محصولاتی مانند آفتاب گردان، گوجه فرنگی، کرفس و ماش می توان گل جالیز را کنترل نمود.

براساس نتایج (ناندولا و همکاران ۱۹۹۹) گلایفوسیت با دوز بالا به گیاه گوجه فرنگی صدمه می رساند.

براساس نتایج تکاسی و همکاران (۱۳۸۹) دوزهای بالای علف کش باعث خسارت به گوجه فرنگی شد.

نتایج تکاسی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد دوزهای بالای علف کش باعث پیچیده و چروک شدن برگ

های انتهایی و بنفش شدن رگبرگ ها خصوصا در رگبرگ های جوان انتهایی بود.



شکل ۴-۱۰. مقایسه میانگین تعداد کل میوه گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

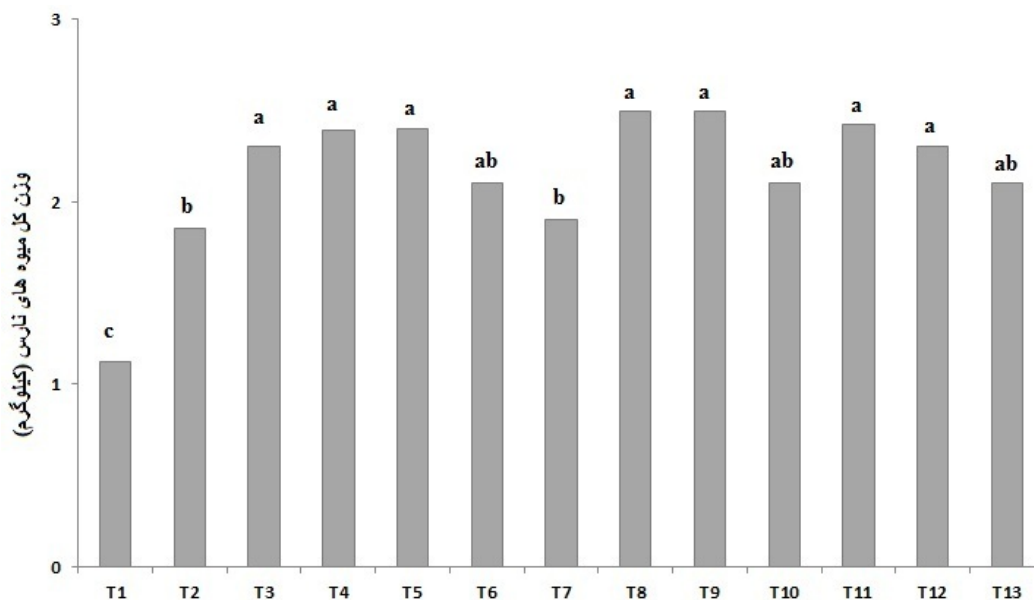
T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم..

۴-۴-۴- وزن میوه نارس

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که مقایسه میانگین وزن میوه نارس در سطح یک درصد در بین تیمارهای مختلف معنی دار بود (جدول ۴-۳). در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر روی میانگین وزن میوه نارس مربوط به تیمار سودوموناس + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) و سودوموناس + متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم)، بود، که بعد از آن به ترتیب تیمارهای ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم)، متری بیوزین ۵۰۰ گرم، و ازتوباکترکروکوکوم بیشترین تاثیر را داشتند. کمترین تاثیر مربوط به تیمار شاهد با علف هرز بود.

کاربرد ۵۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۲۶/۳۱ درصدی میانگین وزن میوه نارس نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف‌کش گردید، که این تفاوت معنی داری بود. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علف‌کش باعث افزایش ۱۰/۵۲ درصد افزایش میانگین وزن میوه نارس در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم گردید که از این لحاظ تفاوت معنی داری بین تیمارهای علف‌کش ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرمی مشاهده گردید. تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکترکروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین وزن کل میوه نارس مشاهده نگردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف‌کش + سودوموناس، اختلاف معنی داری بین تیمارهای سودوموناس + علف‌کش ۵۰۰ گرم و سودوموناس + علف‌کش ۱۰۰۰ گرم مشاهده نگردید، ولی در مقایسه با تیمار سودوموناس + علف‌کش ۱۵۰۰ گرم به طور معنی داری اثر بیشتری داشتند. کاربرد علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس و علف‌کش ۱۰۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۱۹/۰۴ درصدی میانگین تعداد کل میوه در مقایسه با علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید. در بین تیمارهای علف‌کش + ازتوباکترکروکوکوم نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم باعث افزایش ۱۵/۲۳ درصدی وزن میوه نارس نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف‌کش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم نیز باعث افزایش ۹/۵۲ درصدی وزن میوه نارس نسبت به تیمار علف‌کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم گردید. مقایسه تیمارهای علف‌کش ۵۰۰ + ازتوباکترکروکوکوم و علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین شاهد با وجین به طور معنی داری سبب افزایش وزن میوه نارس گردیدند. تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۳۰/۸۱ درصدی وزن میوه نارس و تیمار علف‌کش ۵۰۰ + سودوموناس سبب افزایش ۳۵/۱۳ درصدی وزن میوه نارس در مقایسه با شاهد بدون علف‌هرز گردیدند. کمترین میانگین وزن میوه نارس مجدداً در تیمار شاهد با علف‌هرز بود (شکل ۴-۱۱). همانند سایر فاکتورهای مورفولوژیک، به نظر می‌رسد که علفهای هرز با رقابت بر سر نور، مواد غذایی، آب و مکان موجب کاهش فتوسنتز، گلدهی گیاه و نهایتاً کاهش تعداد میوه‌های رسیده،

کاهش در وزن میوه های رسیده و نارس در بسیاری از گیاهان زراعی می‌شوند (موسوی، ۱۳۸۸). برای مثال در یک مطالعه ای، علف های هرز سبب کاهش شدید در تعداد بذرهای گندم، و وزن خشک آن شده اند. در مطالعه رحمانی و همکاران (سال ۱۳۹۰)، افزایش علف هرز نه تنها منجر به کاهش وزن خشک گیاه گوجه فرنگی گردیده، بلکه میانگین وزن میوه های نارس نیز کاهش داشته بود. در مطالعه موسوی (۱۳۸۸)، علف های هرز منجر به کاهش تعداد نخود، کاهش وزن میوه و همچنین کاهش عملکرد و فاکتورهای رویشی در گندم شده بودند.



شکل ۴-۱۱. مقایسه میانگین وزن کل میوه نارس گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکتر کروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف-کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکتر کروکوکوم.

۴-۴-۵- وزن میوه رسیده

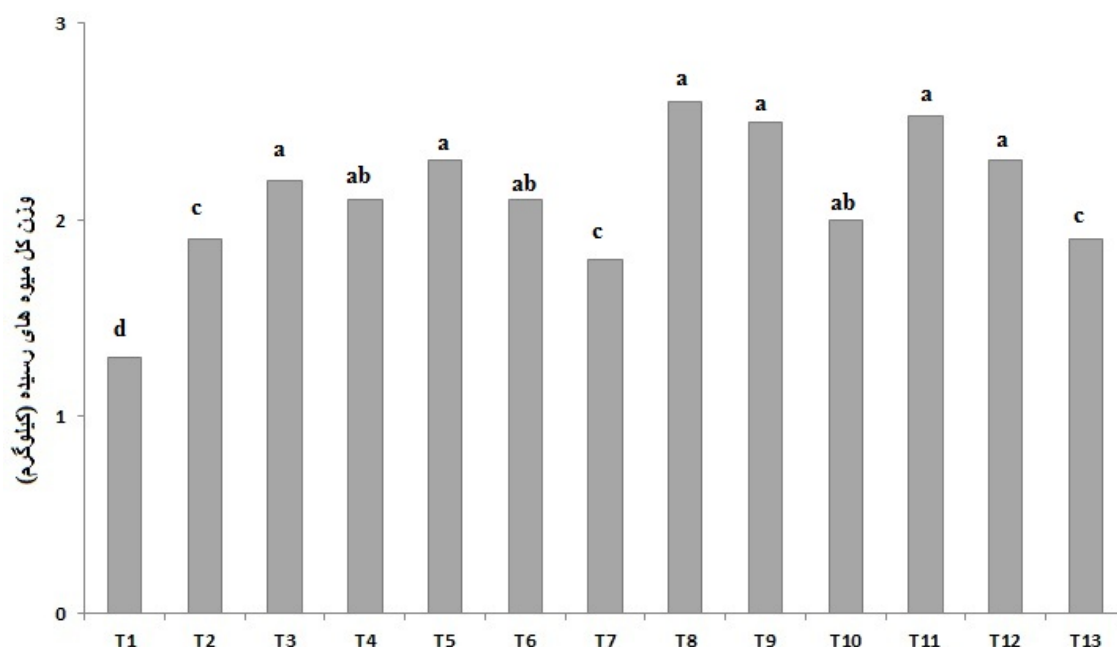
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که مقایسه میانگین وزن میوه رسیده نیز در سطح یک درصد در بین تیمارهای مختلف معنی دار بود. در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تاثیر بر روی میانگین وزن میوه رسیده مربوط به تیمار سودوموناس + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) و ازتوباکتر کروکوکوم + متری بیوزین (۵۰۰ گرم) بود، که بعد از آن به ترتیب تیمارهای سودوموناس + متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم)، ازتوباکتر کروکوکوم + متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم) و متری بیوزین ۵۰۰ گرم بیشترین تاثیر را داشتند. کمترین تاثیر مربوط به تیمار شاهد با علف هرز بود.

