



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

بررسی تاثیر قارچ مایکوریزا، ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک بر

کمیت و کیفیت گیاه دارویی رازیانه

ایمان اکبری

استاد راهنما:

دکتر احمد غلامی

اساتید مشاور:

دکتر حمید عباسدخت

دکتر منوچهر قلی پور

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ماه ۱۳۹۲

تقدیم به
بی‌بدیل‌ترین کنجینه‌های هستی

پدر که اقتدر و مادر صبورم
برادران و خواهران عزیزم

که همواره مشوق و پشتیبانم بوده‌اند

و همه آنانی که هستی علم‌مدیون وجود آنهاست.

مشکر و قدردانی

سپاس می‌گویم خداوند منان را که به من نعمت خواندن و نوشتن عطا نمود. در پایان این مرحله از تحصیل بر خود لازم می‌دانم که از بزرگوارانی که در طی مراحل زندگی و تحصیل یاریم نمودم قدردانی نمایم.

تحت از پدر و مادر گرامی ام مشکر و قدردانی می‌نمایم. آنان که دعای خیرشان حامی و پشتیبان اینجانب نه تنها در دوران تحصیل بلکه در تمام زندگی ام بود. از برادران و خواهرانم که با قبول مسئولیت‌هایم در خانواده فرصت تحصیل را برایم فراهم آوردند صمیمانه مشکر و قدردانی می‌نمایم.

این پایان نامه تحت راهنمایی‌های ارزنده و علمی استادی گرامی ام آقای دکتر احمد غلامی انجام شد که در طی انجام این پایان نامه حضوری فعال داشته و بی‌شک بدون مساعدت و یاری ایشان انجام این تحقیق محال بوده است لذا از محبت‌های بی‌دین آن صمیمانه سپاسگزارم. از استادی مشاور پایان نامه آقای دکتر عباسدخت و آقای دکتر قلی‌پور به سبب راهنمایی‌های علمی‌شان و از استادی محترم داور این پایان نامه که زحمت بازخوانی این پایان نامه را به عهده داشتند صمیمانه مشکر و قدردانی می‌نمایم.

از ریاست محترم دانشکده کشاورزی و کالکنان آموزش دانشکده، از کارشناس‌های آزمایشگاه‌های گیاه‌شناسی، خاک‌شناسی و زراعت آقای مهندس حسین پور، آقای مهندس ساگری و آقای مهندس مطهری‌نژاد، و از همکلاسی‌های خوبم آقای مهندس علی مطهری‌نیا و سایر دوستان و سرورانی که به نحوی از الطاف بی‌ریایشان بهره‌مند گشتم مشکر و قدردانی می‌نمایم.
برای همه بهترین آرزوها دارم.

ایمان اکبری

دی ماه ۱۳۹۲

تعهد نامه

اینجانب ایمان اکبری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی تاثیر قارچ میکوریزا، سطوح مختلف ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی رازیانه تحت راهنمایی آقای دکتر غلامی متعهد می‌شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

آلودگی های محیط زیست و به ویژه آلودگی منابع آب و خاک حاصل از استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی، سبب آلوده شدن منابع غذایی و به خطر انداختن سلامت جامعه انسانی شده اند. یکی از راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، خاک و حذف آلاینده ها، بکارگیری کودهای زیستی در تولید محصولات می باشد. بر این اساس به منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی رازیانه، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تجاری واقع در شهرستان دامغان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل قارچ میکوریزا (تلقیح و بدون تلقیح با قارچ *Glomus intraradices*)، ورمی کمپوست در سه سطح (۰، ۴ و ۸ تن در هکتار) و اسید هیومیک در دو سطح (محلول پاشی و عدم محلول پاشی) بودند. نتایج نشان داد که اثر کاربرد قارچ، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع، تعداد چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد و درصد اسانس معنی دار بود. قارچ میکوریزا عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس را به ترتیب به میزان ۸.۵، ۲۰ و ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر متقابل قارچ و ورمی کمپوست روی تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد اسانس معنی دار بود. هم چنین اثر سه جانبه قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر روی ارتفاع، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اسانس و درصد اسانس اثر معنی داری داشت. مهم ترین ترکیبات تشکیل دهنده ی اسانس با استفاده از دستگاه GC و GC/MS شامل: آنتول، فنکون، لیمونن و استراگول تشخیص داده شدند و بیشترین میزان آنتول در اسانس (۰.۷۵/۸۹۱) و کمترین میزان فنکون (۰.۸/۲۳۴)، استراگول (۰.۳/۲۲۱) و لیمونن (۰.۳/۰۱۲) در تیمار v3m2h2 بدست آمد.

کلمات کلیدی: ترکیبات اسانس، چتریان، میکوریزا، ورمی کمپوست، اسید هیومیک و عملکرد

مقالات مستخرج

اکبری ا، غلامی ا، عباسدخت ح و قلی پور م (۱۳۹۲) "تأثیر تلقیح میکوریزا، ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه" هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ص ۶۴، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان.

اکبری ا، غلامی ا، عباسدخت ح و قلی پور م (۱۳۹۲) "تأثیر قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد اسانس، درصد اسانس و کلونیزاسیون ریشه" همایش پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم، قشم.

اکبری ا، غلامی ا، عباسدخت ح و قلی پور م (۱۳۹۲) "بررسی تاثیر قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی رازیانه" سومین همایش مدیریت کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، جهرم

فهرست مطالب

صفحه	فصل اول : مقدمه
۱	مقدمه
	فصل دوم کلیات و مرور منابع
۸	۱-۲- رازیانه
۸	۱-۱-۲- تاریخچه و منشا
۸	۲-۱-۲- رده بندی
۹	۳-۱-۲- گیاهشناسی
۹	۴-۱-۲- موارد مصرف و خواص دارویی و درمانی
۱۱	۵-۱-۲- ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه
۱۲	۶-۱-۲- زراعت رازیانه
۱۲	۱-۶-۱-۲- کاشت
۱۳	۲-۶-۱-۲- نیازهای اکولوژیکی
۱۴	۳-۶-۱-۲- مراقبت و نگهداری (داشت)
۱۴	۴-۶-۱-۲- برداشت

- ۲-۲-۲- کودهای آلی و بیولوژیک ۱۵
- ۲-۲-۲-۱- اهمیت و نقش آنها ۱۵
- ۲-۲-۲-۲- مایکوریزا ۱۶
- ۲-۲-۲-۳- نقش مایکوریزا ۱۷
- ۲-۲-۲-۴- تاثیر مایکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد ۱۷
- ۲-۲-۲-۵- استفاده از کودهای زیستی گامی به سوی کشاورزی پایدار ۱۹
- ۲-۲-۲-۶- ورمی کمپوست ۲۰
- ۲-۲-۲-۷- ویژگی های ورمی کمپوست ۲۰
- ۲-۲-۲-۸- تاثیر ورمی کمپوست روی خاک ۲۱
- ۲-۲-۲-۹- عوامل موثر در فرآیند تولید ورمی کمپوست ۲۱
- ۲-۲-۲-۱۰- تاثیر ورمی کمپوست روی گیاهان ۲۳
- ۲-۲-۲-۱۱- ویژگی های ورمی کمپوست ۲۵
- ۲-۲-۲-۱۱-۱- تاثیر بر جذب و فرآهمی عناصر ۲۵
- ۲-۲-۲-۱۱-۲- بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک ۲۵
- ۲-۲-۲-۱۲- اسید هیومیک ۲۷
- ۲-۲-۲-۱۳- مواد هیومیک ۲۷
- ۲-۲-۲-۱۴- اثرات اسید هیومیک بر خصوصیات گیاهان زراعی ۲۹
- ۲-۲-۲-۱۵- بررسی آزمایشات قبلی ۳۰
- ۲-۲-۲-۱۶- خصوصیات مفید اسید هیومیک ۳۲
- ۲-۲-۲-۱۶-۱- اصلاح کننده‌ی ساختار فیزیکی خاک ۳۲
- ۲-۲-۲-۱۶-۲- حفظ رطوبت خاک ۳۳
- ۲-۲-۲-۱۶-۳- بهبود ریشه زایی گیاهان ۳۳

- ۳۴ ۲-۲-۱۶-۴- آزاد سازی مواد معدنی
- ۳۴ ۲-۲-۱۶-۵- افزایش مقاومت گیاه به خشکی
- ۳۴ ۲-۲-۱۶-۶- جلوگیری از شوری آب و خاک
- ۳۵ ۲-۲-۱۶-۷- جلوگیری از مسمومیت گیاهان
- ۳۵ ۲-۲-۱۶-۸- افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک
- ۳۶ ۲-۲-۱۶-۹- ایجاد توازن در عناصر غذایی
- ۳۶ ۲-۲-۱۶-۱۰- جلوگیری از سرما زدگی
- ۳۶ ۲-۲-۱۶-۱۱- دوام زیاد کودهای هیومیک در خاک
- ۳۷ ۲-۲-۱۶-۱۲- جذب بهتر مینرال ها
- ۳۹ **فصل سوم: مواد و روش ها**
- ۴۰ ۳-۱- زمان و مکان آزمایش
- ۴۰ ۳-۲- مشخصات آب و هوا و نوع خاک محل مورد آزمایش
- ۴۱ ۳-۳- روش کار در مزرعه
- ۴۱ ۳-۳-۱- تهیه زمین
- ۴۲ ۳-۳-۲- طرح آزمایش در مزرعه
- ۴۳ ۳-۴- عملیات زراعی
- ۴۳ ۳-۴-۱- آماده سازی زمین
- ۴۳ ۳-۴-۲- کاشت
- ۴۳ ۳-۴-۳- داشت
- ۴۴ ۳-۴-۴- نمونه برداری و برداشت
- ۴۴ ۳-۵- تعیین درصد کلونیزاسیون
- ۴۵ ۳-۶- استخراج اسانس

۳-۷- تجزیه و اندازه گیری ترکیبات موجود در اسانس ۴۵

۳-۸- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات ۴۶

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- اثر کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برخی خصوصیات کمی رازیانه ۴۸

۴-۱-۱- ارتفاع بوته ۴۸

۴-۱-۲- تعداد دانه در چتر اصلی ۵۱

۴-۱-۳- تعداد چتر در بوته ۵۳

۴-۱-۴- وزن دانه در چتر و وزن دانه در بوته ۵۵

۴-۱-۵- وزن هزار دانه ۵۹

۴-۱-۶- عملکرد اقتصادی و بیولوژیک ۶۱

۴-۱-۷- شاخص برداشت ۶۶

۴-۲- اثر کودهای آلی و بیولوژیک بر درصد کلونیزاسیون ریشه ۶۸

۴-۳- اثر کودهای آلی و بیولوژیک بر کمیت و کیفیت اسانس ۷۰

۴-۳-۱- درصد و عملکرد اسانس ۷۰

۴-۳-۲- درصد محتوای آنتول ۷۹

۴-۳-۳- درصد محتوای استراگول ۸۰

۴-۳-۴- میزان فنکون ۸۱

۴-۳-۵- میزان لیمونن ۸۱

۴-۳-۶- نتیجه گیری ۸۲

پیشنهادات ۸۳

پیوست ها .	۸۵
پیوست ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات کودهای آلی و زیستی بر صفات کمی در گیاه رازیانه	۸۷
پیوست ۲- نتایج تجزیه واریانس اثرات کودهای آلی و زیستی بر عملکرد گیاه رازیانه	۸۸
پیوست ۳- نتایج تجزیه واریانس اثرات کودهای آلی و زیستی بر صفات کمی گیاه رازیانه	۸۹
منابع	۹۰

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱- اثر قارچ مایکوریزا بر ارتفاع بوته	۴۹
شکل ۴-۲- اثر سوح مختلف ورمی کمپوست بر ارتفاع بوته	۵۰
شکل ۴-۳- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر ارتفاع بوته	۵۰
شکل ۴-۴- اثر تیمار کودی مختلف بر ارتفاع بوته	۵۰
شکل ۴-۵- تأثیر مایکوریزا بر تعداد دانه در چتر	۵۲
شکل ۴-۶- تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر تعداد دانه در چتر	۵۲
شکل ۴-۷- اثر متقابل مایکوریزا و ورمی کمپوست بر تعداد دانه در چتر	۵۲
شکل ۴-۸- اثر مایکوریزا بر تعداد چتر در بوته	۵۴
شکل ۴-۹- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر تعداد چتر در بوته	۵۴
شکل ۴-۱۰- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر تعداد چتر در بوته	۵۴
شکل ۴-۱۱- اثر مایکوریزا بر وزن دانه در چتر	۵۶
شکل ۴-۱۲- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر وزن دانه در چتر	۵۷
شکل ۴-۱۳- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر وزن دانه در چتر	۵۷
شکل ۴-۱۴- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن دانه در چتر	۵۷
شکل ۴-۱۵- اثر قارچ مایکوریزا بر وزن دانه در بوته	۵۸
شکل ۴-۱۶- تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر وزن دانه در بوته	۵۸
شکل ۴-۱۷- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر وزن دانه در بوته	۵۸
شکل ۴-۱۸- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر وزن هزار دانه	۶۰
شکل ۴-۱۹- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر وزن هزار دانه	۶۰
شکل ۴-۲۰- اثر متقابل ورمی کمپوست در مایکوریزا بر وزن هزار دانه	۶۰
شکل ۴-۲۱- تأثیر مایکوریزا بر عملکرد دانه	۶۲
شکل ۴-۲۲- تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد دانه	۶۲
شکل ۴-۲۳- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد دانه	۶۳

- شکل ۴-۲۴- اثر متقابل ورمی کمپوست در مایکوریزا بر عملکرد دانه ۶۳
- شکل ۴-۲۵- اثر مایکوریزا بر عملکرد بیولوژیک ۶۵
- شکل ۴-۲۶- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک ۶۵
- شکل ۴-۲۷- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک ۶۶
- شکل ۴-۲۸- اثر تیمار های مختلف کودی بر عملکرد بیولوژیک ۶۶
- شکل ۴-۲۹- اثر مایکوریزا بر شاخص برداشت ۶۷
- شکل ۴-۳۰- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص برداشت ۶۸
- شکل ۴-۳۱- اثر قارچ مایکوریزا بر درصد کلونیزاسیون ریشه ۶۹
- شکل ۴-۳۲- تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر درصد کلونیزاسیون ریشه ۷۰
- شکل ۴-۳۳- اثر قارچ مایکوریزا بر میزان اسانس دانه ۷۲
- شکل ۴-۳۴- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میزان اسانس دانه ۷۳
- شکل ۴-۳۵- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر میزان اسانس دانه ۷۳
- شکل ۴-۳۶- اثر متقابل ورمی کمپوست در مایکوریزا بر میزان اسانس دانه ۷۳
- شکل ۴-۳۷- تأثیر تیمار مختلف کودی بر میزان اسانس دانه ۷۴
- شکل ۴-۳۸- تأثیر قارچ مایکوریزا بر عملکرد اسانس ۷۶
- شکل ۴-۳۹- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد اسانس ۷۶
- شکل ۴-۴۰- اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد اسانس ۷۶
- شکل ۴-۴۱- اثر تیمار مختلف کودی بر عملکرد اسانس ۷۷
- شکل ۴-۴۲- رابطه بین عملکرد دانه و عملکرد اسانس ۷۷
- شکل ۴-۴۳- رابطه بین آنتول و دیگر ترکیبات اسانس ۸۲

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- وضعیت جوی و آماري شهرستان دامغان	۴۰
جدول ۳-۲- جدول آنالیز خاک مزرعه	۴۱
جدول ۳-۳- جدول آنالیز نمونه ورمی کمپوست	۴۱
جدول ۴-۱- جدول درصد ترکیبات موجود در اسانس تحت تاثیر تیمارهای کودی مختلف	۷۸

فصل اول

مقدمه

مقدمه

شناخت اثرات درمانی گیاهان از قدیم رواج داشته است. مصریان ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح از گیاهان دارویی استفاده می کردند، برای مثال از زیره سبز، مرزنجوش و بادیان (انیسون) در مومیایی اجساد و همچنین در پاپیروس‌های مقدس قدیمی استفاده می کردند. در تمدن های مهم دنیا نظیر ایران باستان، یونان، مصر، خاورمیانه، هند و چین نشانه‌های بسیاری از شناخت و کاربرد گیاهان دارویی در ۳۰۰۰ سال پیش یافت می شود. سایر تمدن‌ها مانند بابلیان، آشوریان، مادها و تمدن اسلامی مهد پیشرفت در زمینه شناخت گیاهان دارویی بودند (توکلی دینانی، ۱۳۸۸).

در ایران نیز استفاده از گیاهان دارویی از سابقه زیادی برخوردار است. امروزه جایگاه گیاهان دارویی در سلامت جامعه بر همگان روشن است. تنوع اقلیم ایران و هم چنین قدمت استفاده از گیاهان دارویی توجه محققین زیادی را به سوی توسعه دانش و تحقیق در این زمینه جلب نموده است. بهره برداری از گیاهان دارویی و معطر به روش صحیح و تهیه داروهای گیاهی به صورت مدرن، تعیین جایگاه گیاهان دارویی و معطر و فرآورده‌های ثانویه آنها در صادرات و مصارف صنعتی داخلی نیازمند تحقیقات گسترده و شناخت پتانسیل‌های موجود می باشد. گیاهان دارویی یکی از منابع ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره برداری صحیح می تواند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال زایی و صادرات غیر نفتی داشته باشند.

خانواده (*Apiaceae*) چتریان یکی از بزرگترین خانواده‌های گیاهی است که دارای پراکنش وسیعی است و حدود ۳۰۰ جنس و ۳۰۰۰ گونه علفی معطر دارد (سفیدکن و همکاران ۱۳۸۰). اغلب گیاهان این تیره در اندام های خود (در مجاری درون بافتی به نام شیزوژن) دارای اسانس می باشند. اما اساسا اسانس دانه آنها مورد توجه است. گیاهان این تیره عمدتا در مناطق معتدل می‌رویند. میوه رازبانه

دارای ۱۰ تا ۱۲ درصد اسانس روغنی است که قسمت عمده آن را آنتول تشکیل می‌دهد. از دیگر ترکیبات موجود مهم دیگر در این گیاه می‌توان به فنکون، استراگول، لیمونن و متیل کایکول اشاره کرد. مردم روم و یونان خواص دارویی این گیاه را می‌دانستند و از آن برای درمان برخی بیماری‌ها استفاده می‌کردند. در اکثر فارماکوپه‌ها خاصیت دارویی میوه رازیانه مورد تاکید قرار گرفته است. از دم کرده میوه‌های این گیاه برای درمان دل درد استفاده می‌شود و مواد موثره میوه آن سبب تحریک در تولید شیر مادران می‌شود (امید بیگی ۱۳۷۹). اسانس رازیانه از مهم‌ترین اسانس گیاهان دارویی است که دارای خاصیت ضد التهاب، ضد تشنج، ضد نفخ، ضد عفونی کننده، درمان دل درد، افزایش شیر مادر می‌شود (هورنوک و همکاران ۱۹۸۸). هم چنین اسانس رازیانه در صنایع داروسازی، صنایع نوشابه سازی، صنایع غذایی و صنایع بهداشتی آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و جایگاه خاصی در تجارت جهانی دارد (مالیک و همکاران ۱۹۸۷).

برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار استفاده از نهاده‌هایی که جنبه اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند و مخاطره محیطی را کاهش بخشند ضرورت دارد. در بسیاری از موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد. برای کاهش این مخاطرات باید از نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تامین نیازهای فعلی گیاه، باعث پایداری سیستم کشاورزی در دراز مدت شود. بنابراین استفاده از کودهای زیستی و انتخاب بهترین گونه میکرو ارگانیسم‌ها که بیشترین سازگاری را به اقلیم منطقه داشته باشند می‌تواند در پایداری سیستم کشاورزی مفید باشد. استفاده از کودهای زیستی که حاوی سویه‌های میکروبی مختلف است موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. ضرورت استفاده از این کودها در تولید گیاهان دارویی پر اهمیت‌تر از سایر محصولات زراعی است. زیرا رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی در جهت بهبود کمیت و کیفیت ماده موثره با حفظ سلامتی ترکیبات آنها است (خواوازی و همکاران ۱۳۸۴). مصرف کودهای زیستی نظیر قارچ مایکوریزا در یک سیستم مبتنی بر کشاورزی

پایدار ضمن سلامتی محیط زیست موجب افزایش کیفیت و پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌شود قارچ‌های میکوریزا یکی از اجزای مهم زیستی خاک هستند و با دیگر جانداران در ریزوسفر اثرات متقابل دارند (بوون و همکاران ۱۹۹۹). همزیستی قارچ میکوریزا بیشتر به منظور جذب عناصر غذایی کم تحرک در خاک مثل فسفر، مس، روی و منیزیم صورت می‌گیرد (فابیر و همکاران ۱۹۹۰). قارچ میکوریزا نیز باعث افزایش جذب عناصر غذایی، تغییر مورفولوژی ریشه، افزایش جذب آب، افزایش جذب N و جلوگیری از بروز بیماری‌های ریشه می‌شود (آلوش و همکاران ۲۰۰۰). قارچ میکوریزا آرباسکولار جزء اصلی فلور محیط ریشه گیاهان در بوم نظام‌های طبیعی می‌باشند که رابطه همزیستی با بیشتر نهان‌دانگان از جمله گیاهان دارویی دارند. میکوریزا به دلیل افزایش سطح فعال ریشه ای سبب افزایش جذب مواد غذایی می‌شود (آستارایی و همکاران ۱۳۷۵). میکوریزا در نظام زراعی باعث افزایش فتوسنتز، بهبود گل دهی، افزایش کارایی مصرف آب، افزایش مقاومت به تنش شوری، افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی، افزایش کلروفیل، افزایش قدرت رقابتی در گیاه میزبان در مقابل علف هرز، افزایش مقاومت به فلزات سنگین، بهبود ساختمان خاک و کاهش اثرات سوء مواد شیمیایی می‌شود (جهان و همکاران ۱۳۸۶).

استفاده از ورمی کمپوست به عنوان یک راهکار جدید برای تامین نیاز غذایی گیاه، کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش آلودگی زیست محیطی می‌باشد و می‌تواند باعث بهبود کمیت و کیفیت گیاهان دارویی شود (درزی و همکاران ۲۰۰۷). ورمی کمپوست یک کود آلی است و شامل مخلوطی از باکتری، آنزیم، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب ادامه تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت میکروبی در بستر کشت گیاه می‌شود (بریمنس ۱۹۹۹). ورمی کمپوست حاصل یک فرآیند نیمه هوازی است که طی تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکی اتفاق می‌افتد (حق پرست ۱۳۷۲). این کود آلی سبک فاقد هرگونه بو و عاری از علف هرز است (آتیه و همکاران ۲۰۰۲). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های

رشد و ویتامین‌ها می‌باشد و یک آفت کش زیستی قوی است خاک‌های دارای ورمی کمپوست دارای نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم بیشتری می‌باشند (آتیه و همکاران ۲۰۰۱). ورمی کمپوست ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد (گالی ۱۹۹۰). ورمی کمپوست باعث بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه می‌شود (بوون ۱۹۹۹). از آنجایی که ورمی کمپوست غنی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بوده، بنابراین مصرف آن می‌تواند موجب افزایش رشد گیاه و تسریع در گل دهی شود (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴).

افزایش عملکرد محصولات دارویی یکی از اهداف مشترک متخصصین می‌باشد بنابراین استفاده از کودهای طبیعی و از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد به خصوص در شرایط متغییر محیطی می‌تواند مثر ثمر واقع شود، لذا از اسید هیومیک به عنوان کود دوستدار طبیعت نام برده می‌شود مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد ترکیبات هوموسی مواد آلی دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام های اسید فولویک و اسید هیومیک می‌باشند که از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، ذغال سنگ و غیره استخراج می‌شود (حسن زاده ۱۹۹۴). اسید هیومیک با کلات کردن عناصر غذایی ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهد (واقان ۱۹۷۶).

تحقیقات انجام شده بر روی گیاهان دارویی در شرایط طبیعی و مصنوعی بیانگر آن است که استفاده از کشاورزی پایدار به دلیل شباهت و تطابق با شرایط طبیعی و حفظ کیفیت محصول بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر ماده موثره در این حالت بدست می‌آید (شریفی عاشورآبادی و همکاران ۱۳۸۱) به همین دلیل رویکرد جهانی در تولید گیاه دارویی به سمت سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد. یکی از این روش‌ها اعمال کودهای زیستی و آلی به منظور افزایش کمیت و کیفیت گیاهان دارویی می‌باشد. از جمله این گیاهان می‌توان به گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum*)

vulgare Mill اشاره کرد که از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار است و از ماده موثره آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. از این رو به منظور افزایش کمی و کیفی آن، استقرار یک سیستم کشاورزی پایدار و اعمال کودهای زیستی و آلی در تولید از اهمیت بسزایی برخوردار است. بر این اساس، با توجه به نقش ویژه کودهای آلی در بهبود عملکرد گیاهان دارویی و نیز توجه به جایگاه ویژه گیاه رازیانه در صنایع دارویی، این تحقیق با هدف تعیین تیمار مناسب کود های زیستی و یا تلفیق این کودها از نظر افزایش کمی عملکرد (دانه) و کیفی (اسانس) گیاه دارویی رازیانه، تعیین ترکیبات تشکیل دهنده‌ی اسانس و تغییرات آنها و ارائه روشی جایگزین برای مصرف کودهای شیمیایی در تولید رازیانه انجام شد.

فصل دوم

مروری بر پژوهش-

های پیشین

۲-۱- رازیانه

۲-۱-۱- تاریخچه و منشاء

رازیانه (*Foeniculum vulgare*) یکی از گیاهان دارویی با ارزش می باشد که در صنایع داروسازی کشورهای پیشرفته مطرح بوده و در مناطق مختلف جهان و ایران کشت می شود. رازیانه مطابق نوشته های پاپیروس در ۱۵۵۰ سال قبل از میلاد در لیست گیاهان دارویی جای داشته است (ماسارویکف و همکاران ۲۰۰۶). در افسانه های قدیمی آمده است که مارها در زمان پوست اندازی چشمان خود را با مالیدن به رازیانه قوی می نمایند، از این روی بود که مردم برای رازیانه اثر تقویت کننده نیروی بینایی قائل بودند و حتی هنوز هم که قرن ها از آن روزگار می گذرد، مردم به آن معتقد هستند. جالینوس حکیم از مصرف آن در تهیه غذاها صحبت نموده و در قرن پنجم برای آن اثر مسکن سرفه قائل بود. اسانس رازیانه حاوی آنتول، استراگول، متیل اوژنول، فلاندرن، آلفاپینن، فنچون و ... می باشد. آنتول موجود در اسانس رازیانه اثر فعال کننده مراکز عصبی مغزی را دارد. طعم میوه رازیانه معطر، کم و بیش با بوی ملایم و به حالت تازه ناپسند است (امید بیگی ۱۳۷۹).

رازیانه بومی منطقه مدیترانه و جنوب اروپا است و در حال حاضر در جنوب و مرکز اروپا، کشورهای آسیایی (هند، چین، ژاپن) و بسیاری از کشورهای آفریقایی و همچنین در برزیل و آرژانتین کشت می شود (امیدبیگی ۱۳۷۹). در ایران در گرگان، مازندران، در آذربایجان در ارتفاع ۱۰۰۰ متری، تبریز، گیلان، شمال منجیل و بلوچستان می روید (قهرمان ۱۳۷۳)

۲-۱-۲- رده بندی

رازپانه *Foeniculum vulgare* گیاهی است دیپلوئید $2n=22$ و از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی ایران است که منشاء آن مدیترانه و متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) می‌باشد. ظاهر کلی رازپانه مخصوصاً از نوع برگ بی شباهت با شوید نیست ولی بوی مطبوع و معطر و ساقه مرتفع و ریشه ضخیم گیاه به سهولت آن را از شوید متمایز می‌سازد. گل‌های آن زرد رنگ و مجتمع به صورت چتر مرکب است. قسمت مورد استفاده رازپانه، ریشه، برگ و میوه آن است ولی معمولاً کلیه قسمت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۱-۳- گیاهشناسی

رازپانه گیاهی دو ساله یا چند ساله است که در ایران فقط یک گونه به نام *Foeniculum vulgare* هم به صورت زراعی و هم وحشی یافت می‌شود (مظفریان ۱۳۷۵). رازپانه دارای ریشه ای غده ای، دوکی شکل، مستقیم و به رنگ سفید مات است. در این گیاه ساقه قائم، استوانه ای، به رنگ سبز روشن، به ارتفاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی متر و منشعب می‌باشد. برگ‌ها به رنگ سبز تیره، شاداب، ظریف و دارای بریدگی‌های کم و بیش عمیق هستند. دمبرگ‌ها در محل ساقه حالت غلاف پیدا می‌کند. گل‌های کوچک و زرد رنگ رازپانه در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی به صورت مجتمع در چتر مرکب قرار می‌گیرند. میوه رازپانه به طول ۶ تا ۱۰ میلی متر به عرض ۲ تا ۳ میلی متر دوکی شکل با دو انتهای باریک و رنگ آن سبز یا قهوه ای روشن می‌باشد. میوه مریکارپ دارای ۵ پره برجسته و ناودانی شکل و هر یک از شیارها بین پره ها دارای یک مجاری ترشح کننده است (قهрман ۱۳۷۳).