کاربرد ۵۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۲۷/۷ درصدی میانگین وزن میوه رسیده نسبت به کاربرد ۱۵۰۰ گرم علف کش گردید، که این تفاوت معنی داری بود. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰۰ گرم علف کش باعث افزایش ۱۶/۶ درصد افزایش میانگین وزن میوه رسیده در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم گردید که از این لحاظ تفاوت معنی داری بین تیمارهای علف کش ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گرمی مشاهده گردید. تفاوت معنی داری بین کاربرد تنهایی ازتوباکتر کروکوکوم و سودوموناس در افزایش میانگین وزن میوه رسیده مشاهده نگردید. در بین تیمارهای ترکیبی علف کش + سودوموناس، اختلاف معنی داری بین تیمارهای سودوموناس + علف کش ۵۰۰ گرم و سودوموناس + علف کش ۱۰۰۰ گرم مشاهده نگردید، ولی در مقایسه با تیمار سودوموناس + علف کش ۱۵۰۰ گرم به طور معنی داری اثر بیشتری داشتند. کاربرد علف کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس و علف کش ۱۰۰۰ + سودوموناس به ترتیب سبب افزایش ۳۰ درصدی و ۲۵ درصدی میانگین وزن میوه رسیده در مقایسه با علف کش ۱۵۰۰ گرم + سودوموناس گردید. در بین تیمارهای علف کش + ازتوباکتر کروکوکوم نیز اختلاف معنی داری از نظر تاثیر بر این صفت مشاهده شد. کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۵۰۰ گرم + ازتوباکتر کروکوکوم باعث افزایش ۳۳/۱۵ درصدی وزن میوه رسیده نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکتر کروکوکوم گردید. از طرفی کاربرد ترکیبی علف کش به میزان ۱۰۰۰ گرم + ازتوباکتر کروکوکوم نیز باعث افزایش ۲۱/۰۵ درصدی وزن میوه رسیده نسبت به تیمار علف کش ۱۵۰۰ گرم + ازتوباکتر کروکوکوم گردید.

مقایسه تیمارهای علف‌کش ۵۰۰ + ازتوباکترکروکوکوم و علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس در مقایسه با شاهد بدون وجین و همچنین شاهد با وجین به طور معنی داری سبب افزایش وزن میوه رسیده گردیدند. تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش ۳۳/۱۵ درصدی وزن میوه رسیده و تیمار علف‌کش ۵۰۰ گرم + سودوموناس سبب افزایش ۳۶/۸۴ درصدی وزن میوه رسیده در مقایسه با شاهد بدون علف هرز گردیدند. کمترین میانگین وزن میوه رسیده مجدداً در گروه شاهد با علف هرز بود (شکل ۴-۱۲). در پژوهشی که توسط شهقلی و همکاران (۱۳۹۳) انجام شد به این نتیجه رسیدند که تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش شاخص‌های متعددی مانند سرعت جوانه زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، محتوای کلروفیل، درصد نسبی آب، افزایش وزن میوه رسیده، افزایش وزن خشک گیاه، وزن ریشه و اندام هوایی و فعالیت میکروبی شد. جرک و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که در اثر تلقیح گندم بوسیله ازتوباکتر ۱۱-۸ درصد عملکرد آن افزایش یافت. کومار و نیرونارولا (۱۹۹۹) بیان کردند ازتوباکتر کروکوم از طریق حل کردن فسفات‌های غیر آلی باعث افزایش رشد گندم شده است.

مطالعه اتراون و کوپر (۱۹۶۳) بر روی گندم نشان دادند که مصرف نیتروژن به تأثیر بیشتر ازتوباکتر می‌انجامد و اظهار داشتند که تأثیر ازتوباکتر بر رشد گیاهان به خاطر تثبیت بیولوژیکی ازت نیست بلکه این باکتری‌ها در منطقه رشد ریشه، فرآورده‌های رشد یا هورمونهای گیاهی تولید می‌کنند که بوسیله گیاهان جذب و مصرف می‌شود. علاوه بر آن نشانه‌هایی وجود دارد که ازتوباکتر در بعضی شرایط بیماریهای گیاهی را از طریق بیولوژیکی کنترل می‌کند. تحقیقات مشاهده‌ای انجام شده در بیش از ۸۰۰ نقطه در استانهای فارس، کرمان، خراسان، اردبیل، مرکزی، مازندران، سیستان و بلوچستان، خوزستان و قم نشان داد که بطور میانگین با کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر، بطور میانگین عملکرد دانه گندم آبی به میزان ۵۰۰ کیلوگرم و عملکرد گندم دیم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم افزایش داشته است (میلانی و کلهر، ۱۳۸۶). آزمایش‌های مزرعه‌ای اجرا شده در مناطق مختلف نیز نشان داد که تحت شرایط محیطی مشخص، تلقیح خاک با ازتوباکترها اثرات سودمندی بر عملکرد گیاهان

دارد. اثر ازتوباکترکروکوکوم بر رشد رویشی و عملکرد ذرت، بویژه تأثیر تلقیح این باکتری بر گونه های مختلف گیاهی توسط شماری از محققین مطالعه شده است. اثرات تلقیح بذور چغندر قند با سویه هایی از ازتوباکترکروکوکوم توسط مزی و همکاران (۱۹۹۷)، آنتیپتچوک و همکاران (۱۹۹۷) و استینبرگا و همکاران (۱۹۹۶) مورد مطالعه قرار گرفته است. در تحقیق ما نیز تیمارهای ازتوباکتر و همچنین تلفیق آن با غلظت های پائینتر علف کشها منجر به افزایش عملکرد گیاه از جمله وزن میوه های رسیده گردیده است که دال بر نقش بسیار مهم باکتریها در فراهم کردن محیطی مناسب برای رشد و عملکرد فیزیولوژیک گیاه می باشد.



شکل ۴-۱۲. مقایسه میانگین وزن میوه رسیده گوجه فرنگی در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف-کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

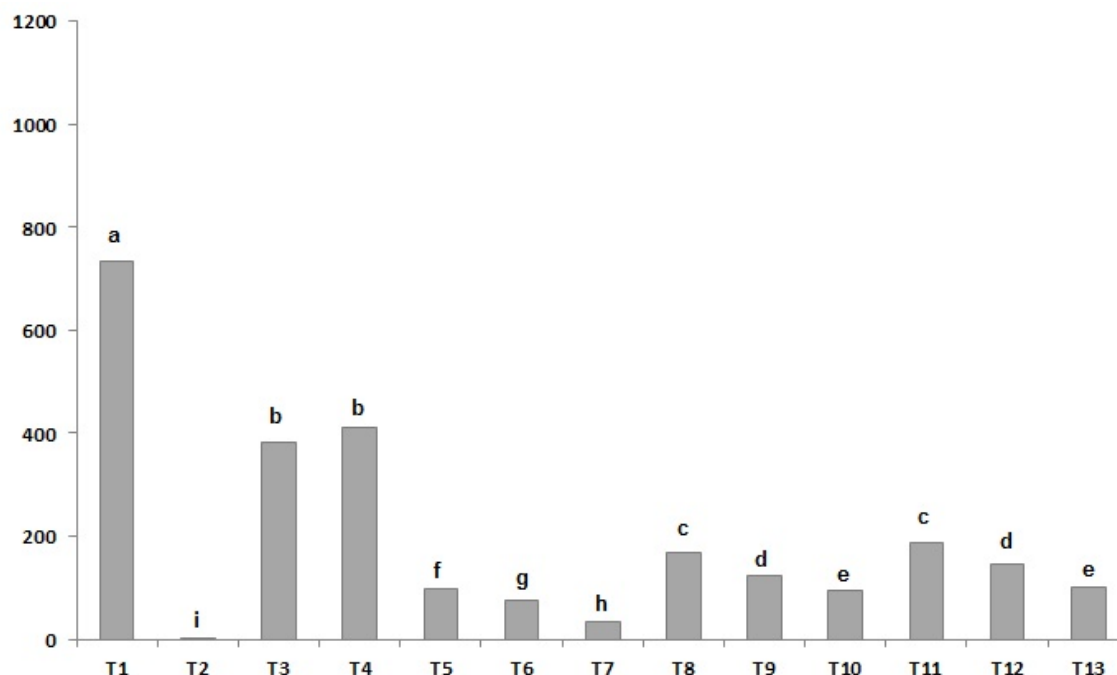
۴-۵- تاثیر تیمارهای مختلف بر روی تعداد و وزن خشک علف های هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمارهای مورد نظر باعث ایجاد اختلاف معنی داری در میانگین تعداد علف های هرز و همچنین میانگین وزن خشک آنها در سطح احتمال ۱٪ شده است (جدول ۴-۵ و ۴-۶). بیشترین میانگین تعداد علف های هرز و همچنین میانگین وزن خشک علف های هرز در تیمار بدون وجین علف هرز مشاهده گردید، در حالی که کمترین میانگین تعداد و همچنین وزن خشک علف هرز در تیمار وجین علف هرز مشاهده گردید. بعد از شاهد بدون وجین، تیمارهای ازتوباکترکوکوم و سودوموناس به ترتیب بیشترین میانگین تعداد و وزن خشک علف هرز را به خود اختصاص داده بودند که البته تفاوت معنی داری بین این دو تیمار مشاهده نگردید (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴). تیمارهای علف کش، به ویژه متری بیوزین ۱۵۰۰ گرم سبب کاهش شدید و معنی دار میانگین تعداد و وزن خشک علف های هرز در واحد سطح شدند. اگرچه تیمارهای تلفیقی ازتوباکترکوکوم + علف کش و سودوموناس + علف کش نیز سبب کاهش چشمگیری در میانگین تعداد و وزن خشک علف های هرز شدند ولی در مقایسه با علف کش تنها اثرات کمتری را نشان دادند که علت این امر به خاطر حضور باکتریها می باشد که احتمالاً با تجزیه علف کشها به مرور زمان سبب کاهش اثرات آنها و همچنین افزایش نسبی علف های هرز شدند. بر اساس نتایج مقایسات میانگین مشاهده می شود که بین تیمارهای اعمال شده در تمام مراحل برداشت محصول گوجه فرنگی اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. در این تحقیق مشخص شد که به ترتیب تیمارهای شاهد با وجین، علف کشهای تنها با غلظت ۱۵۰۰ گرم، ۱۰۰۰ گرم، ۵۰۰ گرم و سپس تیمارهای ترکیبی سودوموناس + علف کش (۱۵۰۰ گرم) و ازتوباکترکوکوم + علف کش متری بیوزین (۱۵۰۰) بیشترین عملکرد را در کاهش میانگین تعداد علف هرز و همچنین کاهش وزن خشک علف های هرز داشتند. همچنین به ترتیب تیمارهای شاهد (بدون وجین علف هرز)، ازتو باکترکوکوم تنها و سودوموناس تنها کمترین عملکرد را بر روی میانگین تعداد علف هرز و همچنین میانگین وزن خشک آنها داشتند (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴). براساس نتایج زند و همکاران (۱۳۹۱) افزایش مقادیر نیکوسولفورون تاثیر

کنترل این علف کش را بیشتر می کند و استفاده ۲ لیتر در هکتار این علف کش باعث کاهش ۹۵ درصدی تراکم علف های هرز و کاهش ۹۷ درصدی وزن خشک کل علف های هرز شد. طاهری و همکاران (۱۳۵۹) نیز نشان دادند که استفاده از علف کش ها سبب کاهش معنی داری در تعداد و وزن خشک علف های هرز می گردد، هر چند آنها کاربرد ترکیبی علف کش و باکتری را استفاده نکردند. گروهی از ریز موجودات خاک از طریق ترشح برخی هورمون ها و اسید های آلی، و در برخی موارد تثبیت نیتروژن اتمسفری، اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند بارا و همکاران (۲۰۰۵). این نتایج گویای این می باشد که استفاده ترکیبی باکتری های ازتوباکتر و کوکوم و سودوموناس همراه با علف-کش، منجر به تجزیه احتمالی علف کش ها به مرور زمان می گردد که به همین منظور میانگین تعداد علف های هرز و همچنین میانگین وزن خشک علف های هرز در تیمارهای صرفا علف کش در مقایسه با تیمارهای ترکیبی باکتری + علف کش در همان غلظت مشابه بیشتر بوده است.

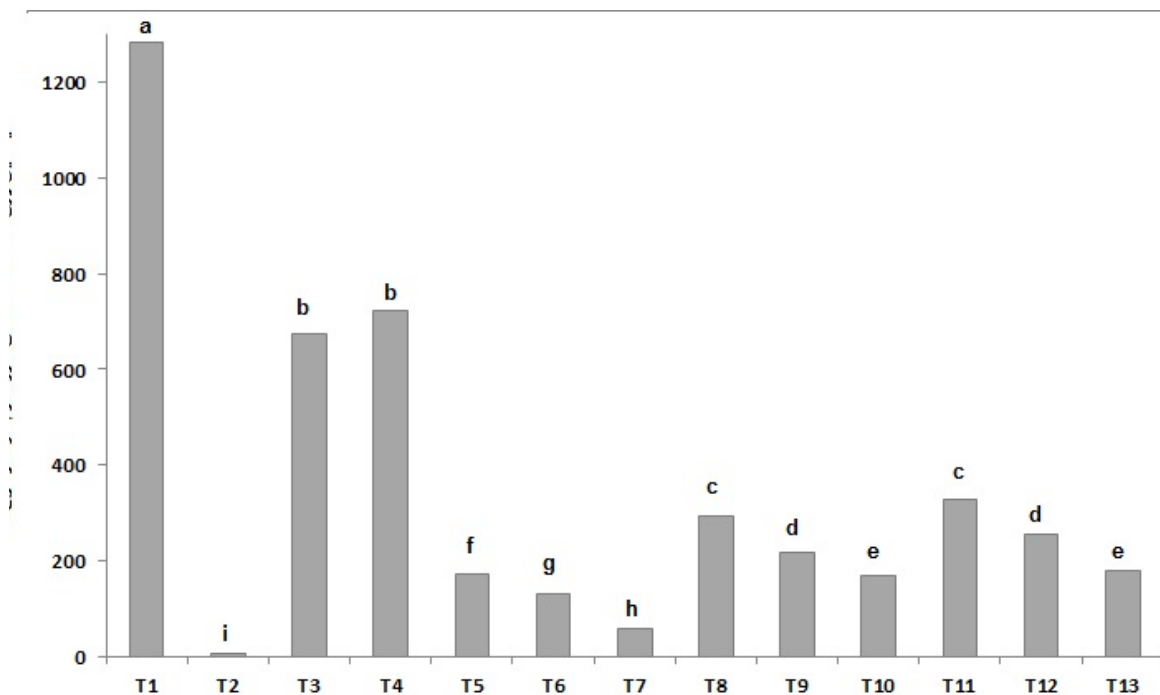
براساس نتایج سروی و همکاران (۱۳۸۸) استفاده از علف کش های نیکوسولفورون در اختلاط با ریزمغذی ها کارایی کنترل علف های هرز را افزایش می دهد و این درحالی است که اعمال تیمارهای فوق باعث افزایش رشد گیاه زراعی می شود. براساس نتایج این محقق علف کش های مختلف با دوزهای توصیه شده و اختلاط آن با کودهای ریزمغذی می تواند بر تراکم و زیست توده علف های هرز در خصوصیات رشدی و عملکرد ذرت علوفه ای تأثیر گذار باشند و کودهای ریزمغذی سولفات آهن و سولفات روی تأثیر معنی داری در افزایش وزن خشک در ارتفاع ذرت علوفه ای داشتند.

براساس نتایج ولی الله پورو همکاران (۱۳۸۸) مصرف ریزمغذی ها با علف کش بروموکسینیل باعث کاهش وزن خشک خردل وحشی در گندم و افزایش وزن خشک گندم شد.



شکل ۴-۱۳. مقایسه میانگین تعداد علف های هرز در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.