۲-۱-۴- موارد مصرف و خواص دارویی و درمانی

طبع رازپانه گرم و خشک است. دانه آن گرمتر از بقیه ی اجزای آن است (میرحیدر ۱۳۸۰). در طب سنتی رازپانه به عنوان ضد نفخ، مدر، دفع کننده سنگ های کلیه و مجاری ادراری، افزایش دهنده

شیر مادران مورد استفاده قرار می‌گیرد (بخردی ۱۳۸۳). در چین از جوشانده تهیه شده از گیاه به عنوان ضد قی و آشفستگی استفاده می‌شود و برای رفع فتق و برای ازدیاد بینایی چشم مفید است. برای ازدیاد ترشح شیر مفید است به طوری‌که دم کرده ۱۰-۴ گرم تخم رازیانه در ۳-۴ فنجان آب جوش می‌تواند خیلی موثر باشد. برای رفع آسم و سرفه چند گرم دانه را در یک فنجان آب جوش ریخته به مدت ۱۵ دقیقه دم می‌کنند و بعد از اضافه کردن عسل به آن، آن را می‌خورند. دم کرده بذر رازیانه با زیره سبز برای رفع اسهال و تقویت معده است و با عسل و سکنجبین برای تب‌های کهنه مفید است. از دم کرده دانه آن برای درد پهلو و لگن خاصره، رفع بلغم ترش، رفع اسهال مزمن، استفاده می‌کنند (میرحیدر ۱۳۸۰).

ریشه رازیانه دیورتیک است. اوره و اسید اوریک را دفع می‌کند. به علاوه اشتها آور است. ریشه به علت مدر بودن در موارد کمی دفع ادرار، سنگ کلیه، نفریت و بیماری‌هایی نظیر آن مصرف می‌شود. زمان جمع آوری ریشه باید در اواخر پاییز باشد (بیگدلی ۱۳۸۴). در فرانسه برای رفع سنگ مثانه یک مشت کاکل ذرت را در یک لیتر آب جوشانده، سپس دو قاشق چای خوری دانه رازیانه ریخته و دم می‌کنند بعد از دم کردن می‌گذارند تا سرد شود و ۲-۳ فنجان از این دم کرده در روز می‌خورند (میرحیدر ۱۳۸۰). از برگ خام و تازه آن به عنوان چاشنی برای غذا و سبزی استفاده می‌کنند. البته زمان جمع آوری برای برگ‌ها باید قبل از گلدهی باشد (مداح ۱۳۷۹). عصاره روغنی حاصل از دانه را برای ناراحتی‌های گوارشی تجویز می‌کنند. به عنوان خلط آور ملایم برای سرفه‌ها و ناراحتی‌های تنفسی هم مفید است.

سایر موارد استفاده

رازیانه به عنوان یک عامل طعم دهنده در مخلوطهای چای، نوشیدنی‌ها و فراورده‌های غذایی به کار می‌رود. روغن رازیانه را می‌توان به عنوان یک جز آنتی‌سپتیک در خمیر دندان‌ها، دهان شویه‌ها، به عنوان یک ترکیب در فراورده‌های پوستی چون ضد چین و چروک و ضد پیری، صابونها، پاک‌کننده

ها، کرم ها، لوسیونها و مواد خوشبو کننده به کار برد (مداح ۱۳۷۹).

۲-۱-۵- ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه

در اسانس رازیانه ۲۲ ترکیب شناسایی شده است که درصد آنها طی مراحل مختلف رشد متغیر است. ولی ترکیبات عمده اسانس رازیانه در تمام مراحل رشد ترانس آنتول، لیمونن، فنچون، استراگول یا متیل کایکول و آلفاپینن می باشد. از دیگر ترکیبات آن می توان میرسن، اوسیمن، فلاونوئیدها، قندها، لعاب، ویتامین A را نام برد (سفیدکن ۱۳۸۰).

آنتول (Anethol)

آنتول منوترپن تک حلقوی اکسیژن دار به فرمول $C_{10}H_{12}O$ است که به دو فرم ایزومر سیس و ترانس وجود دارد. فرم ترانس در دمای ۲۱-۲۰ درجه سانتی گراد به صورت کریستال در می آید. نقطه ذوب آن ۲۱/۴ درجه سانتی گراد و در بالای ۲۳ درجه سانتی گراد به شکل پترولیوم اتر محلول است (صالح راستین ۱۳۷۷). آنتول در طی فرایندی از سنیمیک اسید حاصل از فنیل آلانین بوجود می آید (آینه چی).

لیمونن (Limonene)

لیمونن با فرمول بسته $C_{10}H_{16}$ و یک منوترپن تک حلقه ای است که به فرم های راست گرد (d)، چپ گرد (L) و فرم راسمیک وجود دارد. لیمونن موجود در اسانس رازیانه دارای خاصیت باز دارندگی در سرعت تومورهای پستانی بوده و از این جهت مانند آنتول یکی از عوامل اصلی در خاصیت دارویی اسانس رازیانه می باشد.

اوسیمن (Ocimene)

این ترکیب با فرمول $C_{10}H_{16}$ یک منوترپن خطی است. اوسیمن مایعی بی رنگ که در آب غیر محلول است ولی در اتر، کلروفرم و اسید استیک محلول است. این ماده به طور خالص در تهیه اسانس های شیمیایی مختلف استفاده می شود. در عطر سازی، معطر نمودن مواد آرایشی و ساختن صابونهای رنگی کاربرد دارد (میرزا و همکاران ۱۳۷۵).

میرسن (Mycene)

میرسن مایعی روغنی است زرد رنگ با بویی مطبوع و غیر قابل حل در آب، میرسن آرام بخش و ضد تشنج، بر طرف کننده طپش قلب و سرگیجه است (میرزا و همکاران ۱۳۷۵).

آلفا پینن (α -Pinene)

این ترکیب یک منوترپن هیدروکربنی ۲ حلقه ای است که از نظر تجاری بسیار مهم است. ترپن های نظیر α -Pinene و β -Pinene در واکنش های متعددی مثل ایزومریزاسیون، اکسیداسیون، هیدراسیون، هیدروبوراسیون و ... شرکت می کند، که در ساخت بسیاری از ترکیبات شیمیایی نقش بسزایی دارند (میرزا و همکاران ۱۳۷۵).

فنچون (Fenchone)

این ترکیب به عنوان یکی از ترکیب های عمده موجود در اسانس رازیانه است که در عطر سازی و صنعت استفاده می شود.

۲-۱-۶- زراعت رازیانه

۲-۱-۶-۱- کاشت

برای آماده سازی خاک بهتر است در اواخر تابستان کودهای کاملاً پوسیده حیوانی را به زمین اضافه کرد، سپس زمین شخم عمیقی زده می‌شود و کودهای شیمیایی مورد نیاز گیاه را به خاک اضافه می‌شود و کودها به وسیله دیسک به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی متری خاک می‌فرستند، سپس زمین را تسطیح نموده و بستر خاک را برای کشت حاضر می‌نمایند (امید بیگی ۱۳۷۹).

رازیانه دوره رویشی نسبتاً طولانی دارد، لذا باید کاشت آن در اوایل سال (اواخر اسفند و اوایل بهار) انجام گیرد. بعضی از محققین کشت رازیانه را در فصل پاییز (آبان) توصیه می‌کنند (امید بیگی ۱۳۷۹). بذور به صورت خطی داخل کرت در عمق ۱ تا ۲ سانتی متری خاک به طور مستقیم کشت می‌شوند. فاصله بذور از هم بر روی خطوط ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر در نظر گرفته می‌شود (بیگدلی ۱۳۸۴). مقدار بذر برای یک هکتار زمین ۸ تا ۱۰ کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود (امید بیگی ۱۳۷۹).

۲-۱-۶-۲- نیازهای اکولوژیکی

از آنجایی که رازیانه گیاهی است مدیترانه‌ای، هوای گرم برای رشد و نمو این گیاه مطلوب است. به طور کلی کشت این گیاه در کشورهای با هوای گرم (که تابستان طولانی و زمستان سرد نداشته باشد) موفقیت آمیز می‌باشد. جوانه زنی بذور در ۶ تا ۸ درجه سانتی گراد انجام می‌گیرد ولی درجه حرارت مطلوب برای جوانه زنی ۱۵ تا ۱۶ درجه سانتی گراد می‌باشد (امید بیگی ۱۳۷۹). خاک‌های لوم رسی با مواد و عناصر غذایی تاثیر منفی در عملکرد محصول دارند. کشت رازیانه را باید در زمین‌هایی انجام داد که دارای آب کافی باشند. دمای مطلوب در طول دوره رویش و در طی زمان تشکیل میوه ۲۵ تا ۲۲ درجه سانتی گراد است. در زمستان‌های طولانی و بسیار سرد ریشه گیاه دچار سرمازدگی شده و خشک می‌شوند. آبیاری در زمان مناسب تاثیر مثبتی بر کیفیت و کمیت مواد موثره رازیانه دارد. بهترین زمان برای این کار ابتدای رویش، مرحله تشکیل ساقه و هم چنین مرحله نمو گل می‌باشد. اسیدیته خاک برای رازیانه ۴/۸ تا ۸ مناسب است (امید بیگی ۱۳۷۹). دوره رویش رازیانه بسیار طولانی است. بذور ۲ تا ۳ سال قوه نامیه خود را حفظ می‌کنند و در شرایط مناسب ۱۴ تا

۲۰ روز پس از کاشت سبزی می‌شوند. رشد اولیه بوته‌ها بسیار کند است به طوری‌که از رویش دانه تا تشکیل ساقه ۲ تا ۲/۵ ماه طول می‌کشد. در سال اول رویش گل در اواسط تیر و زمان مناسب برداشت اوایل مهر است، اما در سال‌های بعد این زمان جلو می‌افتد. عمر مفید این گیاه ۴ تا ۵ سال است. بذور دو ساله (بندرت سه سال) از کیفیت خوبی برای کشت برخوردار هستند (مداح ۱۳۷۹).

۲-۱-۶-۳- مراقبت و نگهداری (داشت)

علف‌های هرز: وجین علف‌های هرز در فصل بهار (خرداد) ضروری می‌باشد. با استفاده از علف‌کش‌های مناسب نیز می‌توان به مبارزه با علف‌های هرز پرداخت، از بین این علف‌کش‌ها می‌توان مرکازین را نام برد که به مقدار ۴ تا ۵ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت، و اگر بذر در فصل پاییز کاشته شوند، بعد از کاشت بذور اما قبل از رویش آنها استفاده می‌شود. از دیگر علف‌کش‌ها می‌توان آفالون را به مقدار ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم در هکتار هنگامی که طول گیاهان به ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر می‌رسد استفاده نمود.

آفات: آفات در طول رویش ممکن است خسارت سنگینی به رازیانه وارد نماید. خسارت عمدتاً از جانب سن‌های لکه‌دار که متعلق به خانواده میریده هستند وارد می‌شود. این حشرات با مکیدن شیره گیاه سبب ضعیف شدن و کاهش عملکرد می‌شود. برای مبارزه با این آفت می‌توان از دیتریفون یا وفاتوکس استفاده نمود. (آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها را می‌توان به طور مخلوط به کار برد) (امید بیگی ۱۳۷۹). از گیاه رازیانه می‌توان برای مبارزه بیولوژیک استفاده کرد. به طوری‌که اگر در اطراف کرت‌های گیاه، این گیاه را کشت نماید محل اسکان کفشدوزک است که این حشره از شته تغذیه می‌کند (بیگدلی ۱۳۸۴). رازیانه را هیچ‌گاه نباید در مجاورت گیاهان سمی مانند بذر البنج و گیاهانی از این قبیل کشت نمود، زیرا هنگام برداشت ممکن است بذر رازیانه با بذر این گیاهان مخلوط شود و استفاده از آن ایجاد مسمومیت نماید (امید بیگی ۱۳۷۹).

۲-۱-۶-۴- برداشت

میوه‌های رازیانه به طور همزمان نمی‌رسند و پس از رسیدن از گیاه جدا و به اطراف پخش می‌شوند. از این رو باید قبل از رسیدن کامل میوه آن را برداشت کرد. می‌توان با ماشین برداشت غلات دانه‌های رازیانه را برداشت نمود. زمان برداشت محصول در سال اول اوایل مهر است در حالیکه در سال دوم و سوم این زمان به شهریور تغییر پیدا می‌کند. محصول را می‌توان طی دو مرحله برداشت کرد. در مرحله اول شاخه‌ها و سرشاخه‌های حامل چتر را برداشت می‌کنند و به مدت ۷ تا ۱۴ روز روی زمین باقی می‌گذارند (این مدت بستگی به شرایط جوی دارد). در مرحله دوم این اندام را با کمباین برداشت و بذر را جدا می‌کنند. در صورت نا مساعد بودن هوا و رطوبت بالا، برداشت در دو مرحله توصیه نمی‌شود، زیرا ممکن است که در این مدت که شاخه‌ها بر روی زمین هستند مورد حمله قارچ‌ها، باکتری‌ها و سایر عوامل مخرب قرار می‌گیرند و تاثیر نامطلوبی بر کیفیت، کمیت و مواد موثره بگذارند. اگر برداشت در یک مرحله صورت گیرد، در این صورت شاخه‌ها و سر شاخه‌های حامل چتر را برداشت می‌کنند. رطوبت بیش از حد تاثیر نامطلوبی بر میزان ماده موثره دارد، از این رو باید سریعاً پس از برداشت آنها را خشک کرد. عمل خشک کردن را می‌توان در سایه با استفاده از خشک کن‌های الکتریکی انجام داد (امید بیگی ۱۳۷۹). برای خشک کردن بذور رازیانه می‌توان از خشک کن سیلویی هم استفاده نمود. این دستگاه همزمان با خشک کردن محصول و رساندن حداکثر رطوبت نهایی آن به ۸ درصد، در عین حال محصول خام برداشت شده را نیز تا نهایت ۱ تا ۲ درصد ناخالصی بوجاری می‌نماید (جایمند ۱۳۸۰). البته در استفاده از خشک کن باید توجه کرد که دما بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد نباشد، زیرا ترکیبات اسانس رازیانه نظیر «آنتول» و «استراگول» فرار هستند و تحت تاثیر درجه حرارت‌های بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد بخار شده و از کیفیت دارویی آنها نیز کاسته می‌شود. بعد از خشک کردن گیاه و تمیز کردن، آنها را بسته بندی و انبار می‌کنند.

۲-۲- کودهای بیولوژیک و آلی

۲-۲-۱- اهمیت و نقش آنها

امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است (شریفی عاشور آبادی ۱۳۷۷). در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (گوست و همکاران ۱۹۹۸). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهادهایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه به پایداری سیستم های کشاورزی در درازمدت نیز منجر شود (راتی ۲۰۰۱). با مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را نیز افزایش داد. امروزه زراعت ارگانیک مطرح می‌شود که در آن علاوه بر کمیت تولید به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود (گوست و همکاران ۱۹۹۸). در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی و آلی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار برخوردار است (مهناز و همکاران ۲۰۰۶). اصطلاح کودهای زیستی منحصر به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی و کود سبز اطلاق نمی‌شود، بلکه باکتری‌ها و قارچ‌ها و مواد حاصل از فعالیت آنها از جمله مهمترین کودهای زیستی محسوب می‌گردند (اکبری نی ۱۳۸۲).

۲-۲-۲- مایکوریزا

واژه مایکوریزا به معنی قارچ ریشه به طور کلی به همزیستی بین ریشه گیاهان و میسلیوم‌های قارچ اطلاق می‌شود (روستا ۱۳۷۵). قارچ‌های میکوریزا به عنوان یکی از مهم ترین ریز جانداران (میکروارگانیسم های) خاک با برقراری هم زیستی با گستره وسیعی از گیاهان سبب بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاهان میزبان خود می‌گردند (هامل و همکاران ۱۹۹۱). امروزه مشخص شده است که قارچ‌های مایکوریزی به روش‌های مستقیم مانند بهبود تغذیه گیاه از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و هم چنین افزایش جذب آب توسط گیاه (هامل و همکاران ۱۹۹۱) و غیر مستقیم

مانند کاهش تنش‌های زیستی (بیماری‌های گیاهی) (شریفی عاشور آبادی ۱۳۷۷ و علیزاده ۱۳۸۶) و غیر زیستی (شوری، خشکی، فلزات سنگین و غیره) سبب افزایش رشد گیاه میزبان می‌شوند (نادیان ۱۳۷۷ و معلم ۱۳۸۶ و بولان ۱۹۹۱).

تحقیقات نشان داده است که قارچ‌های میکوریزای وزیکولار آرباسکولار (VAM) باعث افزایش رشد و نمو گیاه میزبان می‌گردند (معلم ۱۳۸۶). البته عوامل مختلفی بر این توانایی اثر دارند که از آن جمله می‌توان به میزان توانایی میسلیم‌های خارجی قارچ‌های میکوریزایی در انتشار به درون خاک و تاثیر عوامل محیطی خاک و تهویه خاک اشاره نمود.

۲-۲-۳- نقش میکوریزا

این نوع قارچ‌ها بر جذب عناصر غذایی مثل فسفر و ازت همچنین جذب آب در شرایط تنش، تولید هورمون‌های گیاهی تعدیل‌کننده اثرات تنش‌های محیطی، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زا در گیاه و کاهش آسیب‌های ریشه‌ای، تاثیر بر دانه بندی خاک، تشدید فعالیت تثبیت بیولوژیک ازت، همچنین بهبود خواص کمی و کیفی فرآورده‌های زراعی موثرند (فیتز ۱۹۹۴ و معلم ۱۳۸۶).

نتایج بعضی تحقیقات نشان داده که سرعت جریان فسفر به درون گیاه میکوریزایی ۳ الی ۶ مرتبه بیشتر از گیاهان غیر میکوریزایی است (ساندرس ۱۹۷۳ و بولان ۱۹۹۱). علاوه بر فسفر، نیتروژن نیز جزء عناصری است که تحقیقات نشان داده گیاهان میکوریزایی جذب آن را بالا برده‌اند (علیزاده و همکاران ۱۳۸۶ و هامل ۱۹۹۱) این افزایش جذب در گیاهان میکوریزایی حتی در شرایطی که فسفر خاک نیز زیاد باشد دیده می‌شود (هامل ۱۹۹۱). هیف‌های گیاهان میکوریزایی این توانایی را دارند که نیتروژن خاک را جذب و به ریشه گیاهان منتقل کنند (گیروگی ۱۹۹۵). البته دیده شده که هیف‌های قارچ میکوریزایی جذب نیتروژن از نوع آمونیم را به نترات ترجیح می‌دهند (مارشور ۱۹۹۴).

۲-۴- تاثیر مایکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان

مصرف کودهای زیستی نظیر قارچ مایکوریزا، در یک سیستم مبتنی بر کشاورزی پایدار، ضمن حفظ سلامت محیط زیست، موجب افزایش کیفیت و پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می شود. (شارما ۲۰۰۲ کاپور و همکاران ۲۰۰۴). در رابطه با نقش کودهای زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس رازیانه کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که هم زیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچهای مایکوریزای وزیکولار آرباسکولار، به طور معنی داری موجب بهبود میزان اسانس و کیفیت آن می شود، به نحوی که میزان ماده ارزشمند آنتول در اسانس در مقایسه با شاهد افزایش می یابد ولی میزان فنکون و لیمونن آن کاهش می یابد (کاپور ۲۰۰۴). در پژوهش دیگری، مشخص شد که تلقیح گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) با دو گونه قارچ VAM سبب افزایش بارز کمیت و کیفیت اسانس می شود به نحوی که مقادیر اجزاء مهمی چون ژرانیول و لینالول در ترکیب اسانس به طور چشمگیری افزایش یافت اما میزان آنتول و بتا-المن موجود در اسانس در مقایسه با شاهد کاهش یافت (کاپور و همکاران ۲۰۰۲). در تحقیق فریتاس و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گیاه دارویی نعناع نیز روشن شد که کاربرد چهار گونه قارچ VAM موجب بهبود مقدار اسانس و میزان منتول آن نسبت به تیمار شاهد می شود. در بررسی مشابهی که بر روی دو گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*) و نوعی زیره انجام گرفته بود، ملاحظه شد که کاربرد دو گونه قارچ VAM به طور قابل توجهی کمیت و کیفیت اسانس دانه آنها را در مقایسه با کنترل بهبود بخشید، به نحوی که این افزایش در شوید اختصاص به مقادیر لیمونن و کارون اسانس و در زیره تعلق به مقدار تیمول اسانس داشت، درحالی که میزان دیل آپیول در اسانس شوید و میزان پاراسیمین در اسانس زیره نسبت به شاهد کاهش یافت (کاپور و همکاران ۲۰۰۲). در دو مطالعه که گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گیاه دارویی نعناع و (خواساد همکاران ۲۰۰۶) مرزنجوش (*Origanum vulgare*) انجام دادند، مشخص شد که کاربرد قارچ مایکوریزای VAM سبب افزایش چشمگیر میزان اسانس در مقایسه با شاهد می

شود. در مطالعه دیگری ملاحظه گردید که تلقیح ریشه های شوید و زنیان با دو گونه قارچ مایکوریزا سبب افزایش معنی دار وزن خشک اندام هوایی آنها می گردد (کاپور و همکاران ۲۰۰۲). نتایج تحقیقی بر روی گیاه گشنیز نشان داد که قارچ مایکوریزا، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و نهایتاً عملکرد اسانس در گیاه گشنیز می گردد (کاپور و همکاران ۲۰۰۱). در یک بررسی دیگر نشان داده شده که مخلوط قارچ های *G. fasciculatum* و *G. mosseae* میزان رشد و بیوماس را در گیاهان میزبان پیاز، گشنیز و ریحان افزایش می دهد. همچنین در پژوهشی که توسط سورامانیان و همکاران ۲۰۰۶ بر روی گوجه فرنگی انجام گرفت، مشخص گردید که همزیستی ریشه گوجه فرنگی با یک گونه از مایکوریزا، باعث افزایش معنی دار تعداد گل در بوته در مقایسه با تیمار شاهد گردید. در تحقیق دیگری عنوان گردید که تلقیح گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martinii*) با گونه قارچ مایکوریزایی (*Glomus aggregatum*) سبب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه گردید (راتی و همکاران ۲۰۰۱). در تحقیقی کمیستانی و همکاران ۱۳۹۱ بر روی گیاه دارویی آنیسون نشان داد که کاربرد قارچ مایکوریزا (VAM) سبب افزایش درصد اسانس شد. همچنین در تحقیقی که به وسیله درزی و همکاران بر روی گیاه دارویی رازیانه انجام شد نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه در تلقیح با مایکوریزا حاصل شد (درزی و همکاران ۱۳۸۷).

۲-۲-۵ استفاده از کودهای زیستی گامی به سوی کشاورزی پایدار:

با توجه به اثرات مخرب کودهای شیمیایی بر محصولات کشاورزی و محیط زیست به نظر می رسد که استفاده از روش های کشاورزی پایدار یک راه حل مناسب برای برطرف کردن این معضل باشد که در این میان کاربرد کودهای آلی و زیستی یکی از روش های مدیریتی سیستم کشاورزی پایدار می باشد که ضمن تامین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش کیفیت محصول تولیدی، موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک می گردد (اسکولزو و همکاران، ۱۹۹۳ و ونس، ۲۰۰۱). مطالعات

انجام شده نشان می دهد استفاده از نظام کشاورزی پایدار در تولید گیاهان دارویی بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان و حداکثر عملکرد کمی و کیفی را به همراه خواهد داشت (شریفی عاشور آبادی و همکاران، ۱۳۸۱ درزی، ۱۳۸۵). ضرورت استفاده از این کودها در تولید گیاهان دارویی پر اهمیت تر از سایر محصولات زراعی است زیرا رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی در جهت بهبود کمیت و کیفیت ماده موثر با حفظ سلامت ترکیبات آنها است. این مزایا حاصل حمایت از رشد و نمو بدون بهره گیری از نهاده های شیمیایی و با مصرف کودهای زیستی می باشد (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴). برخی از کودهای زیستی می تواند با القای مقاومت سیستمیک در گیاه و سنتز انواع آنتی بیوتیک ها و تشکیل خاکدانه های مناسب به بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهچه نیز کمک می کنند (وسی، ۲۰۰۳). کمیت و کیفیت تولید در کاربرد توأم کودشیمیایی و زیستی وضعیت مطلوب تری را نسبت به سیستم های رایج دارد و این سیستم می تواند راهی مناسب به سمت کشاورزی پایدار باشد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱). استفاده از ورمی کمپوست به عنوان یکی از راهکارهای مدیریت صحیح کودی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش آلودگی زیست محیطی می تواند سبب بهبود کمیت و کیفیت ماده موثر در گیاهان دارویی شود (درزی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۲-۶- ورمی کمپوست

ورمی کمپوست، عبارت است از کود آلی بیولوژیک که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی در حال پوسیدگی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم های خاکی و دفع این مواد از بدن کرم، حاصل می شود (علیخانی، ۱۳۸۵، گوپتا، ۲۰۰۳). این مواد هنگام عبور از بدن کرم آغشته به مخاط دستگاه گوارش (موکوس)، ویتامین ها و آنزیم ها شده که در نهایت به عنوان یک کود آلی غنی شده و بسیار مفید برای ساختمان و بهبود عناصر غذایی خاک، تولید و مورد مصرف واقع می گردد. بنابراین، ورمی کمپوست فضولات کرم به همراه درصدی از مواد آلی و غذایی بستر و لاشه کرم هاست (اسماعیل و همکاران، ۲۰۰۳).

۷-۲-۲- ویژگی های ورمی کمپوست

به طور خلاصه می توان ویژگی های ورمی کمپوست را شامل موارد زیر دانست (عبدلی و روشنی؛ ۱۳۸۶؛ علیخانی؛ ۱۳۸۵، نانکارو و تایلور ۱۹۹۸).

سبک و فاقد هرگونه بو، عاری از علفهای هرز، حاوی میکروارگانیسمهای هوازی مفید مانند ازتوباکتریها، بالا بودن میزان عناصر اصلی غذایی در مقایسه با سایر کودهای آلی، دارا بودن عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز، دارا بودن مواد محرکه رشد گیاهی نظیر ویتامینها به ویژه ویتامین ب12، قابلیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی، فرآوری آسان و سریع تر از کمپوست آلی، عاری از باکتریهای غیر هوازی، قارچها و میکروارگانیسمهای پاتوژن، اصلاح کننده خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، وجود عناصر ازت، فسفر، پتاسیم و کلسیم.

۸-۲-۲- تاثیر ورمی کمپوست بر خاک

کرم های خاکی در هنگام مصرف ماده آلی مقداری زیادی خاک نیز می خورند. مواد حاصل از تغذیه کرم خاکی بعد از دفع خاکدانههای مستحکمی را تشکیل می دهد که یکی از پایدارترین انواع خاکدانه ها و همچنین بهترین نوع خاکدانهها یعنی خاکدانه های کروی هستند (ادوارد ۲۰۰۴). این کود اصلاح کننده خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بوده و علاوه بر وزن مخصوص کم، فاقد هرگونه بو، میکروارگانیسم های بیماری زا، باکتریهای غیر هوازی، قارچها و علفهای هرز می باشد. ورمی کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم بالا، شرایط مناسب جهت دانه بندی و قدرت نگه داری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می نماید (سینک ۲۰۰۴). ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی بسیار غنی به ویژه ازت بوده که به تدریج آنها را در اختیار گیاه قرار می دهد. این کود در مقایسه با سایر کودهای آلی دارای میزان عناصر اصلی غذایی بالاتری است. ورمی کمپوست با داشتن موادی مانند ویتامین B12 و اکسین عامل محرک رشد گیاه است.

۲-۹- عوامل موثر در فرایند تولید ورمی کمپوست

بستر مناسب: بستر شامل هر ماده ایست که بتواند برای کرمها یک زیستگاه پایدار را فراهم کند این زیستگاه دارای ویژگی های زیر می باشد: قدرت جذب بالا، قابلیت حجیم شدن، محتوای پروتئین و نیتروژن اندک (نسبت بالای کربن به نیتروژن).

منبع غذایی: کرمهای کمپوست در شرایط ایده آل در هر روز بیش از اندازه وزن بدنشان غذا می-خوردند و در حالت کلی روزانه به اندازه نصف وزنشان غذا می-خورند. آنها هر ماده آلی را می-خورند (با منشاء حیوانی یا گیاهی) ولی برخی غذاها را ترجیح می-دهند. معمولا کودها ماده پایه را برای کرمها تشکیل می-دهند. کودهای حاصل از دامهای شیری و گوشتی غالبا بهترین غذای طبیعی برای کرمها می-باشد.

رطوبت: بستر مورد استفاده باید بتواند رطوبت کافی را در خود نگه دارد تا محیط قابل زیست برای کرمها شود. اگر رطوبت محیط و سطح پوست کرمها کمتر از ۵۰٪ شود، کرمها از بین می-روند، به جز گرما و سرمای شدید، کمبود رطوبت بیش از هر عامل دیگری برای کرمها زیان آور است. طیف رطوبتی ایده آل برای مواد در سیستمهای ورمی کمپوست متداول ۴۵ تا ۶۰ درصد است و حالت ایده آل ۷۰ تا ۹۰ درصد می-باشد.

تهویه: کرمها از اکسیژن استفاده می-کنند و نمی-توانند شرایط بی-هوازی را تحمل کنند. وقتی عواملی مثل مقدار زیاد چربی و یا رطوبت بالا در بستر وجود داشته باشد باعث کاهش اکسیژن می-شود در نتیجه فضای درونی سیستم و محیط زندگی کرمها به سمت بی-هوازی شدن پیش می-رود. این مورد می-تواند به سرعت کرمها را از بین ببرد. زیرا هم کرمها از اکسیژن محروم می-شوند و هم ترکیبات سمی در محیط تولید می-شود.