شکل ۴-۱۴. مقایسه میانگین وزن خشک علف های هرز در بین تیمارهای مختلف

T₁ - عدم وجین علف هرز، T₂ - وجین علف هرز، T₃ - سودوموناس فلورسنس، T₄ - ازتوباکترکروکوکوم، T₅ - علف کش متری بیوزین (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₆ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) T₇ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار)، T₈ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₉ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₀ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + سودوموناس فلورسنس، T₁₁ - علف کش (۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₂ - علف کش (۱۰۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم، T₁₃ - علف کش (۱۵۰۰ گرم از نوع تجاری در هکتار) + ازتوباکترکروکوکوم.

۴-۶- جمع بندی نتایج

در یک جمع بندی کلی می توان بیان نمود که کاربرد تیمارهای ازتوباکترکروکوکوم + علف- کش (۵۰۰ گرم) و سودوموناس + علف کش (۵۰۰ گرم) تاثیر مثبتی بر جنبه های مختلف رشد و نمو گیاه گوجه فرنگی داشته و نه تنها سبب افزایش صفات مورفولوژیک و عملکردی گیاه می گردد بلکه با تجزیه احتمالی علف کش مانع از اثرات سوء آن بر روی طبیعت می گردد. به عبارتی کاربرد باکتری ها، به تنهایی و یا استفاده توأم آنها با علف کش متری بیوزین در غلظت ۵۰۰ گرم در بهبود ویژگی های رشدی و عملکرد گیاه گوجه فرنگی تاثیر مثبتی داشته است. براساس نتایج حاصل از این آزمایش می توان چنین بیان کرد که تیمارهای ازتوباکترکروکوکوم + متری بیوزین ۵۰۰ گرم و سودوموناس + متری بیوزین ۵۰۰ گرم بهترین مکمل برای کودهای زیستی به منظور افزایش صفات رشد و نمو گیاه گوجه فرنگی و همچنین تجزیه احتمالی علف کش متری بیوزین می باشند که نیازمند تحقیقات بیشتر با تمرکز بر روی تجزیه علف کش توسط این تیمارها می باشد.

۴-۷- توصیه ها و پیشنهادات

- ۱- بررسی اثرات متقابل باکتری ها و سایر علف کش های خاک مصرف بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی
- ۲- بررسی روند رشدی جمعیت باکتری های محرک رشد در خاک استریل شده برای مشخص کردن میزان تجزیه علف کش توسط باکتری های خاص و سنجش میزان کارایی آنها
- ۳- بررسی میزان حساسیت باکتری ها نسبت به میزان علف کش متری بیوزین از طریق اندازه گیری بقایای این علف کش

پیوست

جدول ۴-۱. میانگین مربعات محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

متغیرها	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه فرعی	قطر ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
تکرار	۲	۱/۳۷۸	۹۸/۴۶	۲/۶۸	۰/۲۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴
تیمار	۱۲	۴۵/۷۸	۷۸/۵۳ ^{ns}	۲۱۰/۲۷ ^{**}	۰/۴۶ ^{ns}	۰/۰۴۴ ^{**}	۰/۰۱۳ ^{**}
خطا	۲۴	۵/۶۴	۲/۳۷	۷/۴۲	۳/۳۷	۷/۳۹	۶/۴۲
ضریب تغییرات (%)		۷/۵۱	۶/۷	۸/۲	۱۷/۵۶	۸/۴	۲/۳

^{**} بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد می باشد. ^{ns} بیانگر عدم معنی داری می باشد.

جدول ۴-۲. میانگین مربعات کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل	محتوای نسبی آب برگ
تکرار	۲	۳۶۴	۲/۸۷۷
تیمار	۱۲	۵۳/۵۳۴ ^{**}	۲۰۹/۲۶۱ ^{***}
خطا	۲۴	۴/۱۹۷	۷/۱۲۲
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۶۵	۳/۳۴

^{***} بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد می باشد

جدول ۳-۴. مقایسه میانگین برخی صفات عملکردی در تیمار های مختلف

متغیرها	تعداد میوه	تعداد میوه رسیده	تعداد کل میوه	وزن میوه نارس	وزن میوه رسیده
	نارس				
با علف هرز	۱۱/۱ ^c	۷/۴۲ ^d	۱۸/۵۲ ^{ef}	۱/۱۲ ^c	۱/۳ ^d
بدون علف هرز	۱۴/۲۸ ^b	۱۲/۵ ^c	۲۶/۷۸ ^d	۱/۸۵ ^{ab}	۱/۹ ^c
سودوموناسی فورسنس	۱۷/۸ ^{ab}	۱۳/۴ ^b	۳۱/۲ ^{ab}	۲/۳ ^a	۲/۲ ^a
ازتوباکتر کروکوم	۱۸/۴ ^a	۱۳/۵ ^b	۳۱/۹ ^{ab}	۲/۳۹ ^a	۲/۱ ^{ab}
متری بیوزین (۵۰۰ گرم در هکتار)	۱۵/۲ ^b	۱۴/۷ ^b	۲۹/۹ ^c	۲/۴ ^a	۲/۳ ^a
متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم در هکتار)	۱۴/۹ ^b	۱۲/۴ ^{bc}	۲۷/۳ ^c	۲/۱ ^b	۲/۱ ^{ab}
متری بیوزین (۱۵۰۰ گرم در هکتار)	۱۲/۳ ^{bc}	۱۱/۹ ^{bc}	۲۴/۲ ^d	۱/۹ ^{ab}	۱/۸ ^c
متری بیوزین (۵۰۰) + سودوموناس	۱۸/۵ ^a	۱۵/۸ ^a	۳۴/۳ ^a	۲/۵ ^a	۲/۶ ^a
متری یوزین (۱۰۰۰) + سودوموناس	۱۷/۷ ^{ab}	۱۵/۴ ^a	۳۳/۱ ^a	۲/۵ ^a	۲/۵ ^a
متری بیوزین (۱۵۰۰) + سودوموناس	۱۵/۸ ^b	۱۳/۶ ^b	۲۹/۴ ^c	۲/۱ ^b	۲ ^{ab}
متری بیوزین (۵۰۰) + ازتوباکتر	۲۰/۲ ^a	۱۶/۲ ^a	۳۶/۴ ^a	۲/۴۳ ^a	۲/۵۳ ^a
متری بیوزین (۱۰۰۰) + ازتوباکتر	۱۸/۷ ^a	۱۵/۶ ^a	۳۴/۳ ^a	۲/۳ ^a	۲/۳ ^a
متری بیوزین (۱۵۰۰) + ازتوباکتر	۱۶/۳ ^b	۱۴/۱ ^b	۳۰/۴ ^{bc}	۲/۱ ^b	۱/۹ ^c

جدول ۴-۴. میانگین مربعات سایر صفات عملکردی گیاه گوجه فرنگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

متغیرها	درجه	تعداد میوه	تعداد میوه	تعداد کل	وزن میوه	وزن میوه
	آزادی	نارس	رسیده	میوه	نارس	رسیده
تکرار	۲	۱۱/۴۲	۶۲/۷۱	۸۳/۷۷	۰/۶۸	۰/۰۰۴
تیمار	۱۲	۲۱/۵۸**	۶/۸۶**	۲۹/۴۷**	۱/۶۷**	۰/۰۹**
خطا	۲۴	۶/۸۷	۳/۴۵	۹/۸۱	۷/۳۷	۵/۴۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۹۳	۱۴/۴۶	۲۱/۳۱	۳۷/۸۲	۱۶/۳۲

** بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد می باشد. ^{ns} بیانگر عدم معنی داری می باشد.

جدول ۴-۵. مقایسه میانگین تعداد و وزن علف های هرز در تیمارهای مختلف

تیمارها	میانگین تعداد علف های هرز	میانگین وزن خشک علف
	(در سطح یک متر مربع)	(های هرز (گرم در متر مربع)
با علف هرز	۷۳۴ ^a	۱۱۵۹ ^a
با وجین علف هرز	۲۴۸ ^b	۳۹۱ ^b
سودوموناسی فورسنس	۳۸۴ ^c	۶۰۶ ^c
ازتوباکتر کروکوم	۴۱۳ ^c	۶۵۰ ^c
متری بیوزین (۵۰۰ گرم در هکتار)	۹۸ ^d	۱۵۴ ^d
متری بیوزین (۱۰۰۰ گرم در هکتار)	۷۴ ^e	۱۱۶ ^e
متری بیوزین (۱۵۰۰ گرم در هکتار)	۳۳ ^f	۵۳ ^f
متری بیوزین (۵۰۰) + سودوموناس	۵۳ ^g	۹۷ ^g
متری بیوزین (۱۰۰۰) + سودوموناس	۳۹ ^f	۶۱ ^f
متری بیوزین (۱۵۰۰) + سودوموناس	۱۶ ^h	۲۵ ^h
متری بیوزین (۵۰۰) + ازتوباکتر	۷۱ ^e	۱۱۲ ^e
متری بیوزین (۱۰۰۰) + ازتوباکتر	۴۱ ^f	۶۴ ^f
متری بیوزین (۱۵۰۰) + ازتوباکتر	۱۹ ^h	۳۰ ^h