کنترل درجه حرارت: کنترل درجه حرارت در محیط زندگی کرمها در فرایند تولید ورمی کمپوست اهمیت حیاتی دارد. حداقل دما در تهیه ورمی کمپوست ۱۵ درجه می-باشد. کرمهای کمپوست در

محدوده ی دمایی با متوسط دمای ۳۰ درجه سانتیگراد می توانند زنده بمانند ولی محدوده دمایی با متوسط ۲۰ را بسیار ترجیح می دهند. بهترین دما برای فعالیت کرمها ۲۵ درجه سانتیگراد است.

سایر پارامترهای تاثیر گذار در تولید ورمی کمپوست

اسیدیته: کرمها در pH بین ۵ تا ۹ می توانند زنده بمانند. متخصصان معتقدند که کرمها pH:۷ یا بالاتر را ترجیح می دهند. به طور کلی pH بستر کرمها، تعیین کننده زمان پویایی آنهاست.

محتوای نمک: کرمها بسیار به نمک حساس اند. ترجیحا مقدار نمک بستر باید کمتر از ۰.۵٪ درصد باشد. اگر کودها به عنوان بستر استفاده شوند لازم است پیش از کاربرد نمک اضافی آنها با شستشو حذف شود.

محتوای اوره: وقتی کودها در مقدار زیاد استفاده شوند یا امکان خروج این مواد از طریق محلول از بافت کود فراهم نباشد، محتوای اوره افزایش می یابد. این کودها پیش از کاربرد باید آبشویی شوند تا اوره با محلول از بافت کود خارج شود.

۲-۱۰-۲- تاثیر ورمی کمپوست بر گیاهان

در تحقیقی که توسط درزی و همکاران بر روی گیاه دارویی رازیانه انجام شد، نتایج حاصل نشان داد که بیشترین تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک با مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست و بیشترین درصد همزیستی ریشه با مایکوریز با مصرف ۵ تن در هکتار حاصل شد. در مطالعه ای که پاندی بر روی گیاه مرتعی درمنه انجام داد بیان کرد که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش گلدهی در مقایسه با شاهد می شود که کیل و همکاران در سال ۱۹۹۲ نیز نتایجی مشابه بر روی گیاه دارویی مریم گلی بدست آوردند آنها بیان کردند که ورمی کمپوست از طریق تاثیر بر رشد ریشه موجب افزایش درصد همزیستی می شود. آرنکون و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی بر روی گیاه توت فرنگی

بیان کردند ورمی کمپوست باعث افزایش گل دهی گیاهان می شود در حقیقت ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت میکروبی خاک و تنظیم کننده های رشد گیاهان توسط این موجودات و فراهمی عناصر باعث افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش گل دهی می شود هم چنین ورمی کمپوست باعث جلوگیری از بروز آفات و بیماری ها می شود. گاردزی و همکاران (۲۰۰۰) و هامیدا (۲۰۰۶) در پژوهشی که به ترتیب بر روی گونه گیاهی به نام (*sesbania*) و ارزن مرورادیدی انجام دادند بیان کردند که مصرف ورمی کمپوست سبب افزایش قابل توجه در ارتفاع آنها گردید که علت را قدرت بالای ورمی کمپوست در جذب آب و فراهم آوردن عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف و متعاقبا افزایش فتوسنتز ذکر کردند. کومار و همکاران (۲۰۰۵) و انوار و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود به ترتیب بر روی گیاهان سورگوم و نعناع مشاهده نمودند که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش چشمگیر عملکرد نسبت به شاهد می شود. سماوات و همکاران نیز بر روی گیاه گوجه فرنگی نتایج مشابهی بدست آوردند. انوار و همکاران بیان کردند که مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با مقادیر مختلف کودهای (NPK) باعث افزایش میزان اسانس می شود که دلیل آن را فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بهبود شرایط فیزیکی و فرآیند های حیاتی خاک، ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه و افزایش دسترسی به عناصر معدنی بیان کردند آنها همچنین بیان کردند که ورمی کمپوست باعث بهبود کیفیت اسانس و کاهش فنکون و افزایش آنتول شد که این نتایج با نتایج درزی و همکاران مطابقت داشت.

کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش شاخص های رشدی گیاه دارویی بابونه از جمله تعداد گل در بوته گردید (عزیزی و همکاران ۱۳۸۳). بررسی های صورت گرفته نشان داد که اثرات مطلوب ورمی کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و هم چنین تنظیم اسیدیته و افزایش معنی دار ظرفیت نگه داری آب در محیط کشت است. نتایج دیگری نیز حاکی از افزایش میزان اسانس و افزایش بهبود کیفیت اسانس ریحان در اثر کاربرد ورمی کمپوست بود (اووزکو و همکاران ۱۹۹۶). عزیزی و همکاران نیز مشاهده کردند تیمار ورمی کمپوست

باعث افزایش اسانس گیاه ریحان شد. در پژوهشی دیگر بوسیله‌ی جات (۲۰۰۴) بر روی نخود مشخص شد که ورمی کمپوست باعث افزایش دانه می شود (واقان ۱۹۷۶). مرادی و همکاران نیز گزارش کردند که استفاده از مخلوط کمپوست و ورمی کمپوست باعث افزایش چشمگیری در عملکرد اسانس و میزان آنتول اسانس گیاه دارویی رازیانه می شود (مرادی و همکاران ۱۳۹۰).

۲-۲-۱۱- خصوصیات و ویژگی های ورمی کمپوست

۲-۲-۱۱-۱- تاثیر بر جذب و فراهمی عناصر غذایی

ورمی کمپوست مواد غذایی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می دهد بنابراین جذب مواد غذایی در گیاه افزایش می یابد (سرین واس و همکاران، ۲۰۰۰). گزارشات فراوانی وجود دارد که نشان دهنده بالا بودن غلظت کاتیون های قابل تبادل مثل Na ، Mg ، P ، Ca ، K و Mo قابل جذب در ورمی کمپوست است (شایند و همکاران، ۱۹۹۲). شارما و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که میزان نیتروژن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم در ورمی کمپوست به ترتیب ۵، ۱۴، ۳ و ۱۱ برابر خاک زراعی است. شی وی و فیوزن (۱۹۹۱) گزارش کردند ورمی کمپوست یک سطح بسیار ریز را برای فعالیت های میکروبی و نگهداری مواد غذایی ایجاد می کنند. در نتیجه بسیاری از مواد غذایی مانند نیترات، فسفات، کلسیم و پتاسیم می تواند در دسترس گیاه قرار گیرند (اروزکو و همکاران، ۱۹۹۶؛ ادوارد و همکاران، ۱۹۹۸). جامب هکار (۱۹۹۰) گزارش کرد که استفاده از ورمی کمپوست در انگور جذب N ، P و K را افزایش می دهد.

۲-۲-۱۱-۲- بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک

آتیه و همکاران (۲۰۰۱) اظهار کردند کاربرد ورمی کمپوست در کشت گوجه فرنگی منافذ خاک، هوای خاک، فعالیت های میکروبی در محیط ریشه، هدایت الکتریکی و مقدار نیترات را به نحو چشمگیری بهبود می بخشد. آذر می و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تاثیر ورمی کمپوست بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه گوجه فرنگی بیان داشتند که کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی

کمپوست باعث افزایش کربن آلی، هدایت الکتریکی، نیتروژن، کلسیم، آهن، منگنز و کاهش pH خاک می‌شود. با کاربرد ورمی کمپوست خواص فیزیکی خاک مانند وزن مخصوص ظاهری و تخلخل بهبود می‌یابد.

یکی از دلایل دیگر که برای افزایش جذب عناصر در ورمی کمپوست می‌توان اشاره کرد این است که ورمی کمپوست، pH خاک را تعدیل می‌کند و با خاصیت تامپونی از تغییرات بیش از حد pH و در نتیجه از نوسانات شدید در مقدار جذب عناصر غذایی جلوگیری می‌کند. یکی دیگر از مزایای ورمی کمپوست کند رها بودن این کود است زیرا در هنگام عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرم، لایه نازکی از چربی این مواد را احاطه می‌کند که این لایه طی دو ماه تجزیه می‌شود در نتیجه عناصر غذایی به کندی رها می‌شوند و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. از سوی دیگر مواد شیمیایی محلول در آب که باعث آلودگی محیط می‌شوند کاهش می‌یابد (آتیه و همکاران، ۲۰۰۲).

ورمی کمپوست باعث افزایش اکسیداسیون و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی می‌شود (علیخانی، ۱۳۸۵). راسل (۱۹۹۰) گزارش داد ورمی کمپوست با افزایش نیتریفیکاسیون باعث افزایش محصول می‌شود و مقدار نیتروژن نیتراتی در ورمی کمپوست بیشتر از خاک زراعی است. ورمی کمپوست دارای اسیدهیومیک می‌باشد (آتیه و همکاران، ۲۰۰۲) همچنین دارای هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد مثل اکسین، جیبرلین و سیتوکینین می‌باشد که این تنظیم‌کننده‌های رشد بر اثر فعالیت میکروارگانیسم‌هایی مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و اکتینومایست‌ها و کرم‌های خاکی تولید می‌شوند (ادوارد و همکاران ۱۹۹۸).

استفاده از ورمی کمپوست در زراعت می‌تواند تنوع زیستی جمعیت‌های میکروبی خاک را به شدت تغییر داده و بر ساختار اکوسیستم زراعی تاثیر گذار باشد (آیرا و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین ورمی کمپوست باعث جلوگیری از رشد قارچ‌های بیماری‌زا مانند پیتیوم، رایزوکتونیا و ورتی سیلیوم می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که استفاده از ورمی کمپوست در مزرعه می‌تواند بیماری را در برخی گیاهان کنترل کند و زمینه بهبودی آنها را فراهم نماید. اسیدهای آلی دفع شده از فضولات کرم‌ها نیز

به عنوان تحریک کننده رشد گیاه عمل می کند، به طوری که نتایج مثبتی بر درصد جوانه زنی بذر، ریشه دار شدن قلمه ها و استحکام نسوج گیاهان دارد (کیل، ۱۹۹۲).

۱۲-۲-۲- اهمیت اسید هیومیک

زمانی تصور می شد که هر موجود زنده ای پس از مرگ بطور کامل به عناصر تشکیل دهنده اش تجزیه شده، به طبیعت باز می گردد. گرچه این مطلب تا حدود زیادی درست است، اما از چند دهه قبل دانشمندان متوجه شدند که تجزیه بافت های مرده همیشه بطور کامل انجام نمی شود. لافل در مورد موارد خاص و در شرایط ویژه ای میکروارگانیسم های تجزیه کننده مواد آلی، پلیمرهای ویژه ای را می سازند که به تشکیل نفت، زغال سنگ و یا مواد هیومیکی منجر می شود. هیومیک اسید، یک ماده آلی معدنی کاملاً طبیعی است که از تجزیه نهایی مواد ارگانیک در خاک توسط قارچ های میکروسکوپی بدست می آید. در واقع این ماده عصاره هوموس است که هوموس خود عصاره کمپوست محسوب می شود. هوموس ماده ایست با رنگ قهوه ای تا سیاه که وزن مولکولی نسبتاً زیادی دارد و از طریق سنتز ثانویه تشکیل می گردد (لکزین و میلانی، ۱۳۸۴). به همین دلیل در همه خاک های کشاورزی کم و بیش وجود دارد. میزان آن به مقدار ماده آلی موجود در خاک مرتبط است. تقریباً از یکصد کیلو گرم برگ خشک، پس از چند سال حدود یک کیلوگرم هیومیک اسید حاصل می شود. مقدار ماده آلی ایده آل در خاک کشاورزی حدود ۶٪ است. طبیعی است که مناطق مرطوب و پر باران مقدار بیشتر و زمین های خشک و کویری میزان کمتری ماده آلی داشته باشند. متأسفانه میزان ماده آلی در کشور ما، به جز نوار ساحلی شمال در اکثر نقاط زیر یک درصد است و حتی گاهی کمتر از یکدهم درصد است.

۱۳-۲-۲- مواد هیومیک

یکی از کودهای با اهمیت در گیاهان هیومک اسید می باشد. هیومیک اسید، یک پلیمر طبیعی است که دارای یون های H^+ مربوط به عامل های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکانهای تبادل

کاتیونی) است (سردشتی و همکاران، ۱۳۸۶). این اسید ماکرومولکول پیچیده آلی می‌باشد که با پدیده های شیمیائی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود و نتیجه نهایی عمل هومیفیکاسیون است. این اسید دارای وزن مولکولی نسبتاً بالا ۱۰۴ تا ۱۰۶ دالتون میباشد و ۵۰ درصد از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می‌دهد (سردشتی و همکاران ۱۳۸۶) اسید هیومیک می‌تواند بطور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته تر است. کاربرد آن حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی سیستم ریشه می‌گردد. اسید هیومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد. کاربرد اسید هیومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه توانایی اسید هیومیک برای نگهداری آهن خاک به فرم که قابل جذب و سوخت و ساز است. این پدیده می‌تواند در خاکهای قلیایی و آهنی مؤثر باشد که معمولاً کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی را دارند. سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی عنوان نمودند که با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند.

جایگاه هیومیک اسید در دنیا

امروزه هیومیک اسید در سراسر جهان مورد توجه خاص قرار گرفته است. در صنعت کاربردهای متنوع و وسیعی دارد. برای مثال در صنایع نفت برای کاهش چسبندگی گل حفاری مصرف می‌شود. به علاوه در تولید داروها و مکمل های دامی و نیز در تولید داروهای انسانی از این مواد بهره برداری می‌شود. اما مهمترین کاربرد آن در کشاورزی است. در کشورهای غربی با وجود این که میزان ماده آلی در خاک نسبتاً بالاست و همچنین PH خاک غالباً خنثی یا مختصری اسیدی است و در چنین

شرایطی هیومیک اسید کارایی کمتری دارد، باز استقبال از این مواد بسیار گسترده و روز افزون است.

آن ها به دلایل زیر علاقمند به استفاده از هیومیک ها هستند:

- ۱- سازگاری با محیط زیست، فقدان نگرانی از آلوده شدن آبهای سطحی و زیر زمینی
- ۲- صرفه جویی در مصرف کود شیمیایی و کاهش هزینه ها
- ۳- قابلیت استفاده در کشاورزی ارگانیک درحالی که بسیاری از کودهای شیمیایی نظیر NPK در این موارد ممنوعیت دارد.
- ۴- افزایش مقاومت نسبت به بیماری ها در نتیجه کاهش مصرف سموم
- ۵- کاهش هزینه های کارگری به دلیل استفاده از حجم کم در مقایسه با کودهای آلی
- ۶- احیای توازن در خاک هایی که قبلاً بطور نامناسب کود دهی شده اند.

۲-۲-۱۴- اثرات اسید هیومیک بر خصوصیات گیاهان زراعی

اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی، سبب افزایش بیومس ریشه و اندام هوایی می شود. مواد آلی نقش اساسی در کیفیت خاک دارند. مواد هوموسی به عنوان مهم ترین بخش مواد آلی به طور مستقیم روی رهاسازی عناصر غذایی، ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت بافری فسفر و بقای مولکول های آلی فلزی و سمی نقش اساسی دارند. تا مدتها تصور می شد که اثرات تحریک کنندگی مواد هوموسی شبیه به هورمون های اکسین، سیتوکنین و اسیدآبسیزیک است ولی بعداً مشخص شد که اثرات مواد هوموسی در ارتباط مستقیم با افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو می باشد. مواد هوموسی جذب کانیها را از طریق تحریک و افزودن فعالیت میکروبیولوژی زیاد میکند (فرقانی و جوانمرد، ۱۳۸۴). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سماوات و ملکوتی ۲۰۰۵). همچنین اسید هیومیکی با افزایش فعالیت آنزیم رویسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می شود (دیلفاین و همکاران ۲۰۰۵). اسید هیومک و اسید فولویک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت

اسید شده و زغال سنگ استخراج می‌شود که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت اند. اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی به ویژه مواد با منشا گیاهی به وجود می‌آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می‌شود و با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰ دالتون سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول می‌گردد (مکوویاک ۲۰۰۱). کاربرد اسید هیومیک در گیاه به صورت محلول پاشی و خاکی موجب افزایش هورمون های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین در گیاه می‌شود (ابدل مگوود ۲۰۰۷). اسید هیومیک، از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص ریشه ها، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی، سطح برگ، بیوماس گیاهی و نفوذپذیری بافتهای گیاهی میشود (چن و همکاران ۲۰۰۴) کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی و کاربرد در خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و کارایی عناصر غذایی در گیاه میشود (ادانی و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده از کودهای طبیعی و از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد دانه به خصوص در شرایط متغییر محیطی می‌تواند موثر واقع شود. لذا از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوست دار طبیعت نام برده می‌شود (سماوات و ملکوتی، ۲۰۰۵). ترکیبات هوموسی مواد آلی، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام های اسید هیومیک و اسید فولویک و جزء هومین هستند که از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت و لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ استخراج می‌شوند و در اندازه مولکولی و ساختار متفاوت هستند (سباهاتین و نیکتید، ۲۰۰۵). در تحقیقی که کیانی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی بابونه آلمانی انجام دادند نتایج حاصل نشان داد که اثر هیومیک اسید بر تمامی صفات از قبیل تعداد گل، عملکرد گل و عملکرد گل تازه و خشک معنی دار بود و همچنین مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین تعداد گل تازه و خشک در غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد.

۲-۱۵- بررسی آزمایشات قبلی

ورلیندن (۲۰۱۰) در پژوهشی اثر اسید هیومیک بر روی چند علف چمنی را مورد مطالعه قرار دادند آنها دریافتند کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی میشود هاگان و

همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش گلخانه ای اثر هیومیک اسید را بر روی رشد ذرت در خاکهای آهکی مورد بررسی قرار دادند نتایج تحقیق آنها نشان داد که غلظت‌های مختلف محلول پاشی هیومیک اسید تاثیر متفاوت و معنی‌داری در مقدار وزن خشک گیاه داشته و محلول اسید هیومیک اثر مثبت و معنی‌داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر دارد. در تحقیق طاهر و همکاران (۲۰۱۱) اثر سطوح مختلف هیومیک اسید را بر روی گیاه گندم مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف هیومیک اسید، اختلاف معنی‌داری بین وزن ساقه و ارتفاع بوته و میزان جذب ازت در رشد گندم دارد. بالینت آسیک و همکاران تاثیر هیومیک اسید را بر روی گونه *Triticum durum* مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می‌گردد. مصرف هیومیک اسید موجب افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه شد. گولسر و همکاران، (۲۰۱۱) در تحقیقی اثر هیومیک اسید را بر روی فلفل بررسی نمودند نتایج تحقیق آنها نشان داد که وزن تر و خشک برگ و ساقه تحت تاثیر هیومیک اسید افزایش یافت. استفاده هیومیک اسید تاثیرات زیادی در وزن تر و خشک بخش هوایی همچنین نسبت اندام های هوایی به ریشه داشت، بطوری که در مقایسه با شاهد صفات مذکور از وضعیت بهتری برخوردار بودند. ویلیش و همکاران (۲۰۱۱) کاربرد هیومیک اسید بر گونه *Panicum amarum* مورد بررسی قرار دادند و نتایج تحقیق آنها نشان داد که هیومیک اسید می تواند بر رشد گیاه تاثیر زیادی داشته باشد.

بالکونباهان و راجمانی (۲۰۱۰) اظهار داشتند که اسید هیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تغییر می‌دهد. تانتیویرامانوند اثر اسید هیومیک و اسید فولویک را در کشت بر روی بستر شن بر روی رشد سویا، بادام زمینی و شبدر بررسی کرده و دریافتند که وزن ریشه‌ها و گره‌ها در پاسخ به مقادیر ۴۰۰ تا ۸۰۰ میلی گرم اسید هیومیک افزایش یافت. همچنین کاربرد اسید هیومیک در خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک میشود و رشد گیاه را بهبود می بخشد. در بررسی اثر اسید

هیومیک بر روی گندم مشاهده شد که اثر کاربرد غلظتهای مختلف اسید هیومیک در سه زمان محلول پاشی موجب افزایش وزن خشک ریشه ها میشود (سبزواری، ۱۳۸۹). با انجام یک آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که کاربرد مواد هیومیکی وزن خشک عملکرد ذرت و گیاهچه های یولاف افزایش معنی داری یافت (شریفی، ۲۰۰۲). ابو علی و مددی نیز افزایش ۲۶/۴ درصدی عملکرد بیولوژیکی گندم را طی دو فصل رویشی و همچنین، آسیک و همکاران (۲۰۰۹) افزایش عملکرد بیولوژیکی گندم را در اثر کاربرد اسید هیومیک گزارش کردند که البته این افزایش معنی دار نبود. این نتایج نشان می دهد اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و جذب بهتر آب و مواد غذایی موجب بهبود عملکرد بیولوژیکی می شوند.

۲-۲-۱۶- خصوصیات مفید اسید هیومیک

۲-۲-۱۶-۱ اصلاح کننده ساختار فیزیکی خاک

خاک بارور کشاورزی از ۴ بخش مجزا تشکیل شده است. ۴۵٪ آن را مواد معدنی، ۲۵٪ رطوبت، ۲۵٪ هوا و ۵٪ باقیمانده را مواد آلی تشکیل می دهند. مواد معدنی خاک را با کمی اغماض می توان به سه بخش تقسیم کرد: ماسه، سیلت و رس از این سه بخش، ماسه مطلقاً چیزی برای تغذیه گیاه ندارد. سیلت که ساختاری بین ماسه و رس دارد از لحاظ مواد غذایی بسیار فقیر است. لذا تقریباً همه مواد غذایی مورد نیاز گیاه را خاک رس و مواد آلی تأمین می کنند. ماسه و سیلت گرچه کمکی به رشد گیاه نمی کند، اما وجودشان برای افزایش نفوذپذیری خاک ضروری است. اگر ماده آلی خاک کافی نباشد ذرات رس بهم می چسبند و از نفوذپذیری خاک بشدت می کاهد و جای کمی برای آب و هوا باقی می گذارد و نیز گسترش ریشه را دشوار می کند. مواد آلی و به خصوص هیومیک اسید که محصول نهایی هر ماده آلی است، بار منفی خود را به ذرات رس منتقل نموده باعث می شود که آنها تا حدودی یکدیگر را دفع کنند و از چسبندگی آنها کاسته شود. به عکس، نمک های محلول با بار مثبت خود سبب چسبندگی بیشتر ذرات رس به یکدیگر شده، از نفوذپذیری آن می کاهد. در کشور ما که میزان ماده آلی خاک حداقل و اکثراً زیر یک درصد است و نیز با شوری آب و خاک در سطح گسترده ای

مواجه‌ایم ضرورت استفاده از مواد آلی هیومیکی به شدت احساس می‌شود. اصولاً هیومیک‌ها پیش از این که کود باشند اصلاح‌کننده خاک هستند. به این معنا که پلیمرهای هیومیک اسید شبیه یک چسب ارگانیک عمل می‌کنند و ذرات مواد معدنی خاک را به هم می‌چسبانند. میکروگرانول‌های تشکیل شده نیز با کمک همین چسب به هم پیوند شده گرانول‌های درشت‌تری ایجاد می‌کنند. وقتی این گرانول‌ها در کنار هم قرار بگیرند، همانند گلوله‌هایی که در یک لیوان قرار داده شوند، بین خود فضای خالی ایجاد می‌کنند که به نفوذ بیشتر هوا، آب و ریشه کمک می‌کند، همچنین فضای مناسبی برای موجودات ریز اعم از میکروسکوپی و ماکروسکوپی ایجاد می‌کنند. در صورت کمبود و یا فقدان هیومیک اسید خاک مستعد فرسایش می‌شود (سینگر و بیسونایس، ۱۹۹۸).

۲-۲-۱۶-۲- حفظ رطوبت خاک

حفظ رطوبت خاک برای همه کشاورزان مهم است. به خصوص برای مناطق خشک و کویری و بالاخص برای زمین‌های شنی- ماسه‌ای که بر بسترهای شیب دار قرار گرفته اند، بی‌نهایت اهمیت دارد. مولکول‌های هیومیک اسید با مینرال‌های خاک تشکیل پیوند داده و شبکه‌ای تور مانند ایجاد می‌کنند که مجموعاً قادرند حجم نسبتاً زیادی آب را در خود ذخیره نمایند. هر چه بافت خاک سبک‌تر باشد این تأثیر بیشتر است. بطوری که آزمایشات نشان داده است در خاک‌های شنی ماسه‌ای تا ۱۰۰ برابر معمول آب در خاک ذخیره می‌شود. نمونه جالب گیاهان زینتی حساس به کم آبی، گیاه حسن‌یوسف است که در شرایط عادی به خصوص در تابستان به آبیاری روزانه نیاز دارد. با افزودن یک قاشق غذاخوری گرانول‌های هیومیک اسید به خاک گلدان این نیاز به هفته‌ای دو بار کاهش خواهد یافت. این عمل باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود و کارایی مصرف آب را در محصولات بهبود می‌بخشد (سینگر و بیسونایس، ۱۹۹۸).

۲-۲-۱۶-۳- بهبود ریشه‌زایی گیاهان

تأثیر هیومیک اسید بر رشد ریشه چنان واضح و شگرف است که در مواردی حجم ریشه را تا چند برابر افزایش می‌دهد. تقویت ریشه‌زایی با مکانیسم‌های متعددی مرتبط است، اولاً اصلاح ساختار

فیزیکی خاک فضای مناسب تری را برای نفوذ ریشه ایجاد می‌کند. ثانیاً هیومیک اسید با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید. هیومیک اسید با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و بخصوص در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (دورسون و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۲-۱۶-۴- آزادسازی مواد معدنی

اولاً هیومیک اسید به دلیل اسیدی بودن مستقیماً می‌تواند عناصر مختلف را از مواد معدنی آزاد کرده، به خود جذب نموده و در زمان مناسب در اختیار ریشه قرار دهد. ثانیاً هیومیک اسید غذا و محرک رشد میکروارگانیسم‌های مفید خاک است. لازم به ذکر است که تنها وجود عناصر در خاک ضمانتی برای جذب آنها نیست. در واقع بسیاری از مواد معدنی نظیر اکسیدها، کربنات‌ها و سولفیدها مطلقاً قابل جذب برای گیاه نیستند. مهمترین ترکیب قابل جذب معدنی برای گیاهان سولفات عناصر فلزی می‌باشد. با این حساب هیومیک اسید به طور مستقیم و غیرمستقیم به رهاسازی و برداشت بهتر عناصر کمک می‌کند. اسید هیومیک موجود حلالیت عناصر تثبیت شده مانند فسفر را در خاک‌های آهکی افزایش می‌دهد و از تشکیل فسفات کلسیم در خاک‌های آهکی جلوگیری می‌کند که این امر باعث افزایش فسفر قابل دسترس گیاهان می‌شود (گروسی و اینک‌سیپ، ۱۹۹۱).

۲-۲-۱۶-۵- افزایش مقاومت گیاه نسبت به خشکی

هیومیک اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. مولکول‌های هیومیک اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد. مولکول‌های فولویک اسید (بخش ریز مولکول از هیومیک اسید) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند (سینگر و بیسونایس، ۱۹۹۸).

۲-۲-۱۶-۶- جلویی از شوری آب و خاک

اسید هیومیک موجود در خاک همانند یک اسفنج عمل کرده بسیاری از املاح محلول از جمله کلرور سدیم را به خود جذب می نماید و در مواقع لزوم در اختیار گیاه قرار می دهد. در مورد سدیم که تقریباً هیچ گیاهی به آن نیاز ندارد برداشتی از اسید هیومیک صورت نمی گیرد و لذا اسید هیومیک به تدریج اشباع می گردد و کارایی خود را از دست می دهد.

۲-۲-۱۶-۷- مسمومیت های گیاهان

اسید هیومیک به دلیل شاخه های جانبی متعدد در فرمول گسترده خود امکان ترکیب شدن با انواع کاتیون ها و آنیون های مختلف را دارد. که با کاتیون های فلزات سنگین ایجاد ترکیبات نامحلولی می کنند که به هیچ وجه قابل جذب توسط گیاه و موجودات زنده دیگر نیست. اسید هیومیک سبب تحریک رشد و تغذیه قارچ های مفید و افزایش جمعیت آن ها می شود، که این عمل در برتری این قارچ ها در رویارویی با قارچ های بیماری زا تأثیر دارد و باعث می شود به تدریج قارچ های بیماری زا از میدان خارج شوند (اسپارک و همکاران، ۱۹۹۷).

۲-۲-۱۶-۸- افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

وایوقان و مک دونالد (۱۹۷۶) گزارش کردند که اسید هیومیک ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می دهد. کلات کننده ها ترکیبات آلی هستند که بواسطه ساختارهای ویژه شیمیایی خود می توانند در نقل و انتقال عناصر فلزی از خاک به ریشه گیاه به عنوان واسطه عمل کنند. مواد معدنی نظیر اکسیدها، کربنات ها و سولفیدها برای گیاه قابل جذب نیستند و سولفات ها هم قابلیت جذب محدودی دارند. نقش هیومیک اسید خاک از یک طرف انحلال و جذب عناصر نامحلول از خاک و از طرف دیگر حفظ و نگهداری این عناصر در خود و انتقال آن در زمان مناسب به ریشه گیاه می شود، به این عمل تبادل کاتیونی نیز گفته می شود. امروزه کلات کننده ها مصنوعی متعددی در صنایع

شیمیایی تولید و جهت انتقال کاتیون‌های مختلف به گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. هیومیک اسید و برخی ترکیبات درونی آن نظیر فولویک اسید ضمن اینکه نقش کلات کنندگی خوبی ایفا می‌کنند، برای محیط زیست هیچ‌گونه ضرری ندارند.