جدول ۴-۶. تجزیه واریانس وزن خشک و تعداد علف هرز

متغیرها	درجه	تعداد	وزن
	آزادی	خشک	خشک
تکرار	۲	۰/۳۶	۹/۸۲
تیمار	۱۸	۰/۳۸**	۱۰/۵۶**
خطا	۳۶	۰/۰۹۸	۲/۶۷
ضریب تغییرات (%)		۱۳/۹۴	۱۹/۵۳

** معنی دار در سطح احتمال ۱

جدول ۷-۴. میانگین مربعات جمعیت باکتریها تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	جمعیت باکتریها
تکرار	۲	۱/۵۹
تیمار	۱۲	۷۶/۷۵**
خطا	۲۶	۶/۹۳
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۶۴

** بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد می باشد

- احتشامی س م ر. دلدار ا. شهدی کومله ع. خاوازی ک. (۱۳۸۹). "تأثیر سویه های مختلف باکتری *Pseudomons fluorescents* بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج" یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی تهران. صفحه ۳۹۹۱-۳۹۸۸.
- آقاجانی نسب. (۱۳۷۶). دوره بحرانی کنترل علف های هرز در گوجه فرنگی. رساله دکترای تخصصی. زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۴۲ صفحه.
- آستارایی ع. کوچکی ع. (۱۳۷۵). کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد کشاورزی مشهد.
- اسدی رحمانی ه. خاوازی ک. اصغرزاده ا. رجالی ف. و افشاری م. (۱۳۹۱). کودهای زیستی در ایران: فرصت ها و چالش ها. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). ۲۶(۱): ۷۷-۸۷.
- افتخاری س ق. فلاح نصرت آباد ع. اکبری غ. محدثی ع. الله دادی ا. (۱۳۸۸). اثر باکتری های حل کننده فسفات و کودهای فسفات بر چگونگی رشد گیاه برنج. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۳، شماره ۲، ص: ۲۳۹-۲۲۹.
- ایزدی م. راشد محصل م ح. زند ا. نصیری محلاتی م. لکزیان ا. (۱۳۸۸). تأثیر بافت و درجه حرارت خاک بر تجزیه و نیمه عمر علف کش آترازین، مجله حفاظت گیاهان ۲۳(۱): ۸۸-۹۳.
- اخگر ع. (۱۳۸۷). جداسازی، شناسایی و بررسی باکتری های ریزوسفری دارای توان تولید آنزیم ACC دامیناز در کاهش اثرات تنش شوری بر رشد کلزا. رساله دکترای، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۱۵۸ صفحه.

اکبری پ. (۱۳۸۷). اثرات سیستم های مختلف تغذیه ای (آلی، شیمیائی، تلفیقی) و باکتری های افزایش دهنده رشد (PGPR) بر صفات کمی و کیفی آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۴۳ صفحه.

اوجاقلو ف. فرح بخش ف. حسن زاده ع. پوریوسف م. (۱۳۸۶). تأثیر تلقیح با کودهای زیستی ازتوباکتر و فسفاتهای بارور بر عملکرد گلرنگ. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد تبریز. ۱(۳): ۵۶-۶۳.

بشارتی، ح. صالح راستین ن. (۱۳۷۸). بررسی تأثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افزایش قابلیت جذب فسفر. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۳، شماره ۱. ص: ۳۹-۲۳.

تکاسی س. بنایان اول م. رحیمیان مشهدی ح. قنبری ع. (۱۳۸۹). کنترل گل جالیز مصری در گوجه فرنگی با علف کش گلیفوزیت. چهارمین همایش علوم علف های هرز ایران. مدیریت شیمیایی علف-های هرز. صفحه ۶۳۲-۶۲۹.

جاهدی پور س. جاهدی پور ف. سبحانی ع ر. بازوبندی م. (۱۳۸۷). بررسی اثر رقابت علف های هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد گوجه فرنگی. اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه-فرنگی. مشهد.

خواوازی ک. (۱۳۸۸). استفاده از باکتری های سودوموناس تولید کننده سیدروفور برای افزایش عملکرد گندم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، نشریه شماره ۱۴۴۵، نشر موسسه تحقیقات خاک و آب.

خاوازی ک. ملکوتی م ج. (۱۳۸۰). ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، کرج.

خسروی ه. علیخانی ح. یخچالی ب. (۱۳۸۸). بررسی اثر سویه های ریزوبیوم دارای آنزیم ACC daminase بر رشد گندم در شرایط تنش شوری. مجله تحقیقات آب و خاک ایران (مجله علوم کشاورزی ایران)، جلد ۳۹ شماره ۱.

خسروی ه. (۱۳۷۶). بررسی فراوانی و انتشار ازتوباکترکروکوکوم در خاک های زراعی استان تهران و مطالعه برخی از خصوصیات فیزیولوژیک آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. تهران: ۱۱۱ صفحه.

حمزه‌ای ج. نجاری س. (۱۳۹۲). بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژنه با استفاده از کود زیستی نیتروکسین در تولید گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.). دانش کشاورزی پایدار. ۲۳(۴): ۵۷-۷۰.

حمیدی آ. (۱۳۸۵). جنبه های اگرواکولوژیک کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد دانه و علوفه سیلویی دورگ های دیر رس ذرت. رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.

دانشور م ح. (۱۳۷۹). پرورش سبزی، انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز. ۴۷۰ صفحه

ذبیحی، ح ر. ثوابقی غ. خاوازی ک. گنجعلی ع. (۱۳۸۸). بررسی تاثیر کاربرد سویه هایی از سودوموناس فلورسنس بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۱، ص: ۲۰۸-۱۹۹.

رمضانی مقدم م. مهدی خانی مقدم ع. بقائی راوی س. روحانی ح. (۱۳۹۰). غربالگری تعدادی از جدایه‌های باسیلوس دارای قابلیت بالا در تولید بیوفیلم از فراریشه گوجه‌فرنگی. یستمین کنگره گیاهپزشکی ایران. ۸-۲۵.

رنجبر ا. (۱۳۸۴). تاثیر پالایند ه‌ای آلی و نیتروژن معدنی بر تجزیه زیستی و شیمیایی آتزازین در خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

روستا م ج. صالح راستین ن. مظاهری اسدی م. بررسی فراوانی و فعالیت آکسپیریلوم در برخی از خاک های ایران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۹، شماره ۲، ص: ۲۹۸-۲۸۵.

ریحانی تبار ع. (۱۳۷۹). بررسی جمعیت سودوموناس های فلورسنس در ریزوسفر گندم کشت شده در خاک های زراعی استان تهران و تعیین پتانسیل آنها برای افزایش رشد گیاهان. پایان نامه کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

شیردل ک. امانی ش. یارنیا م. جوانشیر ع. دباغ محمدی نسب ع. (۱۳۹۳). کنترل علف هرز گل جالیز در مزرعه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill). پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۳): ۴۷۶-۴۸۳.

شهقلی ح. (۱۳۹۱). بررسی اثرات کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill) و ارزیابی تاثیر آنها بر تجزیه و ماندگاری علف کش متری بیوزین در خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشگاه صنعتی شاهرود.

شهقلى ح. مكاريان ح. ايزدى دربندى ا. (۱۳۹۰). "تأثير باكتري هاى محرک رشد و کود هاى آلى

بر محتوای آب نسبى (RWC) و کلروفیل برگ گوجه فرنگى (*Lycopersicom esculentum*)

(Mill) "نخستين همایش ملی جهاد اقتصادى در عرصه کشاورزى و منابع طبيعى قم

صالح راستين ن. (۱۳۷۷). كودهاى بيولوژيك، نشریه علمى پژوهشى خاک و آب، جلد ۱۲، شماره

۳، مؤسسه تحقيقات خاک و آب. تهران- ایران.

فخرراد ف س. ايزدى دربندى ا. راشدمحصل م ح. حسنزاده م ح. نصيرلى ح. (۱۳۹۱). بررسى

روند تجزيه متری بیوزين در خاک و تأثير کود آلى بر تجزيه و نیمه عمر آن در شرایط کنترل شده.

حفاظت گیاهان. ۲۶(۴): ۴۶۷-۴۷۶.

فروزان گهر ح. حق نیا غ. کوچكى ع. طباطبايى يزدي ف. (۱۳۸۴). تأثير ماده آلى و بافت خاک

بر تجزيه علف كش هاى آتزازين و متاميترون. علوم و فنون کشاورزى و منابع طبيعى. ۹(۱): ۱۳۱-

۱۴۲.

قلاوند ا. (۱۳۸۵). کاربرد كودهاى زيستى (بيولوژيك)، راهبردى بوم شناختى برای مدیریت پایدار بوم

نظام هاى زراعى. مقالات كلىدى نهمين كنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. شهرىورماه. پردیس

ابوریحان، تهران.

كازرونى ا. کوچكى ع ر. نصيرى محلاتى م. اقبالى ش. (۱۳۸۵). بررسى اثر مدیریت منفرد و

تلفيقى علف هاى هرز بر تراكم و زيست توده بومى علف هاى هرز باريك برگ و زيست توده گوجه-

فرنگى. پژوهش هاى زراعى ایران. ۴(۲): ۲۹۱-۳۰۰.

- کامبوزیا ج. نوین ش. (۱۳۹۰). بررسی اثرات آلودگی در کنترل علف‌های هرز گوجه‌فرنگی با استفاده از برخی عصاره‌های گیاهی. علوم محیطی. ۹(۲): ۶۵-۸۸.
- مهدی‌زاده م. ایزدی‌دربندی ا. ناصری‌پوریزدی م ت. راستگو م. (۱۳۹۲). امکان سنجی پالایش علف‌کش متری‌بیوزین در خاک با کاربرد کودهای آلی. پنجمین همایش علف‌های هرز ایران. ۸-۲۴.
- مکاریان ح. اصغری ح. ر. مطهری نژاد ح. (۱۳۸۹). "تأثیر قارچ‌های میکوریزا بر تولید ماده خشک و محتوای کلروفیل برگ ذرت (*Zea mays* L). در حضور علف‌کش متری‌بیوزین"، یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه شهید بهشتی تهران، صفحات ۴۸۶-۴۸۷.
- مظفریان و. (۱۳۷۵). فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر. ۶۷۱ صفحه.
- ملکوتی م ج. (۱۳۷۸). کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد، بهینه‌سازی مصرف کود در ایران، چاپ دوم، نشر آموزش کشاورزی، کرج.
- ملکوتی م. ج. غیبی م ن. (۱۳۸۳). اصول تغذیه ذرت. بهینه‌سازی مصرف کود، گامی به سوی خود کفایی در تولید ذرت (مجموعه مقالات). انتشارات سنا. چاپ اول.
- موسوی س ع. رحیمیان ح ا. نصراله نژاد س. ظهور ا. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر چند سویه باکتری *Pseudomonas fluorescens* بر رشد بوته‌های گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه. اولین کنگره ملی فناوری تولید و فراوری گوجه‌فرنگی.
- هاشمی مجد ک. گلچین ا. (۱۳۸۷). تأثیر ورمی‌کمپوست غنی‌سازی شده با آهن بر رشد و تغذیه گوجه‌فرنگی. مجله بین‌المللی علوم و فنون کشاورزی. ۱۱(۵): ۱-۱۱.

نصرتی ا. ایرانبخش ع. صبوری م. (۱۳۸۵). بررسی روند تجزیه و ماندگاری 2,4,D و آترازین در

شرایط مزرعه، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۵: ۷۱-۸۰

Aislabie J., and Lloyd-Jones G. (1995). Bacterial degradation of pesticides Soil Res. 33:925-942.

Ardakani M R., (2001). Ecology. Tehran University press, Iran, pp: 256. (In Persian with English summary).

Arshad M., and Frankenberger Jr. (1991). Microbial production of plant hormones., pp.327-334, in: The rhizosphere and p: ant growth. Eds. Keister, D., I., and Cregan, P., B., Kulwer Academic Publishers, The Netherlands.

Bai Y., Lindhout P. (2007). Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, 1-10.

Banerjee M R., Yesmin L., and Vessey j k. (2006). Plant- growth promoting rhizobacteria as biofertilizers as biofertilizers and biopsticides., pp. 137-181. In: Handbook of microbial biofertilizeas. Ed., Rai, M., K., Food production press, U.S.A.

Briceno G., and Palma C. (2007). Influence of Organic Amendment on the Biodegradation and Movement of Pesticides. *Environmental Science and Technology*, 37: 233-271.

Barea J M., Pozo M J., Azcon R., and Azcon-Aguilar C. (2005). Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56: 1761-1778.

Cabrera D., Lopez-Pineiro A., Albarran A., and Pena D. (2010). Direct and residual effects on diuronbehaviour and persistence following two-phase olive mill waste addition to soil: Field and laboratory experiments. *Journal of Geoderma*, 157: 133-141.

Chad, W., G. Edward and W. Bork. (2006). Fertilization augments Canada thistle (*Cirsium arvense* L. Scop) control in temperate pastures with herbicides. *Crop Prot.* 26: 668-676.

Cámara M., Del Valle M., Torija M E., and Castilho C. (2003). Fatty acid composition of tomato pomace. www.actahort.org.

Cheng Z., Park E., and Glick B R. (2007). Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase from *Pseudomonase putida* UW4 faciliate the growth of canola in the precence of salt. *Canadian Journal of Microbiology*, 53: 912-918.

Colbach N., Forcella F., and Johnson A. (2000). Spatial and temporal stability of weed population over five years. *Weed Sci.* 48: 366-377.

Crowely D E., Wang Y C., Reid P P., and Szaniszlo P J. (1991). Mechanisma of iron acquisition from sidrophores by microorganisms and plant". *Plant and Soil*, 130:179-198.

Dadhich S K., Somani L L., and Shilpkar D. (2011). Effect of integrated use of fertilizer P, FYM and biofertilizers on soil properties and productivity of soybean – Wheat crop sequence. *Journal of Advances in Developmental Research* 2 (1): 42-46.

- Dart P J., and Day J M., (1975).** Nitrogen fixation in the field other than by nodules. *In*: N. Walker (Ed.), Soil Microbiology. Butter Worth Sci. Pub., London.
- Devine M D., and Shukla A. (2000).** Altered target sites as a mechanism of herbicide resistance. *Crop Protection*, 19(8): 881-889.
- Damiano C., and Monticelli S., (1998).** In vitro fruit trees rooting by *Agrobacterium rhizogenes* wild type infection. *Journal of Biotechnology*, <http://www.inea.it/isf/index.html>.
- Hall M. R., Swanton C J. and Anderson G W. (1992).** The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 40:447-447.
- Dixon R O., and wheeler C T. (1986).** Nitrogen fixation in plants, Blackie, London. 157p.
- Donati E., Pogliani C., Boiardi J. (1997).** Anaerobic leaching of covellite by *Thiobacillus ferrooxidans*. *Journal of Applied Microbiology Biotechnology*, 47: 636-639.
- Durak I H., Birib A., Avci S So., and Devrim E. (2003).** Tomato juice inhibits adenosine deaminase activity in human prostate tissue from patient with prostate cancer. *Nutr. Res.* 23: 1183–1188.
- Eker S., Ozturk L., Yazici A., Erenoglu B., Romheld V., Cakmak I. (2006).** Foliar-applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuum* L.) plants *Agri J. Food Chem*, 54, pp. 10019-10025
- Fan M. (2009).** Fate and transport of herbicides in a sandy soil in the presence of antibiotics in poultry manures Thesis, McGill University, Montreal, Quebec.
- FAO. (2012).** (Annul) Production Yearbook, Food and Agriculture Organization, United Nations, Rome.
- Fuscaldo F., Bedmar F., and Monterubbianesi G., (1999).** Persistence of atrazine, metribuzin and simazine herbicides in two soils. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 2037-2044.
- Folsom B R., Chapman J P., and Pritchard P H. (1990).** Phenol and Trichloroethylene Degradation by *Pseudomonas cepacia* G4: Kinetics and Interactions between Substrate. *Applied and environmental microbiology*. 56(5): 1279-1285..
- Gaultier J., Farenhorst A., Cathcart J., and Goddard T. (2008).** Degradation of [carboxyl-14C] 2,4-D and [ring-U- 14C] 2,4-D in 114 agricultural soils as affected by soil organic carbon content. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 217-227.
- Getenga Z. (2003).** Enhanced mineralisation of atrazine in compost amended soil in laboratory studies. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 71: 933-941.