۲-۲-۱۶-۹- ایجاد توازن در عناصر غذایی

اسید هیومیک سبب پایداری و نگه‌داری بیشتر عناصر غذایی برای گیاهان می‌شوند که این کار را از طریق ممانعت از تثبیت یا شستشوی آن‌ها انجام می‌دهد. اسید هیومیک در بهبود کارایی مصرف نیتروژن توسط گیاه نقش دارد و این کار را از طریق اصلاح فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک انجام می‌دهد و از شستشوی بیش از حد آن جلوگیری می‌کند.

۲-۲-۱۶-۱۰- جلوگیری از سرمازدگی گیاه

سرمازدگی نیز از مشکلات شایع در مناطق خشک و کویری است که بدلیل کمبود رطوبت و اختلاف شدید دمای شب و روز ایجاد می‌شود. اگرچه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند است اما همین چرخش کند هم می‌تواند تا حدودی گرمای ریشه را به سرشاخه‌ها منتقل نماید. در طول روز آفتاب به سطح زمین می‌تابد و آن را گرم می‌کند و در شب خاک خشک با سرعت گرما را از دست می‌دهد. اما خاک مرطوب که مقدار بیشتری کالری ذخیره کرده است آهسته‌تر خنک می‌شود، در نتیجه احتمال سرمازدگی کاهش می‌یابد. هیومیک اسید با رنگ تیره‌ای که به خاک می‌دهد انرژی خورشیدی بیشتر در خاک جذب می‌شود. هیومیک اسید و فولیک اسید متابولیسم درون سلولی را افزایش داده و با این مکانیسم هم به مقابله با سرما کمک می‌کند.

۲-۲-۱۶-۱۱- دوام زیاد کودهای هیومیکی در خاک

به عکس کودهای شیمیایی که دوام ناچیزی دارند و به شکل‌های مختلف نظیر تجزیه، تبخیر، تصعید، آبشویی و یا تثبیت از دسترس گیاه خارج می‌شوند، هیومیک اسید پایداری بی‌نظیری دارد. تنها میکروارگانسیم‌های مفید خاک می‌توانند آن را به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار دهند و نیز وجود مقادیر بیش از حد نمک‌های محلول در خاک چه از کودهای شیمیایی اضافی و چه آلاینده‌های خاک می‌تواند هیومیک اسید را اشباع کرده و بطور موقت و یا دائم از کار بیندازد. هیومیک اسید همانند یک کاتالیزور در نقل و انتقال عناصر از خاک به گیاه بطور دائم عمل می‌کند، اما خودش مصرف نمی‌شود. بعلاوه تبخیر، تصعید، آبشویی و یا تثبیت هیچ کدام شامل این مواد بی‌نظیر نمی‌شود. به همین دلیل اغلب بخش مهمی از هیومیک اسید مصرف شده برای سال‌های بعد باقی می‌ماند.

۲-۲-۱۶-۱۲- جذب بهتر مواد معدنی و بهبود کیفیت و افزایش عملکرد

هیومیک اسید با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر مواد معدنی و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد (شریف و همکاران، ۲۰۰۲). این نتایج در مورد ذرت (آلبوزیو و همکاران، ۱۹۹۴) و در مورد گوجه فرنگی (آدانی و همکاران، ۱۹۹۸) نیز تأیید شدند. هیومیک اسید سبب تقویت دیواره سلولی می‌شود. با این مکانیسم نفوذپذیری محصولات نسبت به قارچ‌های فاسدکننده در همه موارد اعم از غلات، میوه‌جات و سبزیجات کمتر شده و خاصیت بارداری افزایش می‌یابد. مهمترین مزیت استفاده از مواد هیومیکی رسیدن به سطح محصولات بسیار استاندارد با کیفیت عالی می‌باشد. ولی متأسفانه به دلیل آشنایی کم کشاورزان و تولید کنندگان محصولات کشاورزی با کودهای آلی هنوز استفاده از این نوع کودها در مناطق روستایی متداول نشده است.

A graphic of a scroll with a black outline and rounded ends. The top and bottom edges are rolled up, with the inner surface shaded in light gray. The text is centered on the unrolled portion of the scroll.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- زمان و مکان آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه شخصی واقع در جنوب دامغان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۰/۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۵۵/۴ متری از سطح دریا اجرا شد.

۳-۲- مشخصات آب و هوا و نوع خاک محل آزمایش

آب و هوای منطقه دارای اقلیم سرد و خشک می باشد داده‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه در جدول (۳-۱) آمده است. پیش از انجام آزمایش از محل مورد آزمایش نمونه برداری خاک انجام شد. آنالیز خاک در جدول ۳-۲ و آنالیز ورمی کمپوست در جدول ۳-۳ آمده است.

جدول ۳-۱- وضعیت جوی و آماری شهرستان دامغان در سال ۱۳۹۱

ماه	دما (سانتیگراد)		بارندگی	رطوبت نسبی	
	حداقل	حداکثر		حداقل	حداکثر
اردیبهشت	۱۳.۵	۲۶.۶	۱۰.۶	۵۶	۲۴
خرداد	۱۸.۲	۳۲.۴	۶.۱	۴۶	۲۱
تیر	۲۱.۶	۳۵.۴	۲.۶	۴۹	۲۰
مرداد	۲۰.۱	۳۵.۶	۰	۴۶	۱۷
شهریور	۱۸.۳	۳۲.۵	۸.۳	۵۵	۲۲

جدول ۳-۲- آنالیز خاک مزرعه

عمق Cm	ازت کل %	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	رس %	لای %	شن %	EC (dS/m)	کربن آلی %
۰-۳۰	۰/۰۵۴	۱۳/۷	۱۴۷	۷/۴	۱۴/۰	۴۲/۰	۴۴/۰	۱۱/۶	۰/۷۱

جدول ۳-۳- آنالیز نمونه ورمی کمپوست

O.C (%)	EC (dS/m)	Cl ⁻ Meq/lit	O.M (%)	pH	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	N _t (%)	C/N (%)
۳۲/۷	۲/۱	۱۵/۵	۶۵/۰	۶/۸	۳/۱۹	۰/۶۱	۲/۵۲	۷/۶۶

۳-۳- روش کار در مزرعه

۳-۳-۱- تهیه زمین:

عملیات آماده سازی مزرعه شامل شخم زدن و بعد از آن دیسک برای تسطیح زمین و کلوخ شکنی و غلطک سبک برای فراهم کردن بستری نرم و متراکم طبق عرف منطقه انجام شد. ابعاد کرت ها ۵۲/۵ متر و دارای ۴ خط کاشت بود. فاصله بین خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر، فاصله بوته روی خطوط ۱۰ سانتی متر، بین ۲ کرت متوالی ۶۰ سانتی متر و بین ۲ تکرار ۳ متر بود. در زمان کاشت برای اعمال تیمارهای آزمایش در هر ردیف شیاری در سراسر پشته به عمق ۱۰ سانتی متر ایجاد و پس از قرار دادن ورمی کمپوست داخل شیار روی آن با خاک پوشانیده شد. سپس مقدار ۱۵ گرم مایه تلقیح قارچی که شامل خاک، بقایای ریشه‌ای و اندام‌های قارچی بود به صورت کپه‌هایی با فاصله ۱۰ سانتی متر از یکدیگر در پایین تر از بذور قرار گرفت. پس از کاشت آبیاری تا اندازه ای صورت گرفت که پشته ها کاملا مرطوب گردید و بذور آب کافی برای جوانه زنی دریافت کردند.

۳-۳-۲- طرح آزمایشی:

آزمایش به صورت فاکتوریل با ۱۲ کرت آزمایشی بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار بر روی توده بومی رازیانه انجام گرفت. در این آزمایش فاکتور m مایکوریزا، فاکتور v ورمی کمپوست و فاکتور h اسید هیومیک در نظر گرفته شد.

m1	m1	m1	m2	m2	m2	m1	m1	m2	m2	m1	M2
v1	v1	v2	v3	v3	v2	v2	v3	v2	v1	v3	v1
h1	h2	h1	h2	h1	h2	h2	h1	h1	h2	h2	h1

فاصله ۳ متری بین تکرارها

m2	m1	m1	m2	m1	m1	m1	m1	m2	m2	m2	m2
v2	v2	v3	v1	v3	v1	v1	v2	v3	v3	v1	v2
h2	h3	h1	h1	h2	h1	h2	h1	h2	h1	h2	h1

فاصله ۳ متری بین تکرارها

m2	m2	m2	m2	m1	m1	m1	m2	m1	m1	m2	m1
v2	v1	v3	v2	v2	v3	v2	v3	v1	v1	v1	v3
h1	h2	h1	h2	h2	h1	h1	h2	h2	h1	h1	h2

شکل ۳-۱- نقشه طرح بعد از تصادفی کردن تیمارها در تکرارها

۳-۴- عملیات زراعی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

قطعه زمین مورد نظر به مدت یکسال به صورت آیش بوده است و تنها در اواخر اسفند ماه و فروردین ماه به شکستن کلوخه ها و نرم کردن خاک سطح جوی و پشته ها پرداخته شد.

۳-۴-۲- کاشت

پیش از کاشت بذور، ورمی کمپوست بر اساس مقدار تعیین شده به هر کرت اضافه شد به این صورت که شیارهایی در محل حاشیه پشته ها ایجاد شد و پس از اضافه کردن ورمی کمپوست روی آن با خاک پوشیده شد و زمان اضافه کردن ورمی کمپوست به زمین دو هفته قبل از کاشت صورت گرفت. عملیات کاشت در تاریخ ۹۱/۱/۳۰ به صورت هیرم کاری، صورت گرفت. بطوریکه در موقع کاشت ابتدا در داخل حفره های ایجاد شده برای کاشت بذور به مقدار ۱۵ گرم ماده تلقیح مایکوریزا در داخل گودال قرار دادیم و بعد از آن بذور را روی ماده تلقیح قرار داده و بر روی بذور مقداری ماسه ریخته شد. کاشت در عمق ۲ تا ۳ سانتی متر انجام شد. برای اطمینان از جوانه زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب در محل کاشت تعداد بیشتری بذر قرار داده شد و سپس در مرحله ۳-۴ برگی، گیاهان تنک شدند.

عملیات وجین علف هرز، در ابتدای رشد و جوانه زنی تا استقرار کامل گیاهچه امری ضروری است. به این منظور طی ۸ مرحله به مدت هر ۶ تا ۷ روز یکبار از ابتدای کاشت تا زمان استقرار کامل بوته ها وجین دستی روی ردیف ها و بین ردیف ها انجام شد. علف های هرز غالب در مزرعه آزمایشی در مراحل مختلف، شامل خارشتر (*Alhagi camelorum*)، پیچک صحرائی (*Convolvulus arvensis*) بودند.

آبیاری کرت ها با توجه به شرایط اقلیمی و نوع خاک هر ۶ روز یکبار تنظیم شد. به دلیل عدم وجود آفات و بیماری های خاصی برای این گیاه دارویی و در نظر گرفتن تأثیر پذیری منفی ماده موثره گیاه بر اثر استعمال سموم شیمیایی از هیچگونه سم حشره کش، علف کش و قارچ کش در کرت های مورد نظر استفاده نشد. عملیات محلول پاشی اسید هیومیک نیز در سه مرحله اصلی انجام شد. مرحله اول محلول پاشی اسید هیومیک در ابتدای رشد رویشی با مصرف ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در تاریخ ۹۱/۲/۲۵ انجام شد و مراحل بعدی نیز با همان دز مصرفی در ابتدای رشد زایشی و مرحله آخر نیز در موقع سفت شدن دانه انجام شد.

۳-۴-۴- نمونه برداری و برداشت

هنگامی که برگها و ساقه ها زرد و چتر و چترک های گیاهان به سمت زرد مایل به قهوه ای شدند برای نمونه برداری و اندازه گیری فاکتورهای مورد نظر از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفاتی از جمله ارتفاع بوته، تعداد چتر، تعداد دانه، تعداد چترک در هر چتر و وزن دانه در هر چتر، وزن دانه در بوته، وزن خشک بوته، شاخص برداشت و وزن هزار دانه تعیین شد. بعد از آن برای تعیین عملکرد با حذف ردیف های حاشیه و ابتدا و انتها گیاهان موجود در سطح باقی مانده (۶متر مربع) را برداشت و عملکرد دانه و بیولوژیک برآورد شد.

۳-۵- تعیین درصد کلونیزاسیون

جهت اندازه گیری درصد همزیستی ریشه ها با مایکوریزا، ۱۵ روز قبل از برداشت بوته ها، از ریشه های آنها به ویژه ریشه های موپین و نازک، نیز نمونه برداری بعمل آمد. سپس ریشه ها به دقت با آب مقطر شستشو شده و برای مراحل رنگ بری ریشه ها و سپس رنگ آمیزی آنها صورت گرفت. ابتدا برای بی رنگ کردن ریشه ها از محلول ده درصد KOH به مدت ۳ ساعت استفاده شد و بعد نمونه ها با آب مقطر بخوبی شستشو شدند. برای رنگ آمیزی ریشه ها از محلول حاوی ۵ درصد درصد تریپان بلو در محلول لاکتوگلیسرول استفاده گردید. به منظور تعیین درصد همزیستی قارچ مایکوریزا با ریشه رازیانه، از روش لام و لامل استفاده شد بدین صورت که در مورد هر تیمار، ریشه های رنگ آمیزی شده به قطعات یک سانتی متری برش داده شدند و به همراه محلول رنگ بر لاکتوگلیسرول روی پلیت شیشه ای قرار داده شدند ریشه ها به صورت تصادفی و در اندازه هایی به طول ۱ سانتی متر و به تعداد ۵۰ عدد برای هر نمونه بر روی لام ها قرار داده شدند و با استفاده میکروسکوپ درصد کلنی زایی قارچ ها تعیین گردید و نتایج به صورت درصد بیان شد (براندرت و همکاران، ۱۹۹۶).

۳-۶- اسانس گیری

استخراج اسانس توسط دستگاه اسانس گیر Clevenger در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد و بر اساس آن مقدار عملکرد اسانس در واحد سطح (لیتر در هکتار) تعیین شد. نمونه های ۵۰ گرمی از بذره های خشک شده هر کرت در آسیاب پودر کرده (بازده روغن اسانس با خرد کردن بذر افزایش می یابد) به همراه ۳۰۰ میلی لیتر آب در بالن دستگاه قرار داده شده و ۴ ساعت حرارت داده شد و در انتها درصد اسانس آن پس از رطوبت زدایی آب توسط سولفات سدیم خشک، محاسبه (سفیدکن، ۱۳۸۰) و در نهایت عملکرد اسانس تعیین شد.

۳-۷- تجزیه و اندازه گیری ترکیبات موجود در اسانس

اندازه گیری مقدار ترکیبات موجود در اسانس بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) ساخت شرکت ThermoQuest-Finnigan با مدل TRACE MS صورت گرفت. ستون مورد استفاده از جنس سیلیکون به طول ۳۰ سانتی متر بود و گاز حامل در دستگاه گاز N_2 بود. حجم تزریق اسانس در دستگاه به مقدار ۰/۲ میکرولیتر صورت گرفت. شناسایی ترکیبات از طریق زمان نگهداری در ستون دستگاه کروماتوگراف گازی و بررسی طیف جرمی آنها انجام شد. کامپیوتر متصل به سیستم، بر اساس روابط از پیش تعیین شده مساحت زیر نمودارها را محاسبه کرده و به عنوان درصد ترکیب مورد نظر ارائه می دهد. سپس با تزریق اسانس به دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی GC/MS با مدل TRACE MS و ساخت شرکت ThermoQuest-Finnigan که طول ستون مورد استفاده به طول ۶۰ سانتی متر و گاز حامل در دستگاه گاز H_2 بود، طیف جرمی ترکیبات بدست آمده و شناسایی ترکیب ها با بررسی طیف های جرمی پیشنهادی کتابخانه های کامپیوتر دستگاه GC/MS صورت گرفت.

۳-۸- تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین

جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری (MSTAT - C) استفاده گردید و مقایسه میانگین ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارهای حاصل از اطلاعات تحقیق از نرم افزار Excel استفاده شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- اثر قارچ مایکوریزا و کود آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برخی خصوصیات

کمی رازیانه

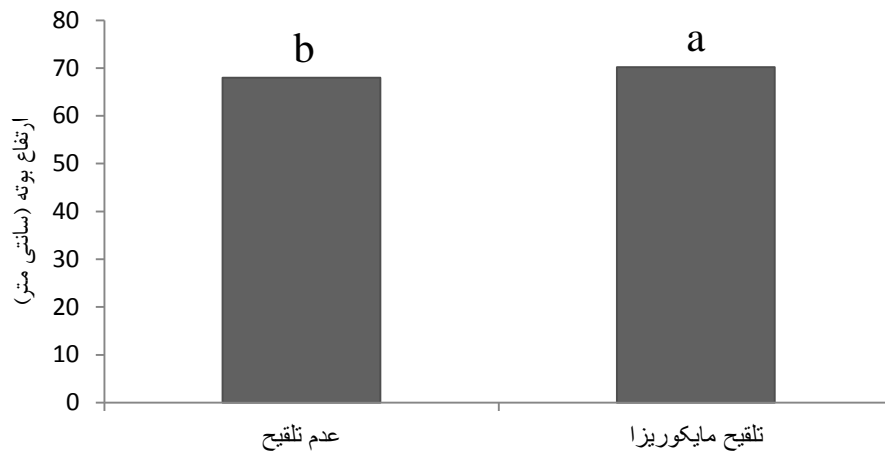
۴-۱-۱- ارتفاع بوته

ارتفاع گیاه معمولا تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می باشد ولی محیط نیز ارتفاع بوته را تحت تاثیر قرار می دهد. ارتفاع جز مهمی در تعیین عملکرد نمی باشد ولی احتمالا ارقام با ارتفاع بلندتر ماده خشک بیشتری دارند. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱ پیوست) ارتفاع بوته توسط سه فاکتور تلقیح مایکوریزایی، ورمی کمپوست و محلول پاشی اسیدهیومیک در سطح یک درصد به طور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفت و اثرات سه جانبه نیز در سطح پنج درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ارتفاع بوته بین تلقیح مایکوریزایی (۲۲/۷۰ سانتی متر) و عدم تلقیح (۹۷/۶۷ سانتی متر) تفاوت معنی داری وجود داشت، به طوری که ارتفاع بوته در تلقیح با مایکوریزا در حدود ۳ درصد بیشتر بود (شکل ۴-۱). مقایسه میانگین تیمارها نیز بیانگر آن بود که میان سطوح مختلف ورمی کمپوست از نظر تاثیر بر ارتفاع بوته نیز اختلاف معنی داری وجود دارد به نحوی که

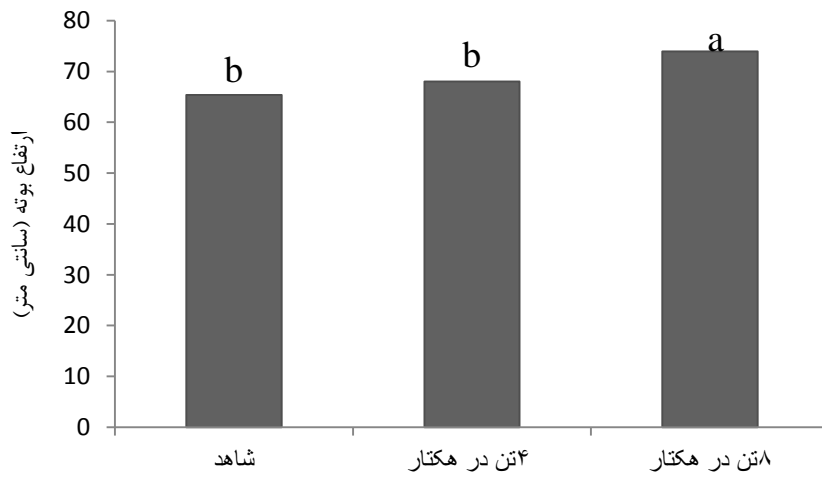
ارتفاع بوته در سطح ۸ تن ورمی کمپوست (۷۳/۹۳ سانتی متر) نسبت به کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست (۶۸/۰۷ سانتی متر) و شاهد (۶۵/۳۵ سانتی متر) به ترتیب افزایش ۸ و ۱۱/۵ درصدی را نشان داد (شکل ۴-۲). هم چنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین ۲ سطح محلول پاشی و عدم محلول پاشی اسید هیومیک از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری وجود دارد به نحوی که ارتفاع بوته در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۷۰/۴۷ سانتی متر) حدود ۴ درصد بیشتر از تیمار عدم محلول پاشی (۶۷/۷۲ سانتی متر) بود (شکل ۴-۳). همچنین مقایسات میانگین اثرات سه جانبه نیز نشان داد که ارتفاع بوته در تیمار تلقیح مایکوریزایی و مصرف ۸ تن ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک (۷۶/۸ سانتی متر) نسبت به شاهد (۶۰/۷ سانتی متر) افزایش ۲۶ درصدی را نشان داد (شکل ۴-۴). که این نتایج با نتایج تحقیقات درزی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همزیستی قارچ مایکوریزا با ریشه رازیانه از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود رشد گیاه نظیر ارتفاع گردیده است. نتایج گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) و راتی و همکاران (۲۰۰۱) به ترتیب بر روی گیاه نعنای و علف لیمو و نیز اردکانی و همکاران (۱۳۷۹) بر روی گندم نیز موید همین امر است.

ورمی کمپوست نیز از طریق قدرت زیاد در جذب آب و تدارک مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در مورد میزان فتوسنتز و تولید بیوماس رازیانه تاثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته گردید. این نتایج با نتایج درزی و همکاران (۱۳۸۹) و مرادی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی رازیانه بیانگر همین مطلب می‌باشد که ورمی کمپوست به دلیل بالا بردن عناصر غذایی به ویژه نیتروژن سبب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد.

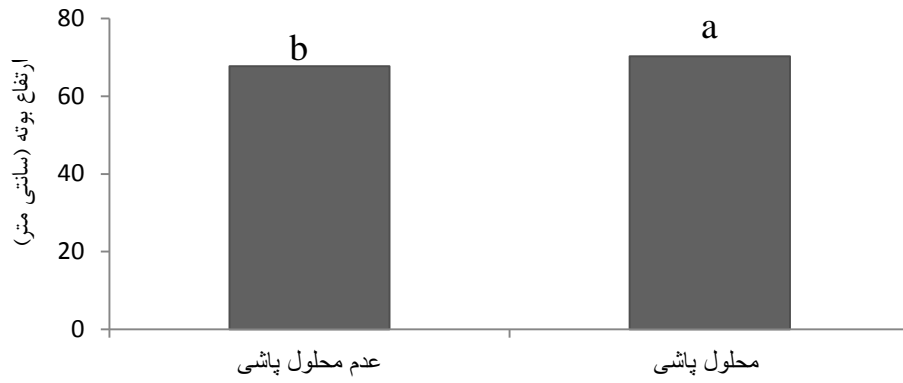
در خصوص اثرات اسید هیومیک بر ارتفاع بوته گندم سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که مصرف ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش چشمگیری در ارتفاع گیاه گندم شد که این افزایش ارتفاع را می‌توان به دلیل تاثیر اسید هیومیک در افزایش فعالیت آنزیم رایبیسکو و متعاقبا افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه دانست.



شکل ۱-۴ تاثیر قارچ میکوریزا بر روی ارتفاع بوته

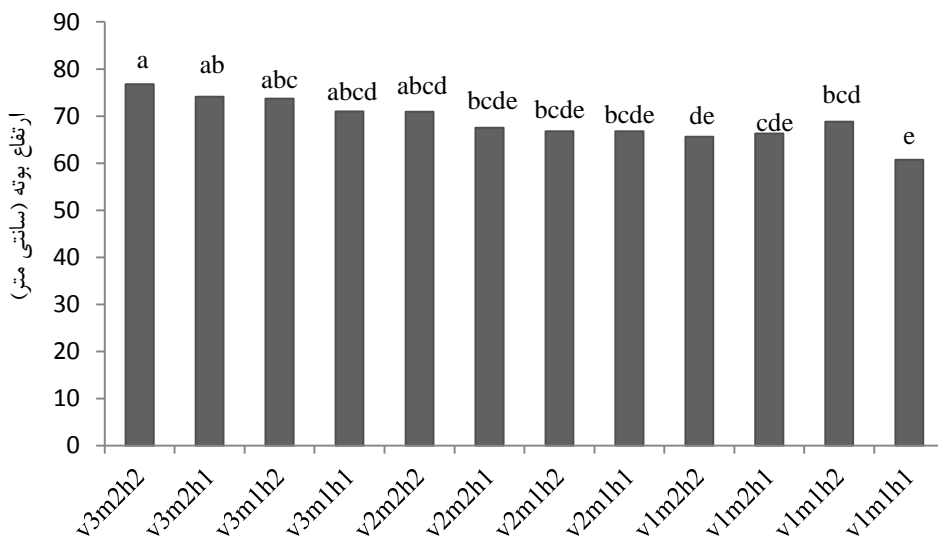


شکل ۲-۴ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی ارتفاع بوته



شکل ۳-۴ تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر روی ارتفاع بوته

m: مایکوریزا
 v: ورمی کمپوست
 h: اسید هیومیک

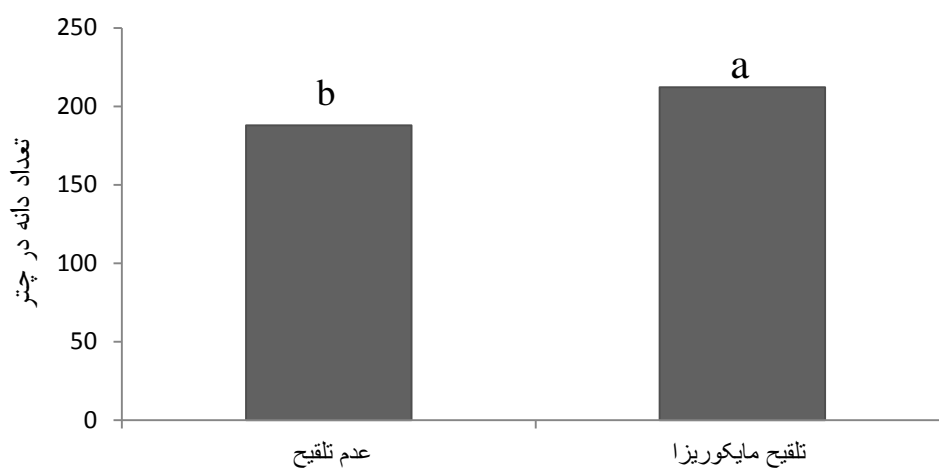


شکل ۴-۴ تاثیر تیمارهای کودی مختلف بر روی ارتفاع بوته

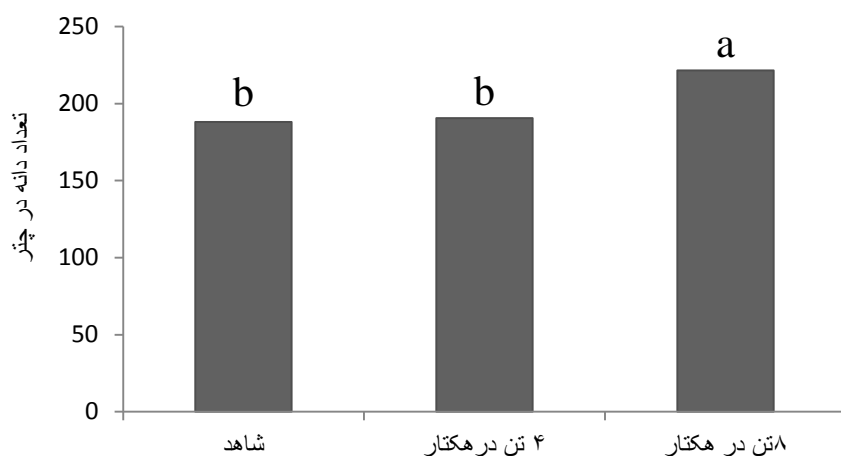
۴-۱-۲- تعداد دانه در چتر

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱ پیوست) نشان داد که تلقیح مایکوریزا و استفاده از ورمی کمپوست و اثر متقابل این دو فاکتور تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در چتر در سطح احتمال یک درصد داشت.