Getenga Z M., Madadi V., and Wandiga S O. (2004). Studies on biodegradation of 2,4D and metribuzin in soil under controlled conditions. *Bulletin of Environmental Contamination and toxicology*, 72: 504-513.

Gharib F. A., Moussa L A., and Massoud O N. (2008). Effect of compost and bio-fertilizers on growth yield and essential oil of sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *Int. J Agric. Biol.* 10(4):381-387.

Ghosh PK., and Philip L. (2004). Atrazine degradation in anaerobic environment by a mixed microbial consortium. *Water Res.* 38: 2277–2284.

Grichko V P., Filby B., and Glick B R. (2000). Increased ability of transgenic plants expressing the bacterial enzyme ACC deaminase to accumulate Cd, Co, Cu, Ni, Pb and Zn. *Journal of Biotechnology*. 81: 45-53.

Halvorson H O., keynan A., and Kornberg H L. (1990). Utilization of calcium phosphate for microbial growth at alkaline PH, *Soil Biochem.*, 22(7) 887-890.

Hance R J. (1987). Herbicide behaviour in the soil, with particular references to the potential for ground water contamination , in D. H. Huston, and T.R. Roberts., eds., Wiley, Chichester, England, pp.223-247.

Hannan M M., Ahmed M B., Razvy M A., Karim R., Khatun M., Haydar A., Hossain M., Roy U K. (2007). Heterosis and Correlation of Yield and Yield Components in Tomato (*Lycopersicon esulentum* Mill.). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 2 (2), 146-150.

Haneklaus S., Bloem E., Schnug E. (2003). The global sulphur cycle and its links to plant environment. In: Abrol, Y.P., Ahmad, A. (Eds.), *Sulphur in Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. PP: 1–28.

Henriksen T., Svensmark B., and Juhler R K. (2004). Degradation and Sorption of Metribuzin and Primary Metabolites in a Sandy Soil. *Journal of Environmental Quality*, 33:619-627.

Hirsch A M., Fang Y., Asad S., and Kapulnik Y. (1997). The role of phytohormones in plant- microbe symbioses. *Plant and Soil*, 194:171-184.

Hoflich G., Brylinsky M., (1999). Colonization and growth promotion of non-legumes by Rhizobium bacteria. *Microbial Biosystems: New Frontiers* Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology Bell Johnson- Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada, Green P (eds).

Jarak M., Protio R., Jankovio S., and Colo J. (2006). Response of wheat to Azotobacter-Actinomycet inoculation and nitrogen fertilizers. *Romanian Agriculture Research*. Number23.

Kadian N., Gupta A., Satya S., Kumari Mehta R., and Malik A. (2007). Biodegradation of herbicides (atrazine) in contaminated soil using various bioprocessed materials. *Journal of Bioresour Technology*. 99: 4642-4647.

Keryser H H., and Li F. (1992). Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. *Plant and soil*141:119-35.

Kim K K., Jordan D., and MacDonald G A. (1989). Entro bacter agglomerans, phosphate solubizing bacterial activity in soil: effect of carbon sources. *Soil. Biol. Biochem.* 89, 995-1003

Kodesova R., Kocarek M., Kodes V., Drabek O., Kozak J., and Hejtmankova K. (2010). Pesticide adsorption in relation to soil properties and soil type distribution in regional scale. *Hazardous Materials.* 186: 540-550.

Krutz L J., Zablotowicz K N., Reddy C H., Koger I., and Weaver M A. (2007). Enhanced degradation of atrazine under field conditions correlates with a loss of weed control in the glasshouse. *Pest Manag Sci* 63:23–31

Kumar V., and Neeru N. (1999). Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum* mutants. *Biol. Fertil. Soils.* 28: 201-305.

Larson S J., Capel P D., and Magewski M S. (1997). Pesticides in surface water distribution, trend, and governing factors. In: Gilliom, R. J. (Ed.), *Series of Pesticides in hydrologic System*, vol. 3. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.

Mahfouz S A and Sharaf-Eldin M A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) *Int. Agrophys.* 21:361- 366.

Mandelbaum R T., Allan D L., and Wackett L P. (1995). Isolation and Characterization of a *Pseudomonas* sp. that Mineralizes the S-Triazine Herbicide Atrazine. *Journal of Applied and Environmental Microbiology* 61: 1451–1457.

Manuel A E., Eugenio L P., Mejuto J C., and Garcia-Rio L. (2007). The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of ground water resources, *Agriculture. Journal of Ecosystems and Environment* , 123: 247-260.

Marschner H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic press.

Moalem A H., Eshghizade H R. (2007). Application of biological fertilizers: benefits and limitations. In: *Second National Congress of Ecological Agriculture*, Iran, Gorgan, pp: 47. (In Persian with English summary).

Mohler C L., Frisch J C., and Pleasant J M. (1997). Evaluation of mechanical weed management programs for corn. *Weed Technol.* 11: 123 – 131.

Moorman T B., Cowan JK., and Coast E L I. (2001). Organic amendments to enhance herbicide biodegradation in contaminated soils. *Biology and Fertility of Soils* ,33:541–545.

Mueller K., Smith R E., James T K., Holland P T., and Rahman A. (2003). Prediction of field atrazine persistence in an allophonic soil with Opuse2. *Pest. Manag. Sci.* 60: 447-458.

Mustafa Y., and Canbolat S B. (2005). Effect of plant growth-promoting bacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. *Biology and Fertility of Soils.*

Mirza M S., Rasul G., MehnazLadha J K., Ali S., and Malik K A. (2000). Beneficial effects of inoculated nitrogen-fixing bacteria on rice. In: Ladha, J.K., Reddy, P.M. (eds) The quest for nitrogen fixation in rice. International Rice Research Institute. P: 191–204.

Nandula, V. N., C. L. Foy and D. M. Orcutt. (1999). Glyphosate for *Orobanche aegyptiaca* control in *Vicia sativa* and *Brassica napus*. Weed Science, 47: 486- 491.

Nagy I., Compernelle F., Ghys K., Vanderleyden J., and De mot R. (1995). Degradation and Mineralization of Atrazine by a Soil Bacterial Isolate. Applied and environmental microbiology. 2056-2060.

Nahas E., Banzatto D A., and Assis L C. (1990). Fluor apatite solubilization by *Aspergillus niger* in vinasse medium. Soil Boil. Biochem. 22(8)1097-1101.

Narula N., Kumar V., Behl R K., Deubel A., Gransee A., and Merbach W. (2000). Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163: 393–398.

Parker, C. and C. R. Riches. (1993). *Orobanche* species: The broomrapes. In: Parasitic Weeds of the World. Biology and Control (pp 111–164) Wallingford, UK, CAB International.

Paul E A., and Clark F E. (1989). Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, London, 275p.

Peolles M B., and craswell E T. (1992). Biological nitrogen fixation Investments, expectations and actual contribution to agriculture, plant and soil, 141:13-39.

Peter M H., Chen I T., George K. (2002). Gene action and heritability of high temperature fruit set in tomato. *Hort. Science*, 37(1): 172-175.
Postgate, J.1987. Nitrogen Fixation, Edward Arnold, London, 73p.

Probanza A., Lucas Garcia J A., Ruiz Palomino M., Ramos B., and Gutierrez Manero F J. (2002). *Pinus pinea* L. seedling growth and bacterial rhizosphere structure after inoculation with PGPR *Bacillus*. Applied Soil Ecology, 20:75-84.

Pawlitzi K H., and KOENIGER M. (1986). Abbau und Persistenz Von Herbiziden im Boeden. Gesund Pflanzen 38,Seite, 555-563.

Putene M E., and Bashan Y. (1993). Effect of inoculation with *Azospirillum brasilens* on germination and seedling growth of the giant colmnarcardon cactus (*Pachycereus pringlei*). Symbiosis, 15: 49-60.

Rai S N., and Gaur A C. (1988). Characterization of *Azotobacter* SPP. And effect of azetobacter and *Azospirillum* inoculants on the yield and N-Uptake of wheat crop. Plant and Soil 109: 131-134.

Renato D., Freitas J. (2000). Yield and N assimilation of winter inoculated wheat rhizobacteria. Pedobiologia 44: 97-104.

Robert M Z., Weaver M A., and Martin L A. (2006). Microbial adaptation for accelerated atrazine mineralization/degradation in Mississippi Delta soils. *Weed Science*. 54:538-547.

Rodelas B. (1999). Influence of Rhizobium /Azotobacter combined inoculation on mineral composition of faba bean (*vicia fabas.*) *Biology and Fertility of Soils*. 29 (2): 165-169.