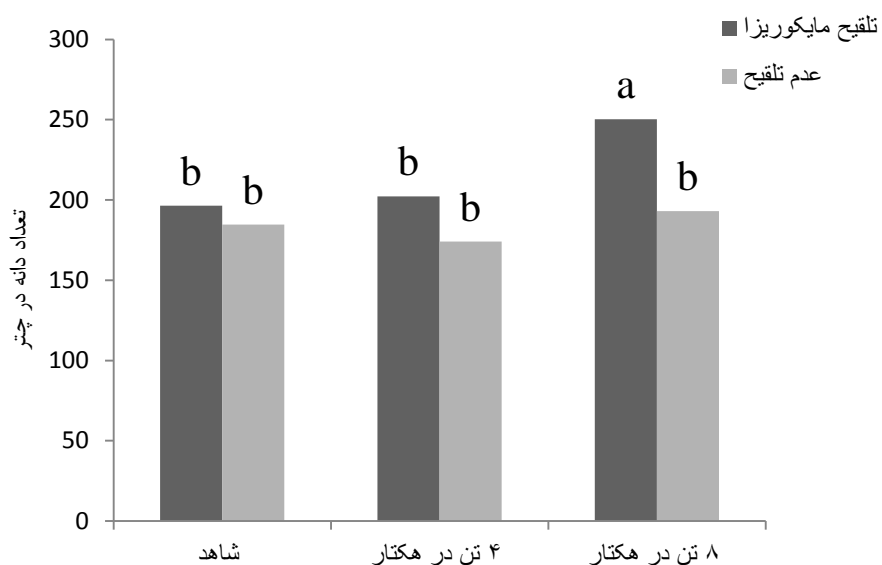
مقایسه میانگین ها نشان داد (شکل ۴-۵) که بین تلقیح مایکوریزایی و عدم تلقیح تفاوت معنی داری از نظر تعداد دانه در چتر وجود داشت (به ترتیب ۲۱۲/۲۲ و ۱۸۷/۸۸ دانه در چتر) به نحوی که تعداد دانه در چتر در تلقیح مایکوریزا حدود ۱۲/۹ درصد بیشتر بود. مقایسه میانگین سطوح مختلف ورمی کمپوست از نظر تعداد دانه در چتر (شکل ۴-۶) نیز بیانگر آن بود که بین کاربرد ۸ تن و ۴ تن در هکتار تفاوت معنی داری وجود دارد. بین شاهد و مصرف ۸ تن و ۴ تن در هکتار تفاوت معنی داری وجود دارد به طوری که کاربرد ۸ تن و ۴ تن در هکتار به ترتیب افزایش ۱۷/۸ و ۱۶/۳ درصدی را نسبت به شاهد (۱۸۸ دانه در چتر) بر تعداد دانه در چتر نشان داد (به ترتیب ۲۲۱ و ۱۹۰ دانه در چتر). همچنین مقایسات میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و مایکوریزا بر تعداد دانه در چتر نیز نشان داد که تیمار تلقیح مایکوریزا و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۲۵۰ دانه در چتر) نسبت به شاهد (۱۸۴ دانه در چتر) افزایش ۳۵ درصدی را نشان داد (شکل ۴-۷). به طور کلی تعداد دانه در چتر تابعی از تراکم بوته و تعداد چتر در بوته است و به شرایط محیطی زمان گرده افشانی نیز بستگی دارد. افزایش تعداد چتر در بوته ناشی از مصرف کودهای آلی و بیولوژیک توسط مرادی و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش شده است. سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی لیتر) هیومیک اسید روی گندم بیان کردند که مصرف اسید هیومیک منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله شد.



شکل ۴-۵ تاثیر مایکوریزا بر روی تعداد دانه در چتر



شکل ۴-۶ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر تعداد دانه در چتر



شکل ۴-۷ اثر متقابل ورمی کمپوست و مایکوریزا بر تعداد دانه در چتر

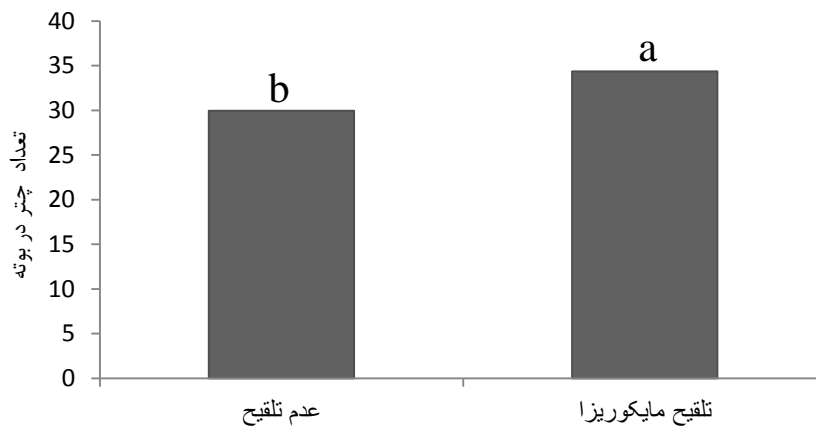
۴-۱-۳- تعداد چتر در بوته

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱ پیوست) اثر هر سه فاکتور تلقیح میکوریزایی، ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک به تنهایی بر تعداد چتر در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار گردیده ولی اثرات متقابل ۲ جانبه و ۳ جانبه آنها معنی‌دار نشده است. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل ۴-۸) که از نظر تعداد چتر در بوته بین تلقیح میکوریزا (۳۴ چتر در بوته) و عدم تلقیح (۲۹ چتر در بوته) تفاوت قابل توجهی وجود دارد بطوری که تعداد چتر در بوته در تلقیح با میکوریزا در حدود ۱۷/۲ درصد بیشتر بود. همچنین مقایسه میانگین تیمارها تفاوت قابل ملاحظه‌ای را بین سطوح مختلف ورمی کمپوست از نظر تعداد چتر در بوته نشان داد به نحوی که تعداد چتر در بوته در کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۳۴ چتر در بوته) در مقایسه با کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست (۳۲ چتر در بوته) و نسبت به تیمار شاهد (۲۹ چتر در بوته) به ترتیب ۶ و ۱۷ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۹). همچنین مقایسات میانگین نشان داد که بین تعداد چتر در بوته در تیمارهای محلول پاشی و عدم محلول پاشی نیز تفاوت قابل توجهی وجود دارد به نحوی که تعداد چتر در بوته در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۳۳ چتر در بوته) در مقایسه با تیمار شاهد (۳۱ چتر در بوته) حدود ۶/۴ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۱۰).

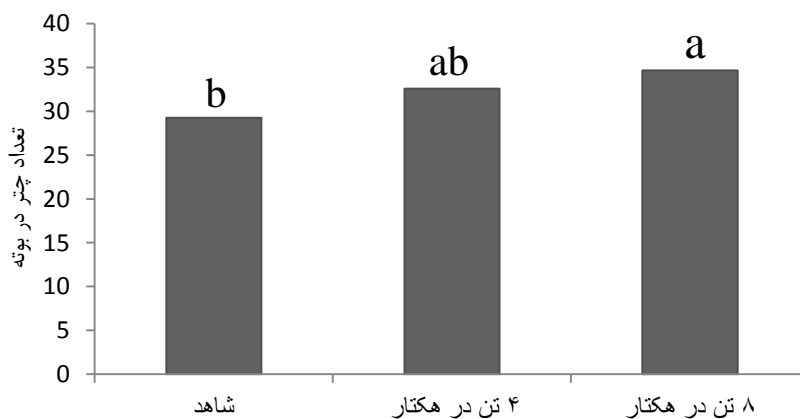
می‌توان گفت که همزیستی میکوریزایی از طریق افزایش جذب فسفر موجب تسریع در گل دهی و بهبود تعداد چتر در بوته شده است. این موضوع با نتایج تحقیق کاپور و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. ورمی کمپوست نیز بر روی میزان گل دهی و تعداد چتر تاثیر مثبتی دارد که این تاثیر مثبت از طریق افزایش فعالیت میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش ماده خشک و فتوسنتز شده و متعاقباً باعث افزایش گل دهی می‌شود. نتیجه مطالعه آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) بر روی توت فرنگی این مساله را تایید می‌کند. اسید هیومیک نیز با قدرت کلات کنندگی که دارد سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه

افزایش تعداد چتر در بوته می‌شود. در تحقیقی که کیانی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی بابونه انجام دادند

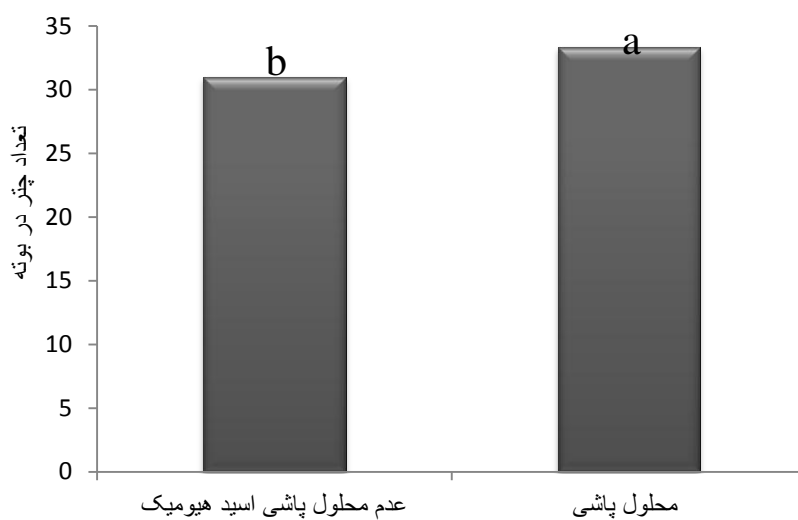
بیان کردند که مصرف اسید هیومیک باعث افزایش تعداد گل در گیاه دارویی بابونه می‌شود.



شکل ۴-۸ تاثیر مایکوریزا بر روی تعداد چتر در بوته



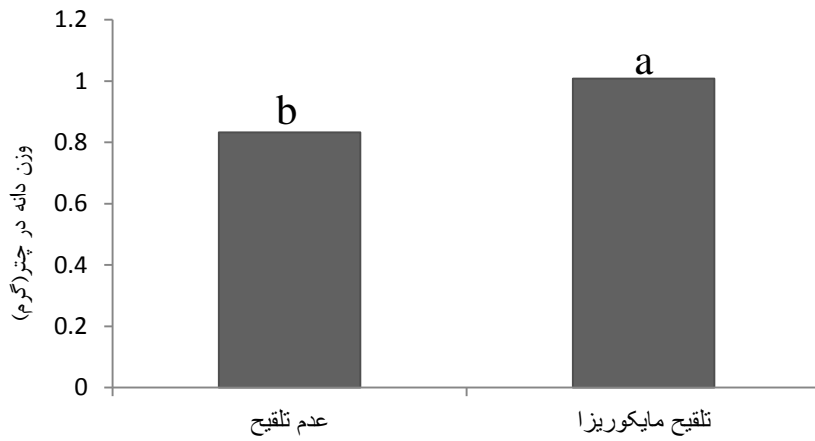
شکل ۴-۹ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی تعداد چتر در بوته



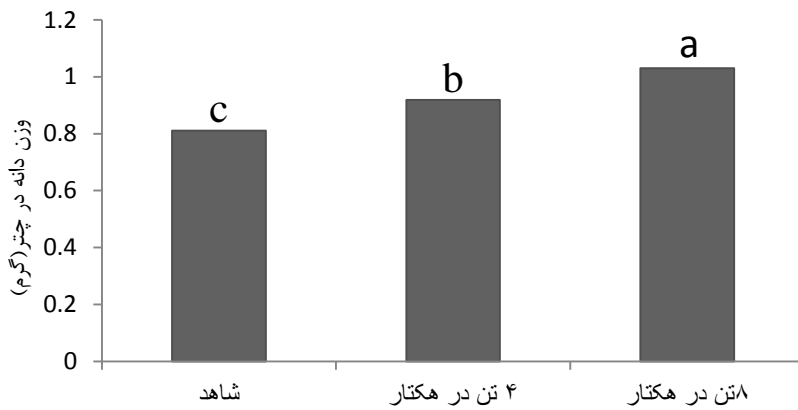
شکل ۴-۱۰ تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر روی تعداد چتر در بوته

۴-۱-۴- وزن دانه در چتر و وزن دانه در بوته

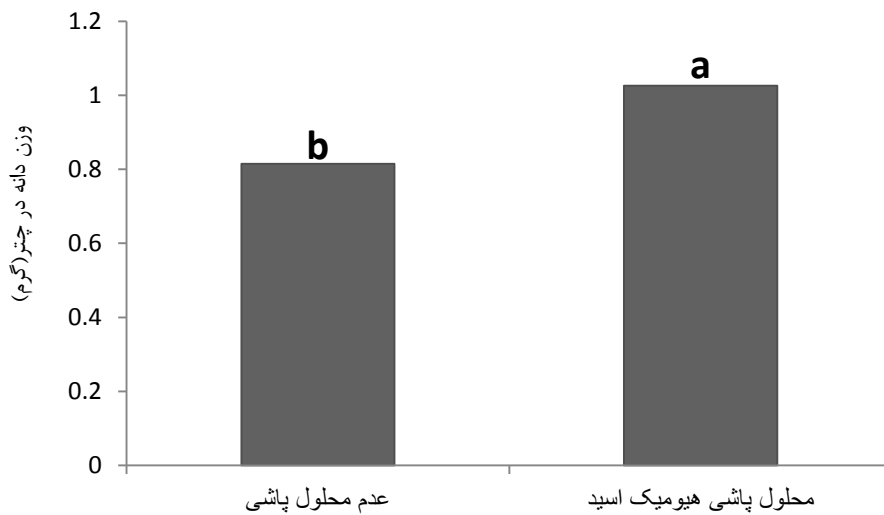
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱ پیوست) نشان داد که اثر هر سه فاکتور تلقیح مایکوریزایی، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن دانه در چتر در سطح یک درصد و اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها (شکل ۴-۱۱) نشان داد که وزن دانه در چتر بین تلقیح مایکوریزایی (۱/۰۰۸ گرم) و عدم تلقیح (۰/۸۱۱ گرم) تفاوت قابل توجهی وجود دارد به نحوی که وزن دانه در چتر در تلقیح مایکوریزایی در حدود ۲۴/۲ درصد بیشتر بود. همچنین بین سطوح مختلف ورمی کمپوست (شکل ۴-۱۲) نیز تفاوت معنی‌داری از نظر وزن دانه در چتر مشاهده شد بطوری که وزن دانه در چتر در سطح ۸ تن ورمی کمپوست در مقایسه با وزن دانه در چتر در تیمار سطح ۴ تن ورمی کمپوست و شاهد به ترتیب ۱۲/۵ و ۲۷/۲ درصد افزایش یافت (به ترتیب ۱/۰۳۲ و ۰/۹۱۹ و ۰/۸۱۱ گرم). بین محلول پاشی اسید هیومیک و عدم محلول پاشی (شکل ۴-۱۳) نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد بطوری که وزن دانه در چتر در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۱/۰۲۶ گرم) در مقایسه با وزن دانه در چتر در تیمار شاهد (۰/۸۱۵ گرم) حدود ۲۵/۸ درصد افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثر متقابل دو فاکتور محلول پاشی اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر روی وزن دانه در چتر نیز معنی‌دار بود به طوری که وزن دانه در چتر در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک و ۸ تن ورمی کمپوست افزایش ۵۳ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد (به ترتیب ۱/۱۳۲ و ۰/۷۳۸ گرم) (شکل ۴-۱۴). به نظر می‌رسد اسید هیومیک با افزایش غلظت هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاه و همچنین تأمین عناصر غذایی و جذب سریع آنها از طریق برگ‌ها، گیاه را به سمت تولید بیشتر هدایت می‌کند.



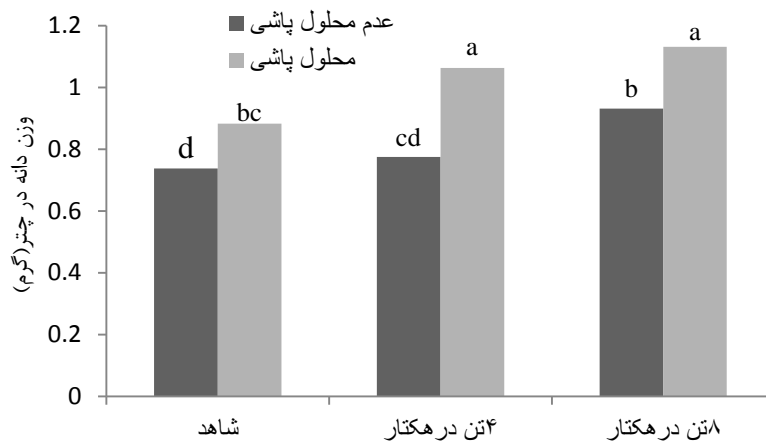
شکل ۴-۱۱ تاثیر مایکوریزا بر وزن دانه در چتر



شکل ۴-۱۲ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر وزن دانه در چتر



شکل ۴-۱۳ تاثیر اسید هیومیک بر روی وزن دانه در چتر

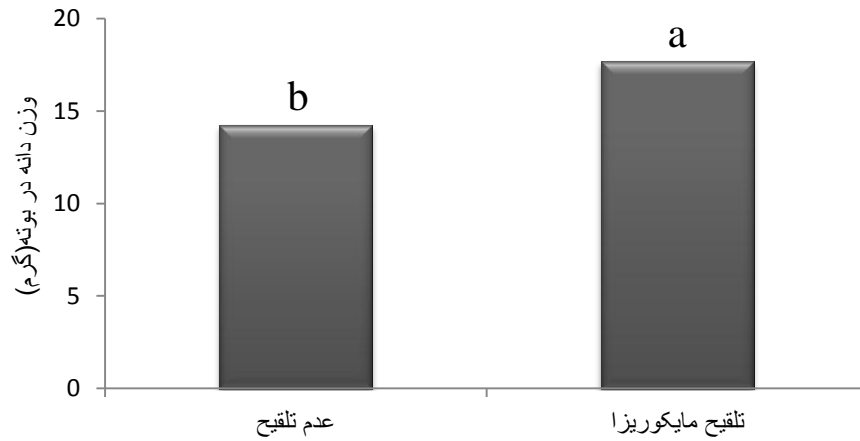


شکل ۴-۱۴ تاثیر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر روی وزن دانه در چتر

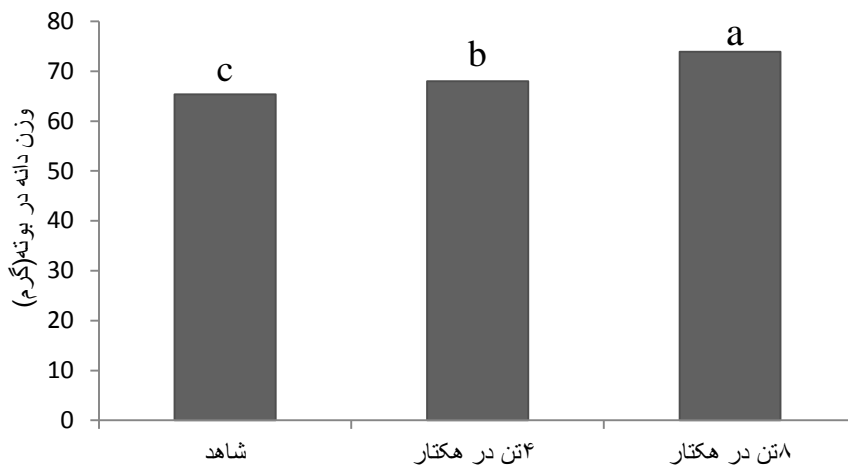
وزن دانه در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای اصلی مایکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن دانه در بوته معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$) (جدول ۴-۱ پیوست). مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد بین اثر تلقیح مایکوریزا و عدم تلقیح بر روی وزن دانه در بوته تفاوت معنی‌داری دیده می‌شود به طوری که وزن دانه در بوته در تیمار تلقیح مایکوریزا (۱۷/۶۸ گرم) نسبت به تیمار عدم تلقیح (۱۴/۲۳ گرم) حدود ۲۴ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۵). همچنین مقایسات میانگین نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی وزن دانه در بوته تفاوت معنی‌داری به چشم می‌خورد به طوری که وزن دانه در بوته در تیمار کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۱۸/۳۸ گرم) نسبت به ۴ تن ورمی کمپوست (۱۵/۹۶ گرم) و شاهد (۱۳/۵۳ گرم) به ترتیب حدود ۱۵ و ۳۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۶). در خصوص محلول پاشی اسید هیومیک نیز مشاهده شد که تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۱۷/۸۰ گرم) نسبت به تیمار شاهد (۱۴/۱۲ گرم) افزایش ۲۶ درصدی را نشان داد (شکل ۴-۱۷). چنین به نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک با تحریک رشد ریشه و در نتیجه افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه، دارا بودن مواد تنظیم کننده‌ی رشد گیاهی (آتیه و

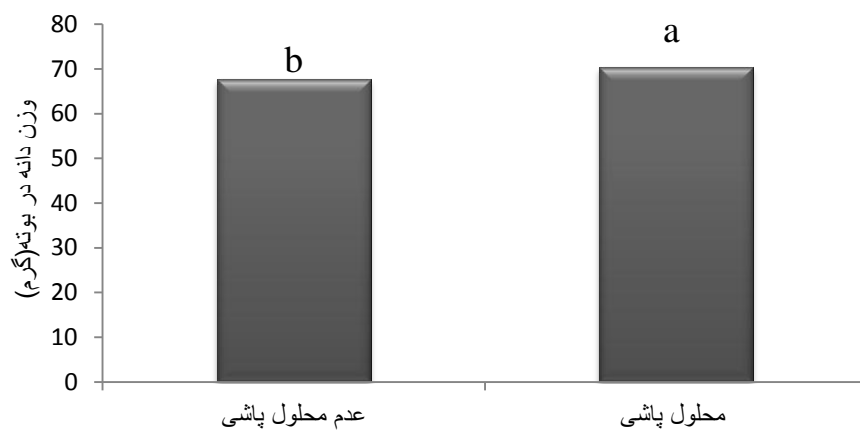
همکاران؛ ۲۰۰۲) و بهبود ساختمان خاک سرعت و مدت فتوسنتز را افزایش داد؛ و باعث بالا بردن وزن دانه در بوته می‌شود.



شکل ۴-۱۵ تاثیر قارچ مایکوریزا بر روی وزن دانه در بوته



شکل ۴-۱۶ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی وزن دانه در بوته



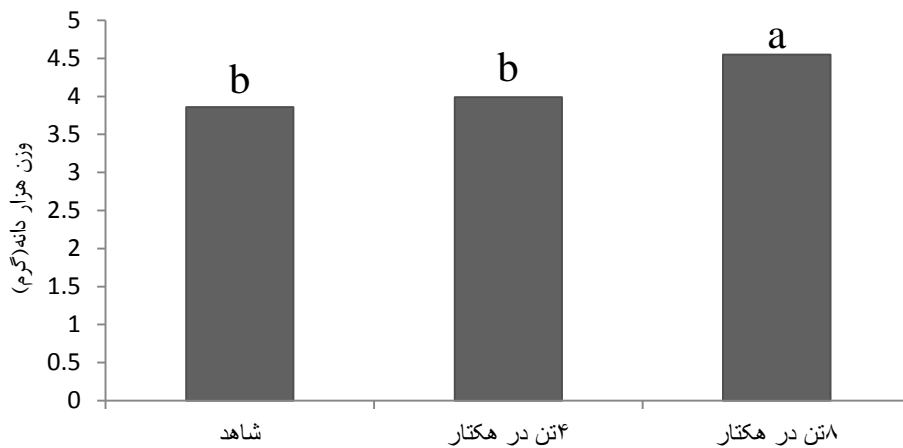
شکل ۴-۱۷ تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر روی وزن دانه در بوته

۴-۱-۵- وزن هزار دانه

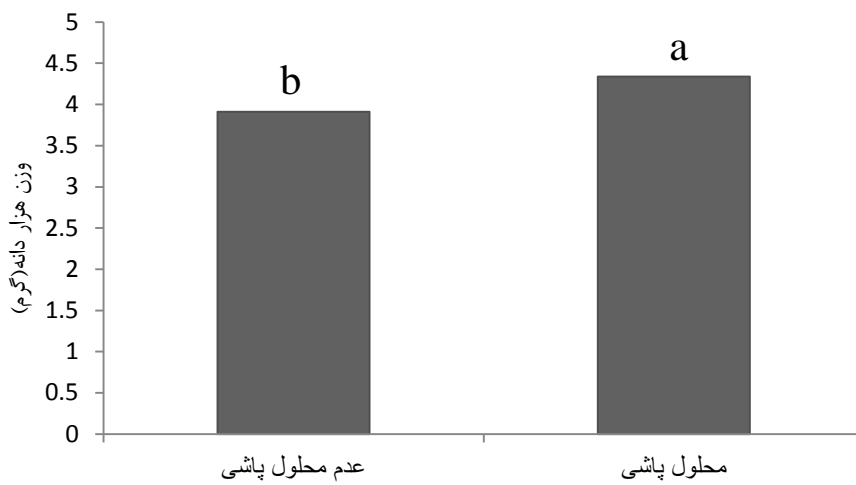
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲ پیوست) مبین آن بود که اثر اصلی عوامل ورمی کمپوست و اسید هیومیک و نیز اثر متقابل تلقیح مایکوریزایی و ورمی کمپوست بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل ۴-۱۸) که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست از نظر وزن هزار دانه تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد به طوری که وزن هزار دانه در تیمار کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۴/۵۵ گرم) در مقایسه با مصرف ۴ تن ورمی کمپوست (۳/۹۹ گرم) و تیمار شاهد (۳/۸۶ گرم) به ترتیب به میزان ۱۴ و ۱۷/۵ درصد افزایش نشان داد. در خصوص تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر روی صفت وزن هزار دانه نیز مشاهده شد که وزن هزار دانه در تیمار محلول پاشی (۴/۳۴ گرم) در مقایسه با تیمار شاهد (۳/۹۱ گرم) در حدود ۱۱ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۱۹) همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و مایکوریزا بر روی وزن هزار دانه نیز تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان داد بطوری که وزن هزار دانه در تیمار تلقیح مایکوریزا و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۴/۶۶ گرم) نسبت به شاهد (۳/۸۴) افزایش ۲۱ درصدی را بر روی وزن هزار دانه نشان داد (شکل ۴-۲۰).

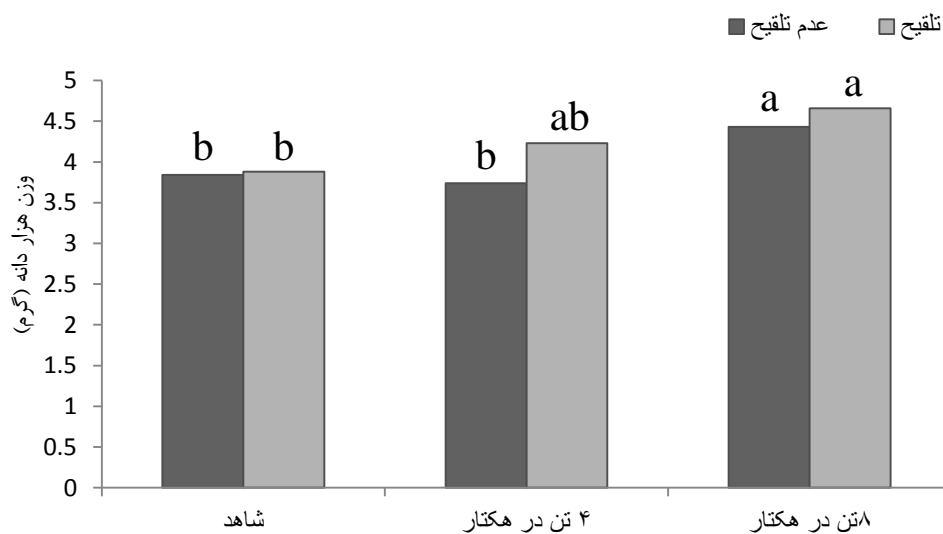
تلقیح مایکوریزایی سبب گردید که در زمان پرشدن دانه شیره پرورده به دانه منتقل شده و سبب بهبود وزن هزار دانه گردد که این نتایج با نتایج کاپور و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. در خصوص اثر ورمی کمپوست و اسید هیومیک می‌توان بیان کرد که این امر ناشی از بهبود میزان فتوسنتز و تولید بیوماس گیاهی و متعاقبا افزایش وزن هزار دانه می‌باشد.