Rohitasha S., Sood B K., Sharma V K., and singh R. (1993). esponse of forage maize (*Zea mays* L.) to Azotobacter inoculation and nitrogen. *Indian Journal of Agronomy*, 38:555-558.

Rongchang L., and Fenyting L. 91995). International training course on biological fertilizer Bodenken, bouding china. Pp.11-68.

Shirdel K., Yarnia M., Jawnshir A., and Dabbagh Mohammadi Nasab A. (2012). Effect of sulfosulfuron herbicide on controlling Orobanche aegyptiaca and application of biofertilizer in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Shaharoon B., Arshad M., Zahir A Z., and Khalid A. (2006). Performance of Pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biol. Biochem.* 38: 2971–2975.

Saleh-Rastin N. (2001). Biological fertilizers and their roles on sustainable agriculture.

Saleh-Rastin N. (2005). Sustainable management from viewpoint of soil biology. Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO). Agricultural Ministry, Tehran, Iran. (In Persian with English summary).

Sa'nchez-Moreno C., Plaza L., Ancos B., and Cano M P. (2006). Nutritional characterisation of commercial traditional pasteurised tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical-scavenging capacity. *Food Chem.* 98: 749–756.

Scherer H W. (2001). Sulphur in crop production invited paper. *European Journal of Agronomy*, 14: 81–111.

Schuster I., Nordmeyer H., and Rath T. (2007). Comparison of vision-based and manual weed mapping in sugar beet. *Biosys. engin.* 98: 17-25.

Sharma A K., (2002). Bifertilizers for sustainable agriculture. Agrobios Indian Publications .456

Sogi D. S., Bahtia R., Garg K S., and Bawa A S. (2005). Biological evaluation of tomato waste seed meals and protein concentrate. *Food Chem.* 89: 53-56.

Southon S. (2000). Increases in fruit and vegetable consumption within the EU: potential health benefits. *Food Res. Int.* 33: 211–217.

Stacewicz-Sapuntzakis M., and Bowen F E. (2005). Role of lycopene and tomato products in prostate health. *Biochimica Biophysica Acta*. 1740: 202– 205.

Stork P R. (1997). Field leaching and degradation of atrazine in a gradationally textured alkaline soils. *Aust.J. Agric. Res.* 48: 371-376.

Strasil Z., and Vorlicek Z. (2002). The effect of nitrogen fertilization, sowing rate and site on yield and yield components of selected varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Rostlinna Vyroba*. 48, (7) pp: 307-311.

Sturz A V., and Christie B R. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: themanagement of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research*,72:107-123.

Struthers J K., Jayachandran K., Moorman T B. (1998). Biodegradation of atrazine by *Agrobacterium radiobacter* J14A and use of this strain in bioremediation of contaminated soil. *Applied and environmental microbiology*. 64: 3368–3375

Sundby C., Chow W S., and Anderson J M. (1993). Effects on photosystem II function, photoinhibition, and plant performance of the spontaneous mutation of serine-264 in the photosystem II reaction center D1 protein in triazine-resistant *Brassica napus* L.. *Plant Physiology*, 103(1): 105-113.

Tatlidil F F., Boz I., and Tatlidil H. (2009). Farmers perception of sustainable agriculture and its determinants: A case study in Kahramanmaras province of Turkey. *Enviromental Development Sustainable*, 11, 1091-1106.

Teresa M., Novo M., Alba C., Ronaldo M., Paula C., Antonia C. (2000). Thiobacillus ferrooxidans response to copper and other heavy metals: growth, protein synthesis and protein phosphorylation. *Antonie van Leeuwenhoek*, 77: 187–195.

Tilak KV., Singh, C S., Roy N K., and Subba N S. (1982). Azospirillum brasilense and Azotobacter inoculum effect on maize and sorghum. *Soil Biology and Biochemistry*, 14: 417-418.

Toor R K., and Savage G P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Res. Int.* 35: 487- 494.

Tsatsaronis G C., and Boskou D G. (1975). Amino acid and mineral salt content of tomato seed and skin waste. *J. Sci. Food Agric.* 29: 421-423.

Turner J T., and Backman P A. (1989). Factors relating to peanut yield increases following *Bacillus subtilis* seed treatment. *Plant Disease*, 73: 464-468.

Vazques P., Holguin G., and Puente M E. (2000). Phosphate solubilizing microorganism associatated with the rizospherte of mangrovest in semi arid coastallagoon”. *Biol.Fert. Soile*. 30, 460-468.

Vessey J K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer”. *Plant and soil*, 255: 271-286.

Venema J H., Linger P., Van Exuden A W., Van Hasselt P R., Brueggemann W. (2005). The inheritance of chilling tolerance in tomato (*Lycopersicon* spp.). *Plant Biology*, 7, 118-130.

Wang W., Vinocur B. Altman A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14.

Yang J., Kloepper J W., and Ryu C. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Plant Science* 14: 1-4.

Zahir A Z., Arshad M., and Frankenberger W F. (2004). Plant growth promoting rhizobacteria: applications in agriculture”. *Advances in Agronomy*, 81: 97-168.

Zaied K A., Abd El-Hady A H., Afify H., and Nassef M A. (2003). Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakistan J. Biol Sci.* 6 (4): 344-358.

Zhang Y., and Raina M. (1992). Enhanced Octadecane Dispersion and Biodegradation by a *Pseudomonas* Rhamnolipid Surfactant (Biosurfactant). *Applied and environmental microbiology*. 58(10): 3276-3282.

Abstract

The use of biological fertilizers especially plant growth promoting bacteria instead of chemical fertilizers is the most important nutritional strategy in the sustainable management of agricultural ecosystems. A field experiment as randomized complete block design with three replications was conducted to study the effect of biological fertilizers and application of metribuzin herbicide on tomato chlorophyll content and relative water content, in research farm of University of Shahrood in 2013. The experimental treatments included T1: weeding all season, T2: no weeding all season, T3: inoculated with *Pseudomonas fluorescens* T4: inoculated with *Azotobacter crococom* T5: Metribuzin (500 g per ha from commercial type), T6: Metribuzin (1000 g per ha), T7: Metribuzin (1500 g per ha), T8: Metribuzin (500 g per ha)+ *P. fluorescens*, T9: Metribuzin (1000 g per ha) + *P. fluorescens*, T10: Metribuzin (1500 g per ha) + *P. fluorescens*, T11: Metribuzin (500 g per ha) + *A. crococom*, T12: Metribuzin (1000 g per ha) + *A. crococom*, T13: Metribuzin (1500 g per ha) + *A. crococom*. In addition to measuring the growth and functional traits in tomato, the population of soil bacteria in the different treatments was calculated. The results showed that the use Metribuzin (500 g per ha) + *A. crococom* and Metribuzin (500 g per ha)+ *P. fluorescens* treatment resulted in an increase in 89.57 and 63.52 percent of bacteria compared to control weeds (without control) respectively. These treatments also resulted in increasing order 97.4 and 82.19 percent plant height, 55.23 and 66.16 percent of the total number of fruit, ripe fruit than 15.33 and 84.36 percent were weedy. The results showed that the amount RWC for the treatment of *P. fluorescens* was compared to no weeds to the 73.44 percent. Herbicide treatments, especially yards Metribuzin 1500 grams heavy and significantly reduced the number and dry weight of weeds were at the same level. The results

showed that the use of herbicides and herbicide Metribuzin (500 g per ha) + *A. crococom* and Metribuzin (500 g per ha)+ *P. fluorescens* 25.29 and 69.33, respectively, reduced the percentage of the dry weight of weeds and weed 25.29 and 62.33 per cent compared to the control. The treatment of Metribuzin (500 g per ha) + *A. crococom* and Metribuzin (500 g per ha)+ *P. fluorescens* 87.43 and 45.47 percent alone in order to reduce the 86.47 and 86.43 percent of the dry weight of weeds and weed were compared to weedy. Based on the results of this trial application of bio-fertilizers *A. crococom* and *P. fluorescens* alone or together with 500 g ha Metribuzin yards herbicide can enhance the growth and yield of tomatoes and reduce the number and dry weight of weeds.

Keywords: *Azotobacter*, Pest, *Pseudomonas*, Sustainable management.



**Shahrood University
Faculty of Agriculture
Department of Agronomy**

M.Sc. Thesis

**Study the effect of bio fertilizers and metribuzine herbicide on growth and yield of
tomato in competition with weeds**

Mehrdad safarpour

Supervisors:

**Dr. H. Makarian
Dr. M. Gholipour**

Advisors:

**E. H. Ghorbani
Dr. H.R. Asghari**

February 2015