شکل ۴-۱۸ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی وزن هزار دانه



شکل ۴-۱۹ تاثیر اسید هیومیک بر وزن هزار دانه



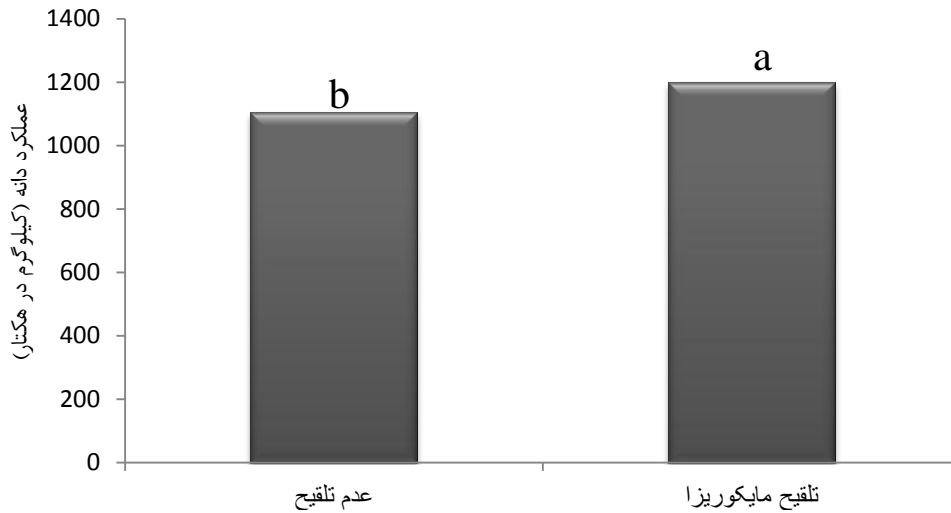
شکل ۴-۲۰ اثر متقابل ورمی کمپوست در مایکوریزا بر وزن هزار دانه

۴-۱-۶- عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

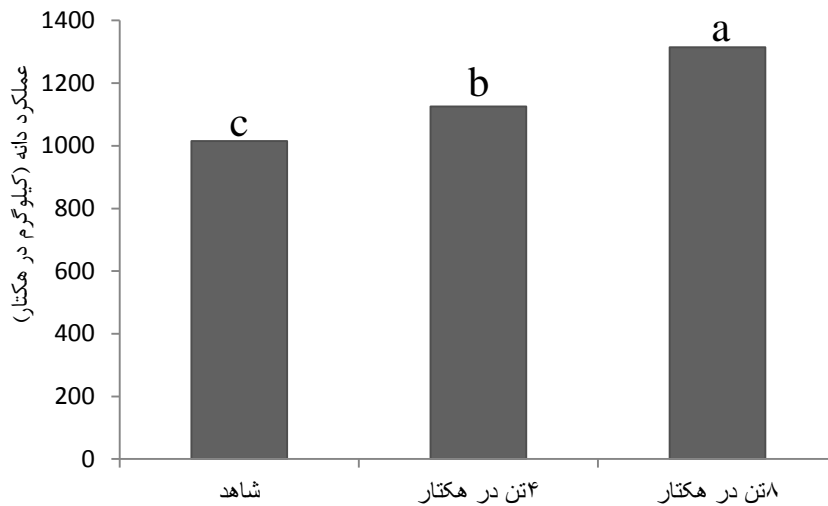
عملکرد دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲ پیوست) تاثیر ۳ فاکتور اصلی تلقیح مایکوریزایی، ورمی کمپوست و اسید هیومیک در سطح یک درصد و اثر متقابل ورمی کمپوست و مایکوریزا بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد عملکرد دانه در تیمار تلقیح مایکوریزا (۱۱۹۹/۳۷ کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار شاهد (۱۱۰۴/۵۸ کیلوگرم در هکتار) افزایش ۸/۵ درصدی داشت (شکل ۴-۲۱). همچنین بین سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی عملکرد دانه نیز تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد به طوری که عملکرد دانه در سطح کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۱۳۱۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سطح ۴ تن ورمی کمپوست (۱۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۱۰۱۶ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۱۷ و ۲۹/۵ درصد افزایش نشان داد (۴-۲۲). در خصوص اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر روی عملکرد دانه جدول مقایسه میانگین نشان داد که عملکرد دانه در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۱۲۴۷/۶ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد (۱۰۵۶/۶ کیلوگرم در هکتار) به میزان ۱۸ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴-۲۳). مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و مایکوریزا بر روی عملکرد دانه نیز نشان داد که تیمار تلقیح مایکوریزا و سطح ۸ تن ورمی کمپوست (۱۳۴۹ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد (۹۲۴ کیلوگرم در هکتار) افزایش ۴۵ درصدی را نشان داد (شکل ۴-۲۴). افزایش عملکرد دانه در تیمار تلقیح مایکوریزا می‌تواند ناشی از بهبود اجزای عملکرد رازیانه بوده باشد نتایج تحقیقات کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیانگر این مطلب است. ورمی کمپوست نیز از طریق تاثیر بر قدرت جذب و نگهداری و تدارک بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاس بر روی افزایش اجزای عملکرد رازیانه تاثیر گذاشته و موجب بهبود عملکرد دانه گردیده است. این موضوع با نتایج تحقیقات جات و همکاران (۲۰۰۴) بر روی نخود و عزیزی و همکاران (۱۳۸۳) بر روی ریحان مطابقت دارد. اسید هیومیک نیز از

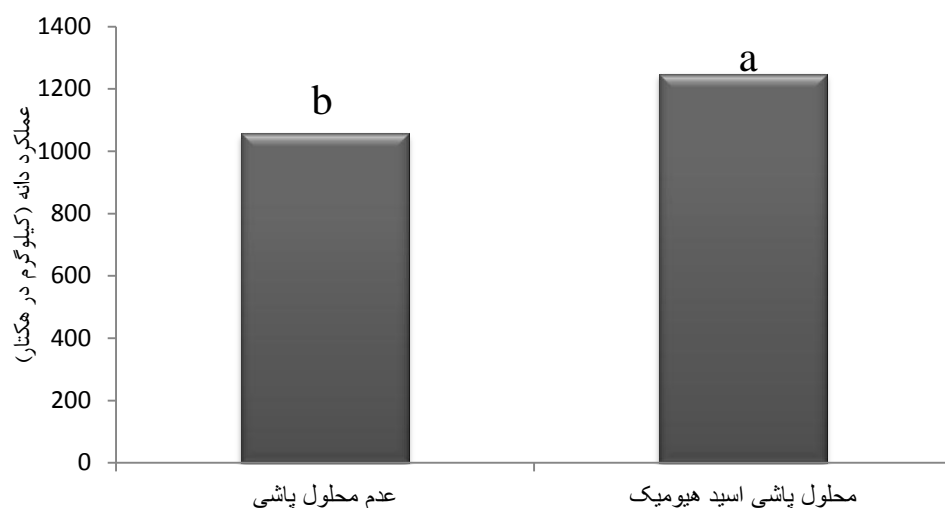
طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (ناردی و همکاران ۲۰۰۲). قربانی و همکاران نیز (۱۳۸۹) بیان کردند که اسید هیومیک سبب تداوم بافت‌های فتوسنتزی شده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد.



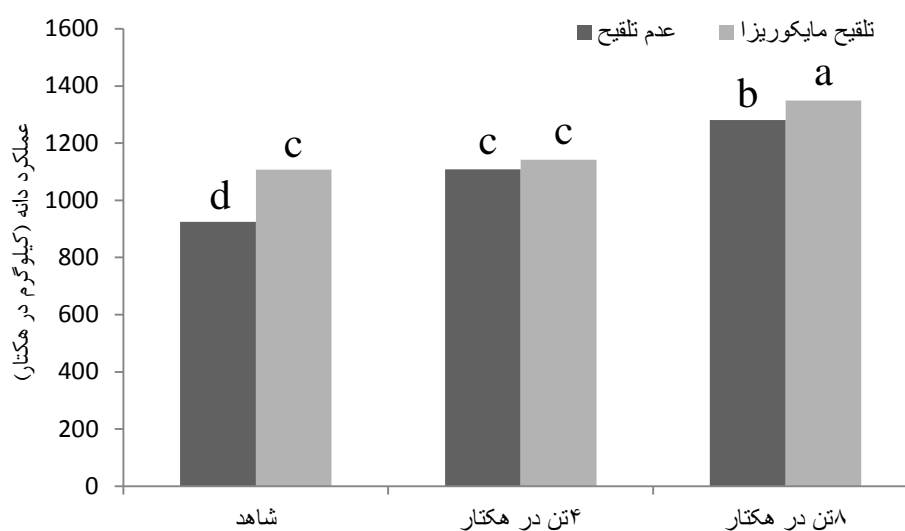
شکل ۴-۲۱ تاثیر تلقیح میکوریزا بر روی عملکرد دانه



شکل ۴-۲۲ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد دانه



شکل ۴-۲۳ اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر روی عملکرد دانه



شکل ۴-۲۴ اثر متقابل ورمی کمپوست در مایکوریزا بر عملکرد دانه

عملکرد بیولوژیک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲ پیوست) عملکرد بیولوژیکی به طور معنی داری توسط هر ۳ فاکتور اصلی تلقیح مایکوریزا، ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک در سطح یک درصد و اثرات ۳ جانبه در سطح ۵ درصد تحت تاثیر قرار گرفت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تلقیح مایکوریزا (۴۰۸۳/۲۲ کیلوگرم در هکتار) و عدم تلقیح (۳۳۵۷/۲۵ کیلوگرم در هکتار)

بر روی عملکرد بیولوژیک حدود ۲۰ درصد اختلاف وجود دارد (شکل ۴-۲۵). مقایسات میانگین ها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی عملکرد دانه تفاوت معنی داری وجود دارد به نحوی که کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۴۰۹۸ کیلوگرم در هکتار) نسبت به کاربرد ۴ تن (۳۸۱۲ کیلوگرم) و تیمار شاهد (۳۲۵۱ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب افزایش ۷/۵ و ۲۶ درصدی در عملکرد بیولوژیک نشان داد (شکل ۴-۲۶). مقایسات میانگین نشان داد که بین محلول پاشی اسید هیومیک و عدم محلول پاشی تفاوت معنی داری وجود دارد به طوری که عملکرد بیولوژیک در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۴۰۵۹.۵۱ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد (۳۳۸۰/۹۷ کیلوگرم در هکتار) ۲۰ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۲۷). مقایسات میانگین اثرات سه جانبه نیز نشان داد که ترکیب تیماری تلقیح مایکوریزایی و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید هیومیک (۴۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) برتری ۹۰ درصدی از نظر عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد (۲۴۶۳ کیلوگرم در هکتار) داشتند (شکل ۴-۲۸).

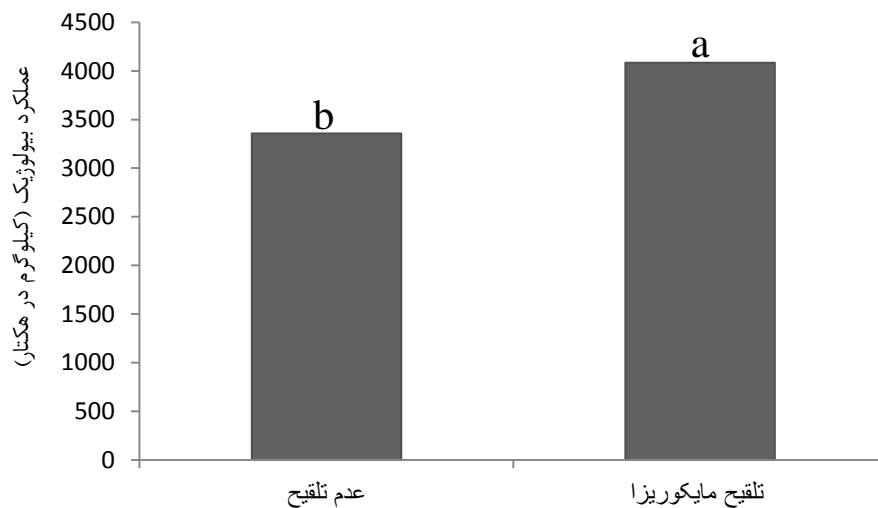
مایکوریزا از طریق بهبود میزان فتوسنتز و رشد، موجب افزایش بیوماس گیاهی و در نهایت عملکرد بیولوژیک می گردد. در همین زمینه کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) بر روی نعناع و کاپور (۲۰۰۲) بر روی شوید بیان کردند که کاربرد ورمی کمپوست و مایکوریزا باعث ایجاد تفاوت معنی داری نسبت به شاهد بر عملکرد بیولوژیکی می شود.

ورمی کمپوست نیز از طریق بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه موجبات رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را فراهم می کند. نتایج تحقیقات انوار و همکاران (۲۰۰۵) در مورد گیاه نعناع موید این مطلب بود که ورمی کمپوست باعث ایجاد تفاوت معنی داری بر عملکرد بیولوژیکی می شود.

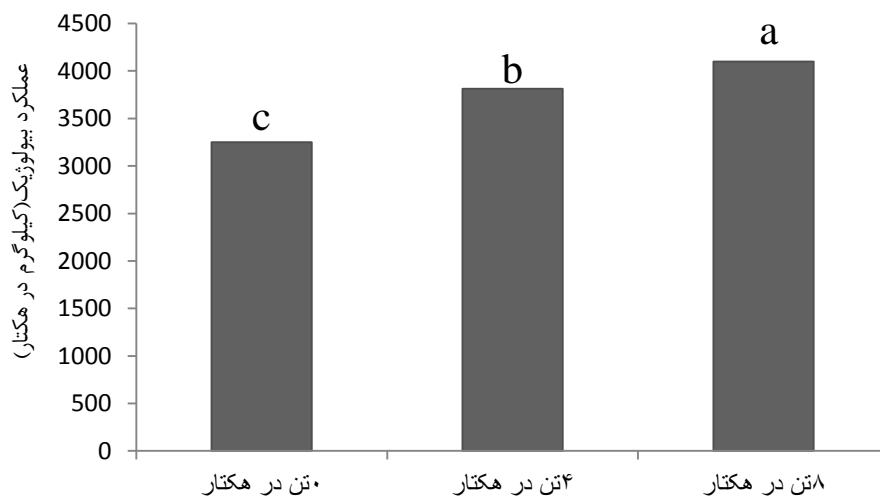
آیاس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و بالطبع افزایش عملکرد بیولوژیکی می شود. در طی تحقیقاتی مکویاک و

همکاران (۲۰۰۱) بر روی گیاه چمنی بنت گراس بیان کردند که مصرف اسید هیومیک باعث افزایش

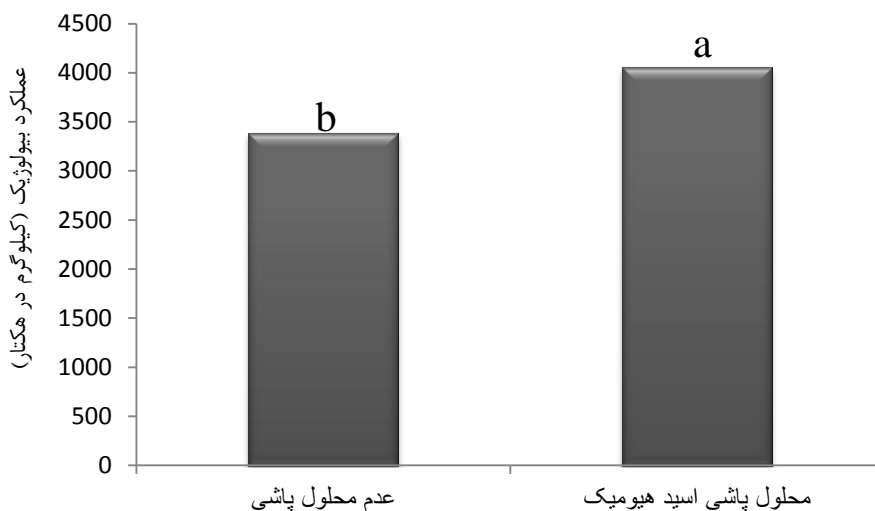
تجمع ماده خشک و عملکرد بیولوژیکی می گردد.



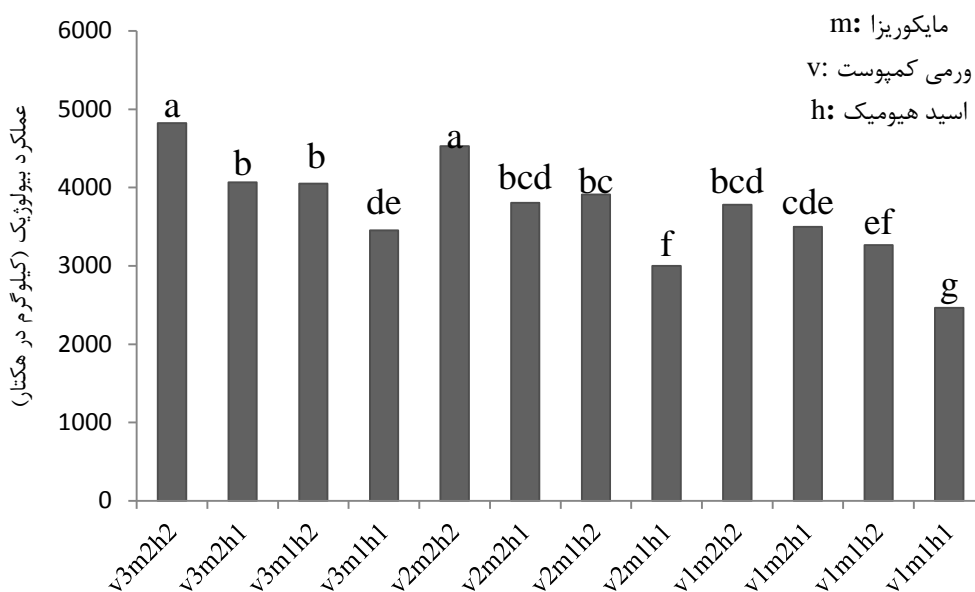
شکل ۴-۲۵ تاثیر مایکوریزا بر عملکرد بیولوژیک



شکل ۴-۲۶ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک



شکل ۴-۲۷ تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک

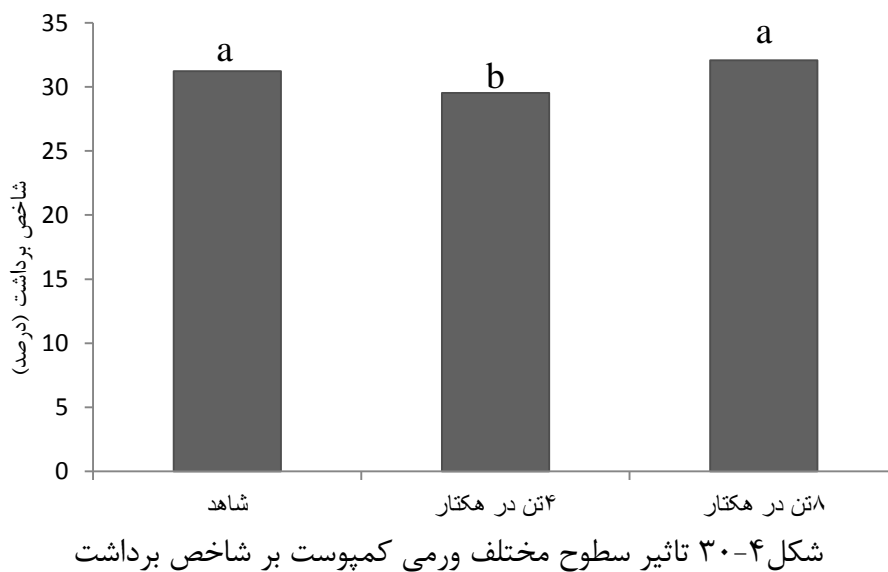
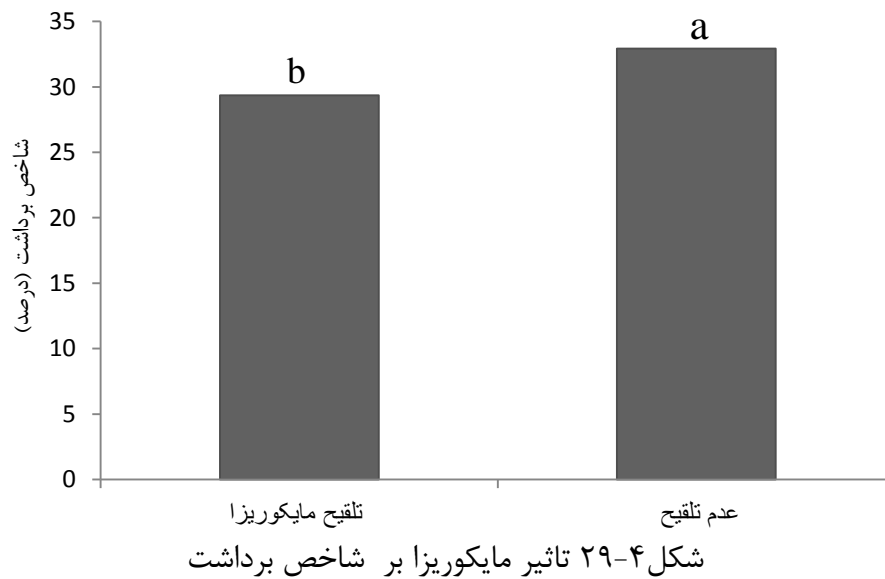


شکل ۴-۲۸ تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر روی عملکرد بیولوژیک

۴-۱-۷- شاخص برداشت

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲ پیوست) نشان داد که اثر دو فاکتور تلقیح مایکوریزایی و ورمی کمپوست بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. مقایسات میانگین تیمارها بر روی شاخص برداشت نشان داد که بین تلقیح مایکوریزایی (۲۹/۳۵ درصد) و عدم تلقیح (۳۲/۹۱ درصد) تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد به نحوی که شاخص برداشت در تلقیح با مایکوریزا (۲۹/۳۵) نسبت به عدم تلقیح (۳۲/۹۲)، کاهش معنی داری نشان داد (شکل ۴-۲۹) که این نتایج با

نتایج درزی و همکاران مطابقت داشت. در خصوص سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی شاخص برداشت تفاوت معنی داری مشاهده شد. شاخص برداشت در تیمار کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست نسبت به شاهد تفاوتی نشان نداد ولی کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و تیمار شاهد نسبت به کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست تفاوت معنی داری نشان داد؛ (شکل ۴-۳۰). به نظر می‌رسد که همزیستی میکوریزیایی از طریق بهبود رشد و افزایش عملکرد بیولوژیکی موجب کاهش در شاخص برداشت گردیده باشد.

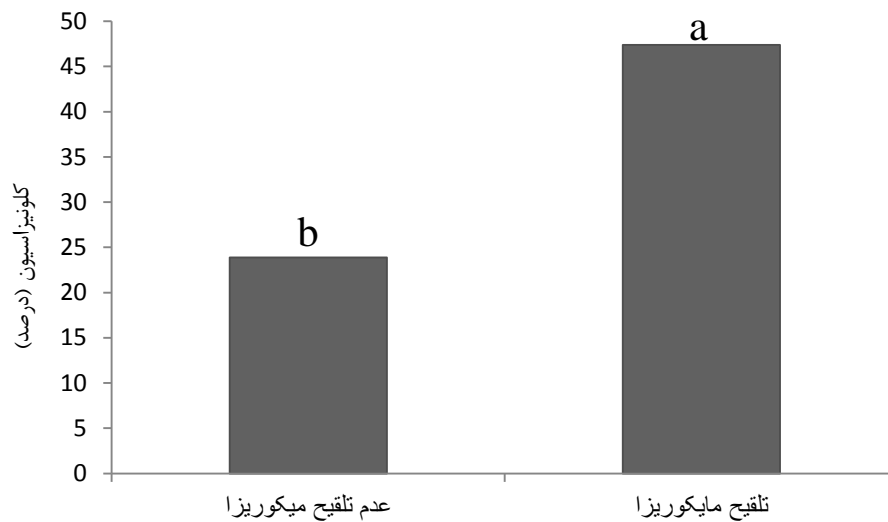


۴-۲- درصد کلونیزاسیون ریشه رازیانه

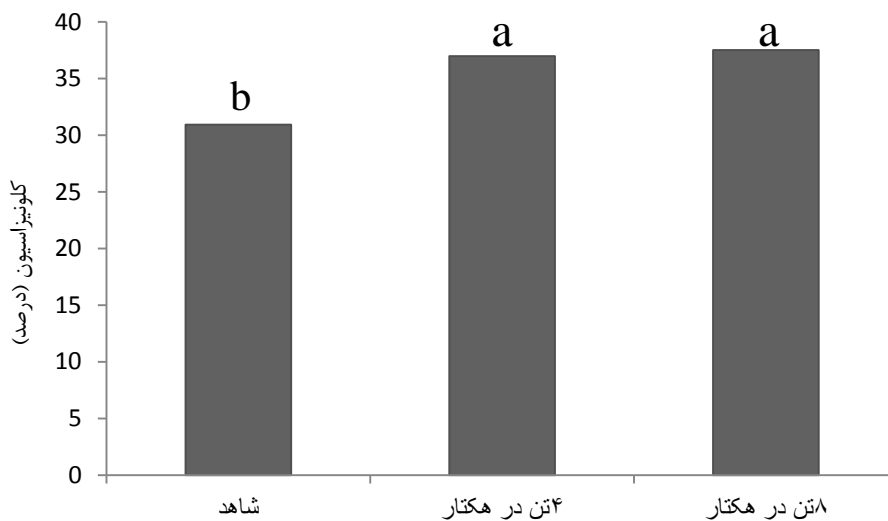
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۳ پیوست) بیانگر آن بود که اثرات اصلی دو فاکتور تلقیح مایکوریزا و ورمی کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر کلونیزاسیون ریشه معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح مایکوریزا با عدم تلقیح بر روی کلونیزاسیون ریشه تفاوت قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود به طوری که درصد همزیستی ریشه در تیمار تلقیح مایکوریزا (۴۷/۳۹ درصد) نسبت به شاهد (۲۳/۸۹ درصد) افزایش چشمگیری را نشان داد (شکل ۴-۳۱). می‌توان استنباط کرد که تلقیح مایکوریزایی، شرایط مناسبی برای بهبود درصد همزیستی ریشه در رازیانه فراهم آورد. در همین رابطه کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها مشاهده نمودند که درصد همزیستی ریشه رازیانه در تلقیح با دو گونه قارچ مایکوریزای به طرز چشمگیری بیشتر از تیمار عدم تلقیح بود. نتایج تحقیقات راتی و همکاران (۲۰۰۱) و آریاگادا و همکاران (۲۰۰۷) به ترتیب بر روی گیاهان دارویی علف لیمو و اوکالیپتوس نیز موید این مطلب بود که تلقیح ریشه این گیاهان با مایکوریزا باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری بر درصد کلونیزاسیون ریشه می‌شود. نتیجه تحقیقات کاپور و همکاران (۲۰۰۲) روی شوید و نوعی زیره مبین آن بود که تلقیح ریشه این دو گیاه با گونه‌های مختلف مایکوریزا، موجب افزایش بارز درصد همزیستی ریشه گردید. همچنین مقایسات میانگین تیمارها بر روی درصد کلونیزاسیون نشان داد که بین سطح مصرف ۴ تن ورمی کمپوست و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست از نظر درجه کلونیزاسیون تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد؛ ولی بین سطح ۴ تن ورمی کمپوست و ۸ تن با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری که همزیستی ریشه در کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۳۷/۵۲ درصد) و همزیستی در سطح ۴ تن ورمی کمپوست (۳۶/۹۷) نسبت به شاهد (۳۰/۹۴) افزایش نشان دادند (شکل ۴-۳۲). عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست از طریق تحریک رشد ریشه رازیانه، موجب بهبود درصد همزیستی ریشه با مایکوریزا شده است. این موضوع در نتیجه تحقیق کیل و همکاران (۱۹۸۷) روی گیاه دارویی مریم گلی نیز قابل

مشاهده است. شیواپوترا و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند که مصرف ورمی کمپوست تحت شرایط

گلخانه بر روی گیاه خریزه درختی سبب بهبود قابل ملاحظه درصد همزیستی ریشه شد.



شکل ۳۱-۴ تاثیر قارچ میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون



شکل ۳۲-۴ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر درصد کلونیزاسیون

۳-۴- اثر کودهای آلی و بیولوژیک بر کمیت و کیفیت اسانس رازیانه

۳-۴-۱- درصد و عملکرد اسانس

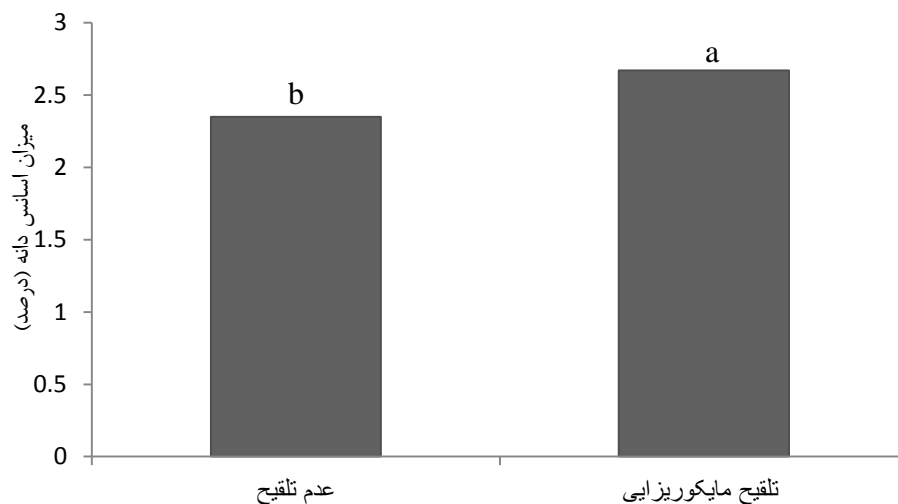
با توجه به نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (۳-۴ پیوست) اثر هر سه فاکتور اصلی تلقیح مایکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک و اثر متقابل مایکوریزا و ورمی کمپوست و نیز اثر متقابل سه جانبه بر درصد اسانس دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها بر درصد اسانس دانه نشان داد که تیمار تلقیح مایکوریزا (۲/۶۷ درصد) نسبت به شاهد (۲/۳۵ درصد) افزایش چشمگیری را نشان داد (شکل ۴-۳۳). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی داری بر روی درصد اسانس دانه بین سطوح مختلف ورمی کمپوست بود بطوری که درصد اسانس دانه در کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۲/۸۳ درصد) در مقایسه با شاهد (۲/۱۵ درصد) و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست (۲/۵۴ درصد) افزایش معنی داری نشان داد (شکل ۴-۳۴). همچنین مقایسات میانگین‌ها تفاوت معنی داری را بین محلول پاشی و عدم محلول پاشی بر روی درصد اسانس دانه نشان دادند به نحوی که میزان اسانس دانه در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۲/۶۰ درصد) نسبت به تیمار شاهد (۲/۴۲ درصد) افزایش نشان داد (شکل ۴-۳۵). مقایسه میانگین اثر متقابل دو فاکتور ورمی کمپوست و مایکوریزا نیز اختلاف معنی داری نشان داد به طوری که میزان اسانس در دانه در ترکیب تیماری تلقیح مایکوریزا و سطح سوم ورمی کمپوست (۳/۰۹ درصد) نسبت به ترکیب تیماری عدم مصرف ورمی کمپوست و عدم تلقیح مایکوریزا (۲/۱۱ درصد) افزایش معنی داری نشان داد (شکل ۴-۳۶). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه جانبه نیز اختلاف معنی داری را نشان دادند به صورتی که میزان اسانس دانه در تیمار شامل تلقیح مایکوریزا و محلول پاشی اسید هیومیک و مصرف ۸ تن در

هکتار ورمی کمپوست (۳/۰۹ درصد) برتری معنی داری را نسبت به تیمار شاهد (۱/۹۹ درصد) داشت (شکل ۴-۳۷).

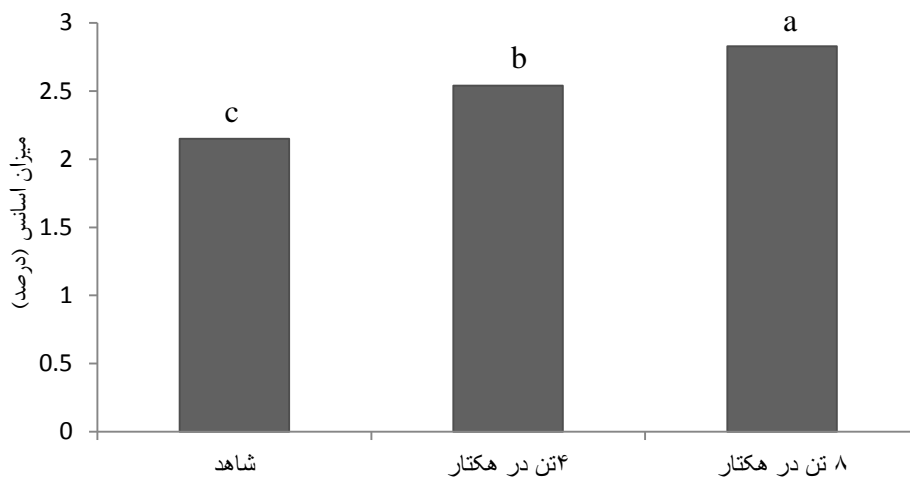
افزایش مقادیر ورمی کمپوست از طریق فراهمی جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزاء متشکله اسانس گیاه رازیانه است باعث افزایش میزان اسانس شد. نتایج تحقیق درزی و همکاران (۱۳۸۷) مویذ آن است که کاربرد ورمی کمپوست در سطوح مختلف باعث افزایش درصد اسانس در رازیانه شد. همچنین نتایج تحقیقات دیگر نیز حاکی از افزایش میزان اسانس و بهبود کیفیت اسانس ریحان (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۳) و بابونه رومی (لایوس و پانک، ۲۰۰۵) در اثر کاربرد ورمی کمپوست بوده است. در بررسی که درزی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی کاربرد کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون پرداختند گزارش کردند که ورمی کمپوست باعث افزایش چشمگیر درصد اسانس دانه شد. در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر روی گیاه دارویی ریحان صورت گرفت، انوار و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که مصرف ۵ تن ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی برتری محسوسی از نظر میزان اسانس نسبت به شاهد داشت. آنها اظهار داشتند که افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش دسترسی به عناصر معدنی و در نهایت بهبود میزان اسانس را نیز فراهم آورده است.

در تفسیر نتیجه حاصل از بهبود میزان اسانس در اثر مصرف مایه تلقیح میکوریزایی، می توان اظهار داشت از آنجایی که اسانسها ترکیبهای ترپنوئیدی بوده که واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات (IPP) و دی متیل آلایل پیروفسفات (DMAPP) نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبهای اخیر ضروری می باشد (لومیس و کورتیو؛ ۱۹۸۷) از این رو همزیستی میکوریزایی از طریق جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه رازیانه، موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی شد. این موضوع با نتیجه تحقیق کاپور و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. در همین خصوص در

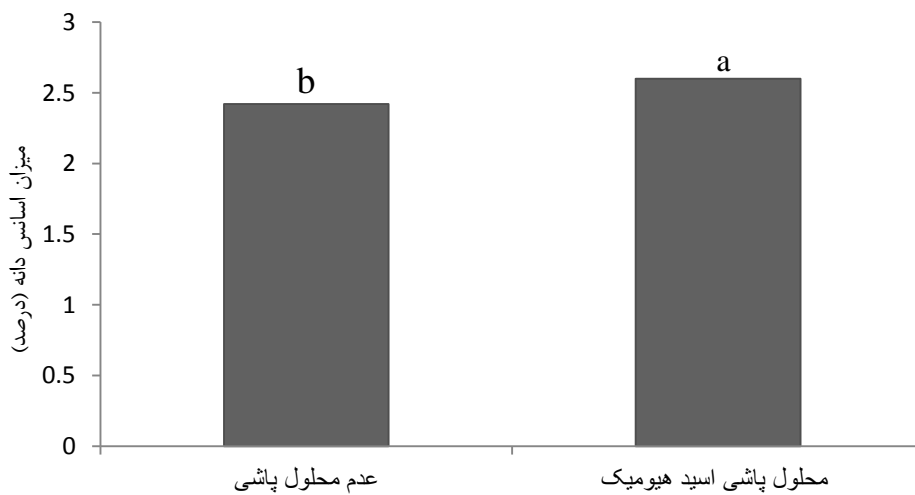
مطالعه دیگری که روی گیاه دارویی نعناع انجام گرفت گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع با گونه‌ای قارچ به طور قابل ملاحظه‌ای میزان اسانس را افزایش داد. آن‌ها دریافتند که همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه نعناع از طریق افزایش جذب آب و عناصر پر مصرف در بهبود میزان اسانس مؤثر بوده است. در همین رابطه در تحقیقی انجام شده بر روی گیاه دارویی گشنیز مشاهده شد که همزیستی میکوریزایی ریشه گیاه سبب افزایش چشمگیر میزان اسانس در دانه میشود (کاپور و همکاران ۲۰۰۲). اسید هیومیک بعنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی می‌تواند از طریق اثرات هورمونی، بهبود جذب عناصر غذایی و کلات کنندگی عناصر و جلوگیری از آبشویی عناصر و در اختیار گذاشتن این عناصر برای گیاه سبب افزایش میزان اسانس دانه شود.



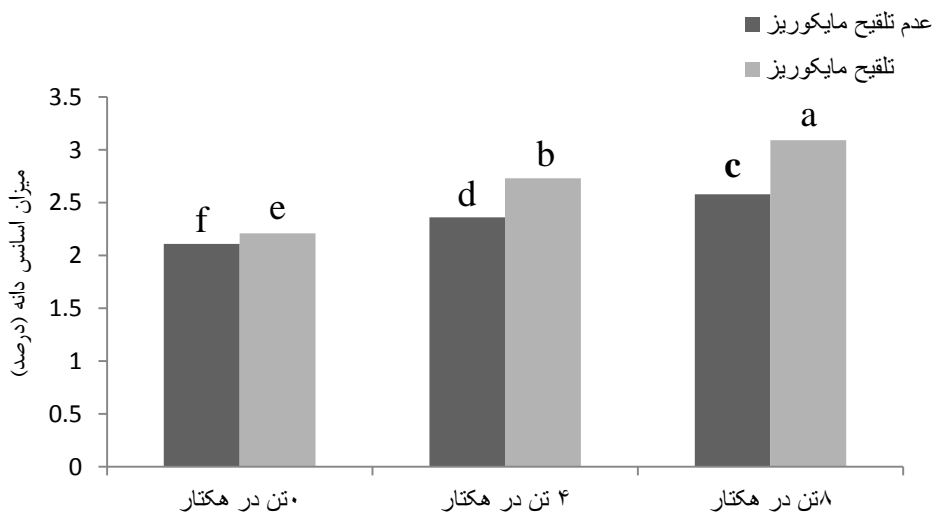
شکل ۴-۳۳ تاثیر میکوریزا بر میزان اسانس دانه



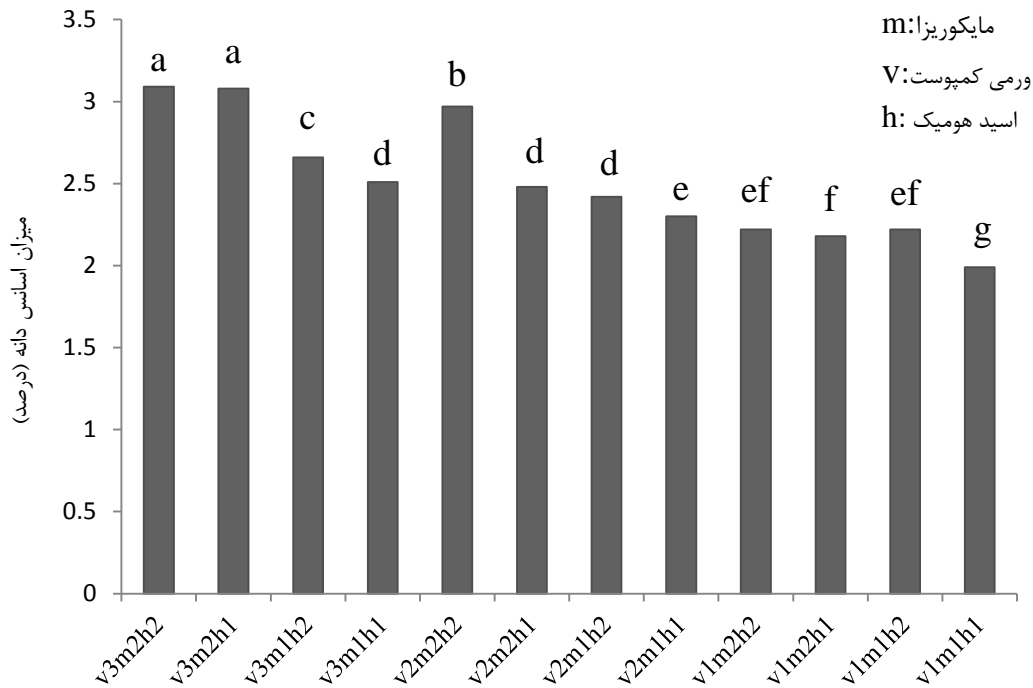
شکل ۳۴-۴ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میزان اسانس دانه



شکل ۳۵-۴ تاثیر اسید هیومیک بر میزان اسانس دانه



شکل ۳۶-۴ اثر متقابل ورمی کمپوست در مایکوریزا



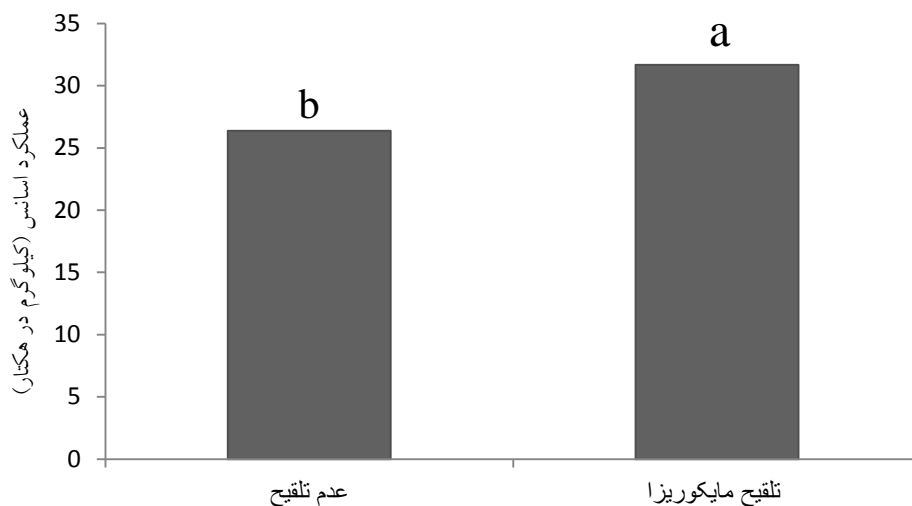
شکل ۴-۳۷ تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر روی میزان اسانس دانه

عملکرد اسانس

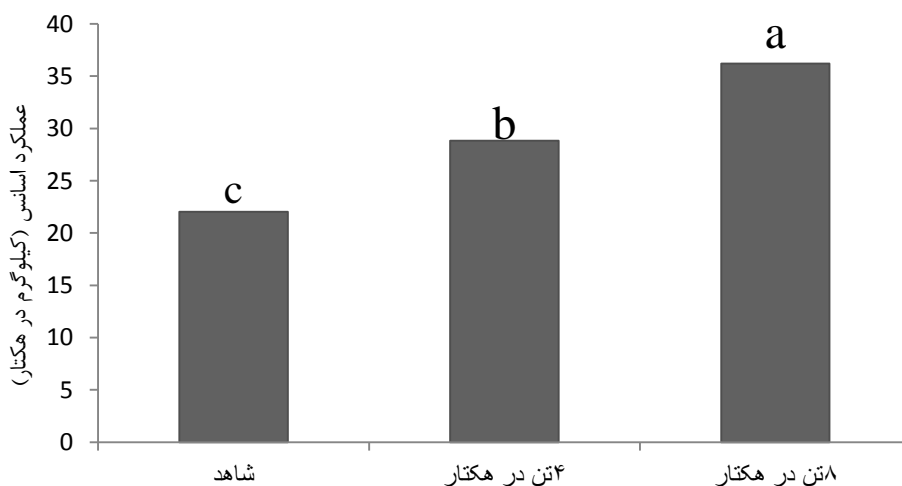
باتوجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (۳-۴ پیوست) اثر هر سه فاکتور تلقیح مایکوریزایی، ورمی کمپوست و اسید هیومیک و نیز اثر متقابل سه جانبه آنها بر میزان عملکرد اسانس دانه (کیلوگرم در هکتار) در سطح یک درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تلقیح مایکوریزایی (۳۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و عدم تلقیح (۲۶/۳۸ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی داری وجود دارد به نحوی که عملکرد اسانس در تلقیح مایکوریزایی حدود ۲۰ درصد بیشتر از عدم تلقیح بود (شکل ۴-۳۸). مقایسات میانگین نشان دهنده وجود اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی عملکرد اسانس دانه بود، به طوری که عملکرد اسانس در کاربرد ۸ تن در هکتار ورمی کمپوست (۳۶/۲۲ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با سطح شاهد (۲۲/۰۴ کیلوگرم در هکتار) و کاربرد ۴ تن در هکتار (۲۸/۸۲ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب افزایش ۶۴ و ۲۵ درصد را نشان داد (شکل ۴-۳۹).

مقایسات میانگین تفاوت قابل ملاحظه‌ای را بین سطح محلول پاشی و عدم محلول پاشی بر روی عملکرد اسانس دانه نشان داد به نحوی که عملکرد اسانس دانه در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک (۳۱/۹۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به عدم محلول پاشی (۲۶/۱۱ کیلوگرم در هکتار) ۲۲ درصد بیشتر بود (شکل ۴-۴۰). مقایسات میانگین اثر سه جانبه تفاوت معنی‌داری را بر روی عملکرد اسانس دانه نشان داد به نحوی که عملکرد اسانس دانه در تیمار کودی شامل کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا و محلول پاشی اسید هیومیک (۴۰/۰۷ کیلوگرم در هکتار) حدود ۳۶ درصد بیشتر از تیمار کودی کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و عدم تلقیح مایکوریزا و عدم محلول پاشی (۲۹/۲۹ کیلوگرم در هکتار) بود ولی با تیمار کودی کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا و عدم محلول پاشی اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری نداشت (۴-۴۱). نتایج صالحی و همکاران (۱۳۸۹) نشان می‌دهد که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌داری بر عملکرد گل، درصد اسانس و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه می‌شود. نتایج بدست آمده از این تحقیق مبنی بر افزایش درصد اسانس در راستای کاربرد ورمی کمپوست با نتایج محققان دیگر بر روی رازیانه، بابونه رومی و ریحان مطابقت دارد (درزی و همکاران، ۲۰۰۶؛ انوار و همکاران، ۲۰۰۵ و لایوس و پانک، ۲۰۰۵). در بررسی که توکلی دینانی (۱۳۸۸) بر روی گیاه شوید انجام داد کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش چشمگیر درصد اسانس، عملکرد بذر و به دنبال آن عملکرد اسانس شد.

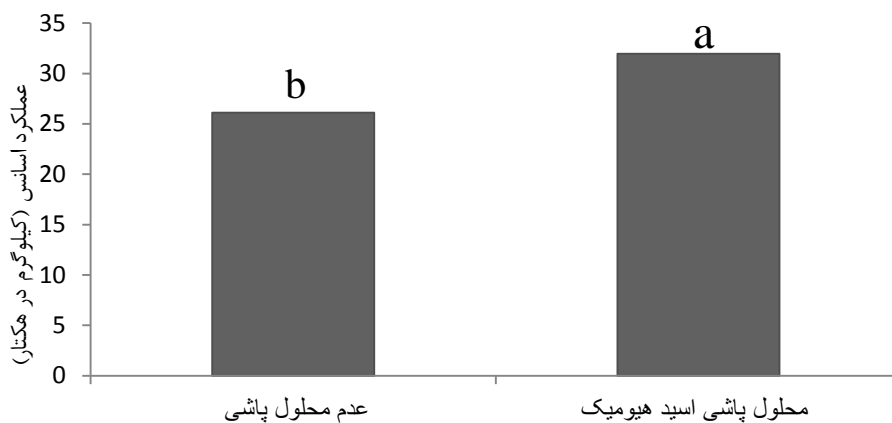
بین عملکرد دانه و عملکرد اسانس همبستگی مثبت مشاهده شد که می‌توان آن را در رابطه با اثر مستقیم وزن دانه در بوته با عملکرد نهایی اسانس گیاه دانست (شکل ۴-۴۲).



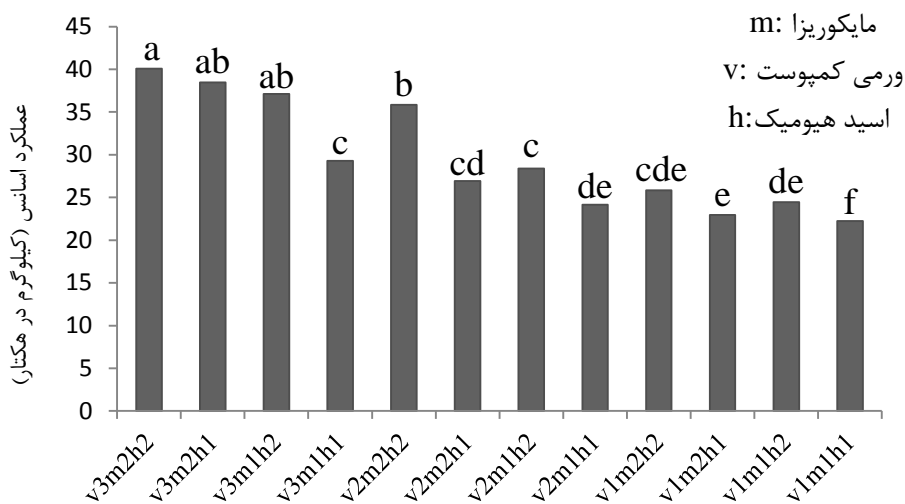
شکل (۴-۳۸) تاثیر قارچ مایکوریزا بر عملکرد اسانس



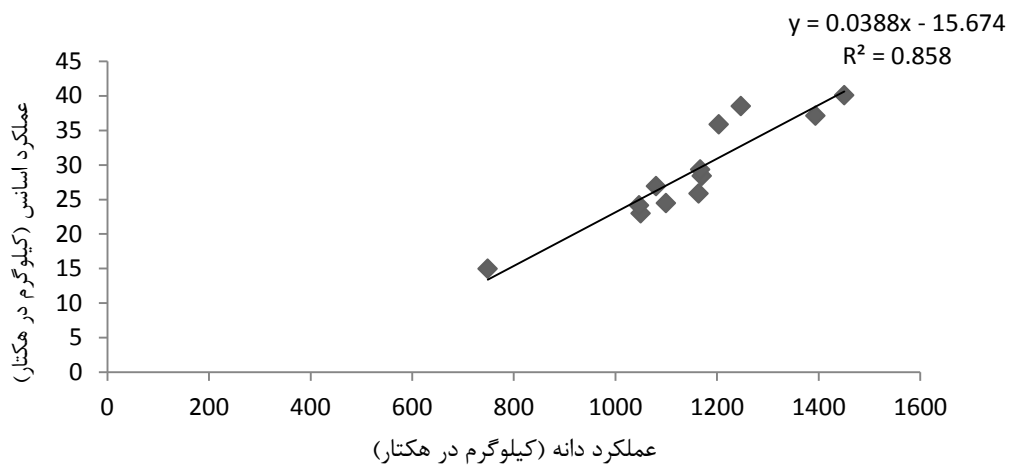
شکل (۴-۳۹) تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد اسانس



شکل ۴-۴۰ تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد اسانس



شکل ۴-۴۱ تاثیر تیمار مختلف کودی بر عملکرد اسانس



شکل ۴-۴۲ رابطه بین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) گیاه رازیانه

جدول ۴-۱ درصد ترکیبات موجود در اسانس گیاه رازیانه تحت تیمار های مختلف کودی

تیمار	درصد اسانس	میزان آنتول اسانس(درصد)	میزان استراگول اسانس(درصد)	میزان فنکون اسانس(درصد)	میزان لیمونن اسانس(درصد)
V1m1h1	۱/۹۹	۶۴/۲۴	۶/۵۴	۱۲/۲۱	۵/۵۲
V1m1h2	۲/۲۲	۶۵/۶۶	۶/۰۲	۱۱/۱۲	۴/۸۲
V1m2h1	۲/۱۸	۶۹/۷۸	۴/۵۲	۱۰/۰۸	۴/۶۰
V1m2h2	۲/۲۲	۷۰/۲۲	۴/۵۸	۱۰/۰۲	۴/۴۳
V2m1h1	۲/۳۰	۶۷/۲۰	۵/۰۸	۱۱/۲۱	۵/۱۲
V2m2h2	۲/۴۲	۶۹/۶۸	۴/۵۹	۱۱/۰۵	۵/۲۰
V2m1h1	۲/۴۸	۷۰/۲۰	۳/۶۵	۹/۶۸	۳/۰۲
V2m1h2	۲/۹۷	۷۳/۳۲	۳/۸۸	۹/۶۵	۳/۰۸
V3m1h1	۲/۵۱	۶۹/۷۲	۴/۷۸	۱۱/۰۸	۴/۹۵
V3m1h2	۲/۶۶	۷۰/۲۲	۳/۸۳	۱۱/۴۵	۳/۵۵
V3m2h1	۳/۰۸	۷۴/۲۰	۳/۵۱	۹/۰۸	۳/۰۵
V3m2h2	۳/۰۹	۷۵/۸۹	۳/۲۲	۸/۲۳	۳/۰۱

* ۱- ورمی کمپوست در ۳ سطح v1 (صفر تن در هکتار) v2 (۴تن در هکتار) و v3 (۸ تن در هکتار)، مایکوریزا در ۲ سطح m1 (عدم تلقیح

مایکوریزا) و m2 (تلقیح مایکوریزا) و اسید هیومیک نیز در ۲ سطح h1 (محلول پاشی اسید هیومیک) و h2 (عدم محلول پاشی).

* هر یک از میانگین های جدول از میانگین ۳ تکرار حاصل آمده اند.

۴-۳-۲- میزان آنتول در اسانس

نتایج حاصل از کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) اسانس رازیانه نشان داد که آنتول موجود در اسانس نسبت به بقیه ترکیبات سهم بیشتری را در کلیه تیمار های کودی به خود اختصاص داد (جدول ۴-۱). میزان آنتول در اسانس تحت تاثیر تیمارهای کودی اعمال شده نسبت به شاهد از درصد بالاتری برخوردار بود به طوری که کمترین میزان آنتول (۶۴/۲۴٪) و بیشترین میزان افزایش آنتول نیز در تیمار کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست، و تلقیح مایکوریزا و محلول پاشی اسید هیومیک (۷۵/۸۹٪) بدست آمد (جدول ۴-۱). درزی و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند که کودهای زیستی و آلی باعث افزایش کیفیت اسانس و افزایش آنتول گیاه دارویی رازیانه می شود که دلیل آن را مهیا شدن شرایط مطلوب غذایی توسط کودهای زیستی بیان کردند. مقدار آنتول بیشتر در اسانس رازیانه، نشان دهنده کیفیت مطلوب اسانس این گیاه دارویی است و به نظر می رسد که همزیستی مایکوریزایی از طریق تاثیر بر جذب عناصر مناسب غذایی و بهره گیری مطلوب فاکتورهای رشدی توسط رازیانه، موجب افزایش میزان آنتول در اسانس می شود. در همین زمینه کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها نشان دادند که همزیستی ریشه گیاه دارویی رازیانه با دو گونه از قارچهای مایکوریزا موجب بهبود میزان آنتول در اسانس شد. در پژوهش دیگری که در آن به ارزیابی اثر قارچهای مایکوریزا بر روی کیفیت اسانس گیاه دارویی گشنیز پرداخته شده بود، مشخص شد که تلقیح مایکوریزایی این گیاهان، سبب بهبود بارز کیفیت اسانس گردید به نحوی که مقادیر اجزاء مهمی چون ژرانیول و لینالول در ترکیب اسانس به طور چشمگیری نسبت به شاهد افزایش یافت از آنجایی که در پژوهش مذکور غلظت فسفر در گیاه نیز افزایش یافته بود. بنابراین محققان بهبود کیفیت اسانس را نیز به بهبود جذب فسفر مرتبط دانستند. نتایج تحقیقات سایر محققان نیز بیانگر آن بود که همزیستی مایکوریزایی موجب بهبود کیفیت اسانس در گیاهان دارویی می شود. از آنجایی که ورمی کمپوست غنی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف بوده و در بهبود فرآیندهای حیاتی خاک نیز نقش موثری ایفا می کند بنابراین مصرف آن می تواند موجب افزایش

بیوماس گیاهی و تسریع در گلدهی شود (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴) و این مسئله ضمن مهیا کردن زمان مناسب برای رسیدگی مطلوب دانه رازیانه، می‌تواند سبب بهبود کیفیت اسانس آن نیز شود. یافته‌های انوار و همکاران (۲۰۰۵) بر روی ریحان با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. آن‌ها در پژوهش خود نشان دادند که مصرف ورمی کمپوست برتری بارزی از نظر کیفیت اسانس نسبت به کنترل داشت، به طوری که مقادیر لینالول و متیل کاپیکول موجود در اسانس به نحو محسوسی بیشتر بود. نتیجه بدست آمده از مقایسه بین تیمارهای کود زیستی و شاهد مؤید این است که کاربرد تیمارهای مطلوب کود زیستی، می‌تواند عناصر غذایی لازم پر مصرف و کم مصرف را در مراحل مختلف رشد در اختیار گیاه رازیانه قرار دهد و منجر به افزایش کیفیت اسانس یعنی میزان آنتول شود. سایر محققان نیز بهبود در کیفیت اسانس گیاهان دارویی را به کمک مصرف کودهای زیستی و آلی، تأیید می‌نمایند (اکبری نیا، ۱۳۸۲، شریفی عاشورآبادی و همکاران ۱۳۸۱).

۴-۳-۳- میزان استراگول در اسانس

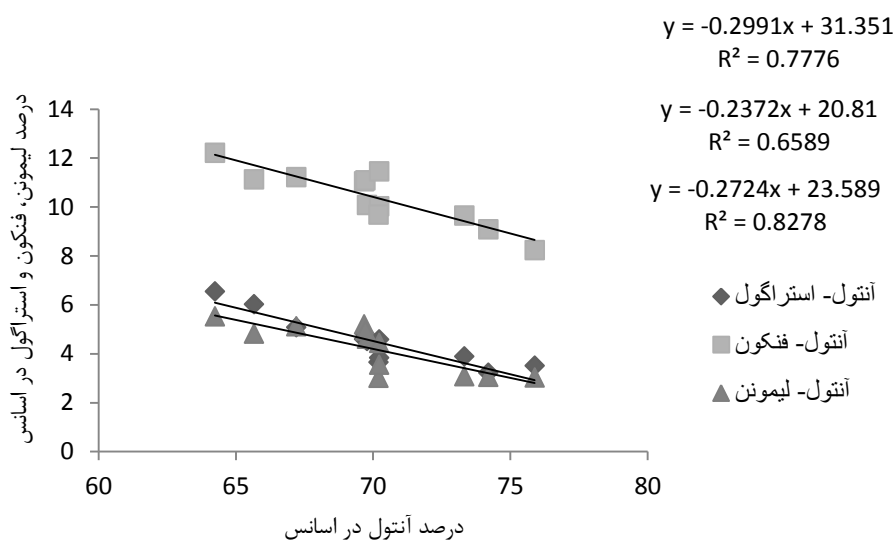
کلیه تیمارهای کودی آزمایش میزان استراگول را نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند (جدول ۴-۱). در بین تیمارهای کودی، تیمار کودی شامل کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا و عدم محلول پاشی اسید هیومیک و تیمار شاهد به ترتیب کمترین و بیشترین میزان استراگول را دارا بودند (جدول ۴-۱). از آنجایی که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی بوده و واحد‌های سازنده آنها ایزوترپنوئیدها نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری مانند نیتروژن برای تشکیل ترکیبات اخیر لازم است (درزی و همکاران ۱۳۸۷) در نتیجه می‌توان گفت که تیمارهای کودی مورد آزمایش با بهبود میزان این عناصر نسبت به شاهد باعث بهبود میزان آنتول اسانس شدند، از سوی دیگر افزایش در میزان این ترکیب باعث کاهش در ترکیبات دیگر از قبیل استراگول شد (شکل ۴-۴۳).

۴-۳-۴- میزان فنکون در اسانس

در بین تیمارهای کودی تیمار شاهد بیشترین و تیمار کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا و محلول پاشی اسید هیومیک کمترین میزان فنکون را داشتند (جدول ۴-۱). به نظر می‌رسد که همزیستی مایکوریزایی از طریق بهبود میزان آنتول رازیانه، سبب کاهش میزان فنکون در اسانس آن می‌شود. نتیجه پژوهش با تحقیقات کاپور و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. در تحقیقاتی که بر روی سایر گیاهان دارویی انجام گرفته است نیز نتایج مشابهی حاصل شد. در همین زمینه در مطالعه ای بر روی دو گیاه دارویی شوید و نوعی زیره، مشاهده شد که همزیستی ریشه این دو گیاه با قارچ‌های مایکوریزا سبب کاهش چشمگیر میزان دیل آپپول در اسانس گیاه شوید و میزان پاراسیمن در اسانس گیاه زیره در مقایسه با شاهد گردید (کاپور و همکاران ۲۰۰۲). نتایج برخی تحقیقات مبین آن است که مصرف کود های زیستی و آلی موجب تقلیل فنکون در اسانس رازیانه می‌گردد (شریفی عاشور آبادی ۱۳۸۱ و کاپور و همکاران ۲۰۰۴).

۴-۳-۵- میزان لیمونن در اسانس

در بین تیمار های کودی، تیمار شاهد بیشترین و تیمار سطح سوم ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا و محلول پاشی اسید هیومیک کمترین میزان لیمونن را داشتند (جدول ۴-۱). همانطور که در شکل (۴-۴) مشاهده می‌شود با افزایش میزان آنتول در اسانس، درصد لیمونن در آن کاهش می‌یابد درزی و همکاران (۱۳۸۷) با مطالعه اثر کودهای زیستی بر ترکیبات اسانس رازیانه گزارش کردند که کاربرد مایکوریزا، ورمی کمپوست و تلفیق آنها با افزایش در میزان آنتول باعث کاهش میزان لیمونن در اسانس این گیاه شد. تیمارهای کودی بکار رفته از طرفی فراهمی عناصر غذایی گیاه رازیانه را افزایش داده و از سوی دیگر با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، دسترسی به عناصر معدنی و در نهایت میزان آنتول را افزایش داد، که این افزایش در میزان آنتول باعث کاهش در میزان لیمونن شد.



شکل ۴-۴۳ رابطه بین آنتول و دیگر ترکیبات (فنکون، استراگول و لیمونن) موجود در اسانس دانه گیاه رازیانه

نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که عملکرد و اجزا عملکرد گیاه رازیانه به طور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفتند. به طوریکه تیمار کودی مصرف ۸ تن در هکتار ورمی کمپوست و تلقیح مایکوریزا و محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار صفاتی از قبیل ارتفاع، عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس نسبت به شاهد (بدون کود) شد. کودهای آلی با دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت های شبه هورمونی گیاه، تامین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه ضمن بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک باعث بهبود کمیت و کیفیت گیاهان می شوند. با توجه به اینکه اسانس نیز جزئی از اجزای کیفی گیاه محسوب می شود این طور به نظر می رسد که کودهای آلی و زیستی در این آزمایش باعث افزایش میزان آنتول شد و این خود باعث کاهش ترکیبات فنکون، لیمونن و استراگول موجود در اسانس شد. همچنین نتایج این تحقیق می تواند موید نقش کودهای آلی چون ورمی کمپوست بر افزایش پایداری و حفاظت از خاک و همچنین افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی پر مصرف و کم

مصرف و تاثیر آن در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه رازیانه باشد. این کود زیستی همچنین دارای ترکیبات گوناگون چون هیومیک اسید و هورمون ها بوده که می تواند باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شود. به نظر می رسد که تلفیق ورمی کمپوست و مایکوریزا با تاثیر بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث بهبود شرایط رشد گیاه رازیانه شد. با توجه به اهمیت حفاظت و نگهداری خاک و جلوگیری از آلودگی های زیست محیطی و در عین حال افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه و به دنبال آن افزایش عملکرد و اجزا عملکرد، ورمی کمپوست می تواند جایگزین بخش عمده ای از کودهای شیمیایی مورد نیاز گیاه گردد. کیفیت اسانس در گیاه رازیانه به عوامل مختلف محیطی، ژنتیکی و تغذیه ای بستگی دارد به همین منظور نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه می باشد از آنجایی که ترکیبات موجود در گیاهان دارویی از جمله رازیانه به منظور ساخت داروها استفاده می گردد و در ارتباط مستقیم با سلامت انسان می باشد لذا کاربرد کودهای زیستی در تولید گیاهان دارویی می تواند به سلامت انسان و جامعه کمک کند. با توجه به نتایج بدست آمده بدون تردید کاربرد کودهای آلی و زیستی به خصوص در خاک های فقیر علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک و حفظ کیفیت خاک و افزایش مواد آلی خاک دارد از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثر ثمر می باشد و باعث تولید مواد دارویی سالم و طبیعی می شود.

رهنمود طرح های آتی

- انجام طرح‌های به زراعی و به نژادی به منظور بالا بردن میزان ماده موثره و کیفیت اسانس در گیاه دارویی رازیانه
- بررسی کمیت و کیفیت اسانس رازیانه در مناطق کشت آن در ایران برای آگاهی از پتانسیل و قابلیت های این گیاه در کشورمان جهت استفاده از ترکیبات آنها در صنایع داخلی و صادرات
- به کار گیری گونه‌های دیگر مایکوریزا و مقادیر متفاوت ورمی کمپوست و اسید هیومیک برای بدست آوردن نتایج بهتر در میزان ماده موثره‌ی گیاه رازیانه
- کاربرد همزمان ورمی کمپوست و نسبت های مختلف کودهای شیمیایی و مصرف همزمان اسید هیومیک و نسبت های مختلف کودهای شیمیایی و مقایسه نتایج آنها.

پیوست ها

اجزا تشکیل دهنده دستگاه کلونجر:

ظرف تقطیر یا تانک:

محل قرار گیری نمونه های گیاهی و برخورد آب با نمونه و تبخیر اسانس است، ظرف مستقیماً روی حرارت قرار می گیرد. حضور آب باعث جدا شدن روغن اسانس بوسیله تقطیر می شود. با افزایش تدریجی درجه حرارت، ابتدا اجزاء فراری از روغن اسانس که پایین ترین نقطه جوش را دارند تبخیر شده و کم کم اجزاء با نقطه جوش بالاتر تبخیر شده و به همراه بخار آب منتقل می شوند. گیاه یا بذر و آب به عنوان حمل کننده اسانس، در داخل تانک قرار گرفته، پس از بسته شدن درب ظرف، حرارت دهی آغاز می شود. در انتهای این ظرف گردنه لوله مانندی، بخار را به سمت مبرد هدایت می کند. گردنه با خروجی ظرف تقطیر کمی انحنا داشته و سپس با شیب ملایمی به مبرد وصل می شود. برای جلوگیری از بازگشت بخارات سرد شده در گردنه به ظرف تقطیر، حتماً باید این قسمت ظرف عایق بندی شود.

مبرد (خنک کننده):

دومین جزء دستگاه تقطیر مبرد است که وظیفه مایع کردن بخار آب و بخار روغن اسانسی را بر عهده دارد. عمل خنک شدن به کمک آبی که در اطراف لوله های مبرد جریان دارد انجام می شود.

لازم است مبرد تا حد امکان طویل باشد تا بخارات مدت بیشتری در معرض آب قرار گیرند و حرارت بیشتری از دست دهند حاصل تقطیر به صورت مایع از انتهای مبرد خارج میشود.

جدا کننده اسانس:

حاصل تقطیر، که آب و اسانس است وارد دکانتور یا جدا کننده شده و به دلیل اختلاف در وزن مخصوص به صورت دولایه مجزا قرار می گیرد. اکثر اسانس ها وزن مخصوص بیشتر از ۱ دارند و در کف آب قرار می گیرند. به این ترتیب روغن اسانسی به طور مکانیکی از آب جدا میشود. در خروجی مبرد مایع سرد شده جمع آوری می شود. با قرارگیری بذور گیاه درون دستگاه تقطیر و حضور مقدار کافی آب به تدریج با اعمال حرارت مخلوط به جوش آمده و با تاثیر آب داغ، روغن اسانسی از درون غده های اسانس در بافت گیاه بیرون می آید. از مزایای این روش آن است که چون یک مایع دو فازی هتروژن در دمایی می جوشد که همیشه پایین تر از نقطه جوش هر جزء تشکیل دهنده آن است لذا به همین دلیل است که در تبخیر آبی برای جدا کردن روغن اسانسی از گیاه معطر، جوشاندن مخلوط آب و گیاه معطر، دما همیشه پایین تر از دمای جوش آب باقی می ماند و تخریب روغن های اسانسی در دمای بالا اتفاق نمی افتد و از اشکالات این روش آن است که روغن های اسانس شامل اجزاء فراری هستند که کم و بیش به حرارت حساسند. بنابراین جای شک وجود دارد که آیا تمام اجزاء فرار موجود در بذور گیاه زنده توسط تقطیر جدا شده یا نه. تقطیر ترکیبات روغن تنها به ترتیب نقطه جوش آنها صورت نمی گیرد بلکه درجه حلالیت در آب نیز نقش تعیین کننده دارد.

جدول تجزیه واریانس برخی صفات ۴- ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر مایکوریزا، ورمی کمپوست و

محلول پاشی اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن دانه در چتر	وزن دانه در بوته
بلوک	۲	۰/۳۲۵	۱۴/۵۸	۱۰۳۲/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۲۱۵
ورمی کمپوست	۲	۲۳۱/۲۰**	۸۹/۵۸**	۴۱۸۸/۵۲**	۰/۱۴۶**	۶۷/۵۳**
مایکوریزا	۱	۴۵/۵۶**	۱۷۷/۷۷**	۵۳۲۹/۰۰**	۰/۲۷۷**	۱۰۳/۰۵**
ورمی کمپوست و مایکوریزا	۲	۲/۷۳	۴/۸۶	۳۶۵۵/۷۵**	۰/۰۰۸	۰/۱۸۶
اسید هیومیک	۱	۶۸/۰۶**	۴۹/۰۰**	۱۰۶۷/۱۱	۰/۴۰۱**	۱۲۵/۲۵**
ورمی کمپوست و اسید هیومیک	۲	۲/۸۵	۳/۰۸	۲۵۶/۰۲	۰/۰۱۶*	۱/۴۷
مایکوریزا و اسید هیومیک	۱	۷/۲۰	۴/۰۰	۲۱/۷۷	۰/۰۰۳	۳/۱۳۹
ورمی کمپوست و مایکوریزا و اسید هیومیک	۲	۲۹/۵۵*	۷/۵۸	۵۶/۶۹	۰/۰۰۶	۰/۲۰۹
خطا	۲۲	۶/۹۸	۵/۴۹	۵۱۶/۲۸	۰/۰۰۴	۱/۳۷۶
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۸۲	۷/۲۹	۱۱/۳۶	۶/۵۰	۷/۳۶

جدول تجزیه واریانس برخی صفات ۴-۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر مایکوریزا، ورمی کمپوست و

محلول پاشی اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	۰/۰۸۰	۶۲۷۸/۱۲۶	۴۰۵۴۸/۱۶	۱/۹۵۱
ورمی کمپوست	۲	۱/۶۱۳**	۲۷۴۵۹۱/۸۳**	۲۲۲۹۰۲۱/۱۰**	۱۵/۹۳**
مایکوریزا	۱	۰/۰۸۸	۸۰۸۶۳/۳۶**	۴۷۴۳۴۶۶/۳۴**	۱۱۴/۱۶**
ورمی کمپوست و مایکوریزا	۲	۰/۴۰۵**	۱۸۲۶۸/۸۵*	۵۶۰۳/۴۶	۶/۳۳۶
اسید هیومیک	۱	۱/۶۵۶**	۳۲۶۱۹۱/۱۵**	۴۱۴۳۷۳۵/۳۴**	۱/۷۲۰
ورمی کمپوست و اسید هیومیک	۲	۰/۰۷۲	۱۰۳۸۹/۴۰	۵۶۵۹۳/۷۵	۱۲/۷۳
مایکوریزا و اسید هیومیک	۱	۰/۰۷۸	۱۶۹۷۷/۶۲	۷۵۶۳۴/۱۷	۰/۰۱۷
ورمی کمپوست و مایکوریزا و هیومیک اسید	۲	۰/۱۱۱	۱۲۷۸۴/۰۲	۸۶۲۲۱/۴۶**	۵/۵۳
خطا	۲۲	۰/۰۶۲	۴۵۰۹/۶۲	۲۳۶۳۷/۴۹	۴/۹۱
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۰۳	۵/۸۳	۶/۱۳	۷/۱۲

جدول تجزیه واریانس برخی صفات ۳-۴- میانگین مربعات صفات تحت تأثیر مایکوریزا، ورمی کمپوست و محلول پاشی اسید

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کلونیزاسیون
بلوک	۲	۰/۰۰۹	۳/۹۱۹	۳۲/۲۰
ورمی کمپوست	۲	۱/۴۸**	۶۰۳/۹۰**	۱۵۹/۶۸**
مایکوریزا	۱	۰/۹۲**	۲۵۱/۹۱**	۵۴۰۰/۵۳**
ورمی کمپوست و مایکوریزا	۲	۰/۱۲۹**	۱/۴۷	۲/۹۳
اسید هیومیک	۱	۰/۲۶۹**	۳۰۶/۷۷**	۷/۹۴
ورمی کمپوست و اسید هیومیک	۲	۰/۰۲۴۰	۲/۹۵	۱۴/۴۷
مایکوریزا و اسید هیومیک	۱	۰/۰۰۰	۱۶/۷۱	۴۰/۶۱
ورمی کمپوست و مایکوریزا و هیومیک اسید	۲	۰/۰۷۱**	۳۰/۶۳**	۱۱/۴۱
خطا	۲۲	۰/۰۰۴	۵/۱۲	۱۶/۱۸
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۶۷	۷/۸۰	۱۱/۴۵

هیومیک

فهرست منابع فارسی:

امید بیگی ر، (۱۳۷۹) "رهیافت های تولید و فراوری گیاهان دارویی" تهران، انتشارات فکر روز، جلد سوم، ۳۹۷ ص.

امید بیگی ر، (۱۳۸۷) "ضرورت استفاده از رازیانه اصلاح شده" فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره ۴۴، صفحه ۴۰ تا ۴۶.

آستارابی ع. و کوچکی ا، (۱۳۷۵) "کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار" (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۶۸ ص.

آیینه چی ی، (۱۳۷۷) "مفردات پزشکی و گیاهان دارویی ایران"، دانشگاه تهران، ص ۳۲۸.

اکبری نی ا، قلاوند ا، سفیدکن ف، رضایی م. و شریفی عاشور آبادی ا، (۱۳۸۲) "بررسی تاثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان،" پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ص ۴۱-۳۲.

بخردی ر، (۱۳۸۳) "گیاه درمانی نوین"، (ترجمه)، ص ۷۳-۶۱.

تی. وی. ساتی، (۱۳۸۵) "پرورش کرمهای مولد ورمی کمپوست و کشاورزی پایدار"، ترجمه حسینعلی علیخانی، تهران، آبیژ، ص ۱۶۴.

توکلی دینانی ا، (۱۳۸۸)، پایان نامه ارشد "بررسی تاثیر کود های زیستی حل کننده فسفات بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens L.*)"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، تهران.

جهان م، کوچکی ع و نصیری م، (۱۳۸۶) "رشد، فتوسنتز و عملکرد ذرت در پاسخ به تلقیح با قارچ میکوریزا و باکتری های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن در نظام های زراعی رایج و اکولوژیک"، مجله پژوهشی زراعی ایران، ص ۵۳-۶.

جایمند ا، کامکار ر. و رضایی م. ب، (۱۳۸۰) "تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران"، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، ص ۲۷.

حق پرست تنها م، (۱۳۷۲) "خاکزیان و خاک های زراعی" انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، ص ۹۸-۸۳.

خاوازی ک.، اسدی رحمانی ه. و ملکوتی م. (۱۳۸۴) " ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور " چاپ اول، انتشارات سنا، تهران، ص ۴۴۴.

درزی م.، قلاوند ا.، رجالی ف. و سفیدکن ف.، (۲۰۰۷) " بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای گیاه دارویی رازیانه *Foeniculum vulgare Mill* " ، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲، شماره ۴، ص ۲۹۲-۲۷۶.

درزی م.، قلاوند ا. و رجالی ف.، (۱۳۸۷) " بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه " ، مجله علوم زراعی ایران، ص ۱۰۹-۸۸.

درزی م ت.، قلاوند ا.، رجالی ف. و سفیدکن ف.، (۱۳۸۵) " بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*) " ، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۲، شماره ۴.

روستا ا.، (۱۳۷۵) " فراوانی و فعالیت آزوسپریلیوم در برخی خاکهای ایران "، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

سفیدکن ف.، (۱۳۸۰) " تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران "، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

سبزواری س. و خزاعی ح. ر.، (۱۳۸۸) " اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum*) رقم پیشتاز "، نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۱، ص ۶۳-۵۳.

سبزواری س.، خزاعی ح. و کافی م.، (۱۳۸۸) " اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم "، مجله آب و خاک، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه ۹۴-۸۷.

سماوات س. و ملکوتی م.، (۱۳۸۴) " ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی "، نشریه فنی تحقیقات خاک و آب، ۴۶۳: ۱-۱۳.

شریفی عاشورآبادی ا.، امین غ ر.، میرزا م. و رضوانی م.، (۱۳۸۱) " تأثیر سیستم های تغذیه گیاه (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه "، مجله پژوهش و سازندگی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۵۷ و ۵۶، ص ۷۸.

- شریفی عاشوری آبادی ا.، (۱۳۷۷). پایان نامه دکتری زراعت . "بررسی حاصلخیزی خاک در اکوسیستم های زراعی " دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، صفحه ۲۸۴.
- صالح راستین ن .، (۱۳۷۷) "کود های بیولوژیک" مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳، ص ۱-۳۶.
- علیزاده ا.، (۱۳۸۶) " اصول زراعت " انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد، چاپ اول، ص ۱۶۴.
- علیزاده ا.، (۱۳۸۶) " اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطوبت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت " ، مجله علمی-پژوهشی، پژوهش در علوم کشاورزی، سال سوم ، شماره اول، ص ۱۰۱ - ۱۰۸.
- عبدلی م.ع.، و روشنی م ر .، (۱۳۸۶) " ورمی کمپوست (طراحی ، ساخت و اجرا)" انتشارات دانشگاه تهران.
- علیخانی ح. و ثوابی غ.، (۱۳۸۵) " تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار " چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.
- غلامی م.، عزیز ع. و پیری خ.، (۱۳۸۲) " بررسی تفاوت های کمی و کیفی ترکیبات تشکیل دهنده ایسانس گیاه دارویی افسنطین در شرایط مزرعه، گلخانه و کشت درون شیشه ای " ، مجموعه مقالات دومین کنگره ملی بیوتکنولوژی ایران، ص ۳۸۳.
- قهرمان ا.، (۱۳۷۳) "کورموفیت های ایران"، جلد سوم، مرکز نشر دانشگاه تهران، ص ۷۶۸.
- قربانی ص.، خزاعی ح ر.، کافی م. و بنایان اول م.، (۱۳۸۹) "اثر کاربرد اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays L*)"، نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۲ (۱): ۱۱۱-۱۱۸.
- کیانی م.، نبوی کلات س م. و کلارستاقی ک.، (۱۳۹۰). " مطالعه اثرات اسید هیومیک و فسفر بر عملکرد گل بابونه آلمانی " ششمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان.
- کمپستانی ن.، رضوانی مقدم پ.، جهان م. و رجالی ف.، (۱۳۹۱) "بررسی تاثیر منابع تغذیه ای مختلف روی گیاه دارویی آنیسون"، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- لکزایان ا. و میلانی م.، (۱۳۸۴)، "اصول کاربردهای میکروبیولوژی خاک" (ترجمه)، چاپ دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۶۹۶.

مظفریان و. (۱۳۷۵) "فرهنگ نام های گیاهان ایران"، جلد یک، چاپ سوم، نشر موسسه فرهنگ معاصر، تهران، ص ۶۷۱.

میر حیدر ح.، (۱۳۸۰). "معارف گیاهی" جلد پنجم، دفتر نشر فرهنگ اسلامی، ص ۴۵۸.

مداح م.، (۱۳۷۹)، پایان نامه کارشناسی ارشد. "بررسی تاثیر پرتوهای فرابنفش بر روی ویژگی های ترشحاتی و تکوینی اندام های رویشی و زایشی و مقدار نوع اسانس گیاه رازیانه" دانشگاه تهران.

میرزا م.، سفیدکن ف. و احمدی.، (۱۳۷۵) "اسانس های طبیعی، استخراج، شناسایی کمی و کیفی و کاربرد آنها"، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران، ص ۲۰۵.

معلم ا. و عشقی زاده ح ر.، (۱۳۸۶) "کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیت ها و محدودیت ها" خلاصه مقالات، دومین همایش ملی بوم شناسی ایران، گرگان، صفحه ۴۷.

مرادی ر.، نصیری محلاتی م.، رضوانی مقدم پ.، لکزایان ا.، و نژادعلی ع ا.، (۱۳۹۰) "تاثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه"، نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۵، شماره ۱، ص ۳۳-۲۵.

مرادی ر.، رضوانی مقدم پ.، نصیری محلاتی م. و لکزایان ا.، (۱۳۸۸) "بررسی تاثیر کود های بیولوژیک و آلی بر عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*)"، مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۲.

نادیان ح .، (۱۳۷۷) "نقش میکوریز در کشاورزی پایدار"، پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ص ۳ - ۴.

منابع انگلیسی

Abou-Aly H.E and Mady M.A. (2009). "complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticuma aestivum* L.) prpductivity" **Annals of Agric. Sci., Moshtohor.**, 47,1, pp 1-12.

Adani F., Genevini P., Zaccheo P. and Zocchi G. (1998). "The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition" **J. pl. Nutr.**, 21 (3): 561-575.

Aiken G.R., Mcknight D.M., Wershaw R.L., and Mac Carthy P . (1985). "Humic Substables in soil, Sediment, and water" New York. USA: Wiley Inter Science.

Albayrak S. and Camas N. (2005). "effect of different levels and application time of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin". **Journal of agronomy** 42, pp130-133.

Albuzio A., Concheri G., Nardi S., and Dell-Agnola G. (1994). "Effect of humic Fractions of different Molecular Size on the development of oat seedlings Grown in varied on human health".

Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A. and Metzger J.D. (2002). "a.Incorporation of earthwormprocessed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds" **Bioresource Technology.**, 81, 2, pp103-108.

Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S., and Metzger J.D., (2001). "pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium:effect on physicochemical properties and plant growth".

Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D. and Shuster W. (2000). "Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil" **Pedobiologia.**, 44, pp579-590.

Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A., and Khanuja S.P.S. (2005). "Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil." **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 36, pp1737-1746.

Aira M., Monroy F., and Dominguez J. (2007) " *Eisenia foetida* (*Oligochaeta: Lumbricidae*) Modifies the structure and physiological capabilities of microbial communities improving carbon mineralization during vermicomposting of pig manure" **J.of .Microbial Ecol.**, 54, pp 662-671.

Alloush G.A.Z., Zeto S.K. and Clark R.B. (2000). "phosphorus source,organic matter and arbuscular mycorrhizae effect growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil" **jornal of plant Nutrition.**, 23, pp1351-1369.

Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C. and Metzger J.D. (2004) "Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields" **J. of .Bio. Resource. Technol.**, 93, pp145-153.

Atiyeh R.M., Lee S.S., Edwards C.A., Arancon N.Q. and Metzger J. (2002) "The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth" **J. of .Bio. Resource. Technol.**, 84, pp 7-14.

Azarmi R., Mousa T.G. and Rahim Taleshmikail D. (2008) "Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*)" **J. of . Afr. Bio. tech.**, 7,14, pp2397-2401.

Bolan. N.S. (1991). "A critical review on the role of Mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants." **Plant soil.**, 134, pp187-207.

Bremness L. (1999). "Herbes."Eyewitness Handbook" london,176 p.

Bowen G.D. and Rovira A.D. (1999). "the rhizosphere and its management to improve plant growth " **advances in Agronomy.**, 66, pp101-102.

Chen Y., De-Nobili M. and Aviad M. (2004). "Stimulatory effects of humic substances on plant growth. Soil organic Matter in Sustainable Agriculture" **CRC Press.**, Boca Raton, Florida, Pp103-129.

Crowford J.H., Senn T.L., stembridge G.E. (1986). "The Influence of Humic Acid Fractions on Sprout Production and yield of the Carogold Sweet potato. *S. carolina*" **Ag. Exp. Sta. Tech.**, Bull, p1028.

Chalk p.M. (1991). "The contribution of associative and symbiotic nitrogen fixation to the nitrogen nutrition of non-legumes" **plant and soil.**, 132, pp29-39.

Cohen E., Okon Y., Kigel J., Nur I. and Henis Y. (1980). "Increase in dry weigh and total nitrogen content in *Zea mays* and *Setaria italica* associated with nitrogen-fixing *Azospirillum spp*" **Plant Physiology.**, 66, pp746-749.

Chen Y. and Aviad T. (1990). "Effects of humic Substances on Plant Growth, in: MacCarthy", P et al. (Eds), Humic.

Dursun A., Guvenc I. and Turan M. (2002). "Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micro nutrient contents of tomato and eggplant" **Acto Agrobotanica.**, 56, pp81-88.

Fitter A.H. and Garbaye J. (1994). "Interaction between mycorrhizal fungi and other soil" 111, pp259 -260.

Freitas M.S.M., Martins M.A. and Vieira E.I.J.C. (2004). "Yield and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi" **Pesquisa Agropecuaria Brasileira.**, 39, 9, pp887-894.

Faber B.A., Zasoski-Burau R.G. and Uriu K. (1990). "zinc uptake by corn affectet by vesicular-arbuscular mycorrhizae" **plant soil.**, 129, pp121-131.

Ghost B.C. and Bhat R. (1998). "Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields" **Environ Pollut.**, 102, pp123– 126.

George E., Marshner H. and Jakobsen I. (1995). "Role of Arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil" **critical Review of Biotechnol.**, 15, pp257-270.

Grossl P.R. and Inskeep W.P. (1991). "Precipitation of dicalcium phosphate dehydrate in the presence of organic acids" **Soil sci. Amer.j.**, 55, pp670-675.

Gupta M.L., Prasad A., Ram M. and kumar S. (2002). "Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions" **Bioresource Technology.**, 81, pp77-79.

Gupta P.K. (2003). "Why vermicomposting? In: Vermicomposting for sustainable agriculture", **Agrobios (India), Agro House.**, Jodhpur, pp14.

Gross M., Friedman J., Dudai N., Larkov O., Cohen Y., and Bar E. (2002). "Biosynthesis of estragole and t anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare Mill. var. vulgare*) chemotypes. Changes in SAM: phenylpropene omethyltranferase activities during development" **Plant Science.**, 163, pp1047-1053.

Galli E.U., Tomati A., Grappelli A. and Lina G.D.I. (1990). "effect of earthworm casts on protein yethesis in agaricus bisporus.biol" **fertil.soils.**, 9, pp290-291.

Hamel G. and Smith D.L. (1991). " interspecific N-transfer and plant development in a Mycorrhizal fieldgrown mixtyr" **soil Biolo and Bio ch.**, 23, pp661-665.

Hasanzade daluie M. (1994). "Effect of foliar Application time with humic acid on yield protien and nitrogen remobolezation and dry matter of two wheat cultivare" Ph.D.Thesis.Fac.Agri.Fedowski Univ Mashhad.

Hoitink H.A. and Fahy P. (1986) "Basis for the control of soil borne plant pathogen with composts" **J. of .Annual. Rev. Phytophatho.**, 24, pp93–114.

Hornok L. (1988). "Gyogyvenytermesztese ,kerteszeti es elelmiszeripar egyestem" budapest p1970.

Ismail S.H., Joshi P. and Grace A. (2003). "The waste in your dustbin is scarring the environment – The technology of composting" **Advanced Biotech (II).**, 5, pp30-34.

Jat R.S. and Ahlawat I.P.S. (2004). "Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth"

Jambhekar H.A. (1990). "Effect of vermicompost as a biofertilizer on grape vine" VIIIth Southern regional conference on Microbial Inoculants, pune .

Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. (2004). " Improved growth and essential oil yield and quality in foeniculum vulgare Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer" **Bioresource Technology.**, 93, pp307-311.

Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. (2002). "Glomus macrocarpum: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens L.*) and carum (*Trachyspermum ammi Sprague*)" **World Journal of Microbiology and Biotechnology.**, 18 ,5, pp459-463.

Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. (2002). "Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil" **Journal of the Science of Food and Agriculture.**, 82, 4, pp339- 342.

Khaosaad T., Vierheilig H., Nell M., Zitterl-Eglseer K. and Novak J. (2006). "Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum sp., Lamiaceae*)" **Mycorrhiza.**, 16, pp443-446.

Kumar V., Behl R.K. and Narula N. (2001). "Establishment of phosphate solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in rhizosphere and their effect on wheat under green house conditions" **Microb. Res.**, 156, pp87–93.

Krishnamoorthy R.V. and Vajrabhiah S.N. (1986). "Biological activity of earthworm casts:an assessment of plant growth promoter levels in casts" **J. of Indian. Animal. Sci.**, 95, pp341–351.

Kumar S., Rawat C. R., har S.D. and Rai S.K. (2005). "Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*)"

Kale R.D., Mallesh B.C., bano K. and Bagyaraj D.J. (1992) "Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy Field" **J, of .Soil. Biol. Biochem.**, 24, 12, pp1317-1320.

Mackowiak C.L., Grossl P.R. and Bugbee B.G. (2001). "Beneficial effect of humic acid on micronutrient availability to wheat" **Soil Science Soc Am J.**, 65 , pp1744-1750.

Mehnaz S. and Lazarovits G. (2006). "Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under green house conditions" **Microbial Ecology.**, 51, pp326–335.

Marshner H. and Dell B. (1994). "Nutrient uptake in Mycorrhizal symbiosis" **plant soil**,. 59, pp89-102.

Mackowiak C.L., Grossl P.R. and Bugbee B.G. (2001). "Beneficial effects of humic acid on micronutrient"

Malik M.S., Satter.A. and Khan S.A. (1987). "Essentia oils of the species of labiatae.part studies on the essential oil of *Zataria .Pakistan*" **J.Sci.Ind.Res.**,

Masarovicova E., Kralova K. and Lesikova J. (2006). "Medicinal Plant- Past, nowadays, future" **International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. Presov**, Slovakia., p67.

Mitchell A. and Edwards C.A. (1997). "The production of vermicompost using *Eisenia fetida* from cattle manure" **J. of . Soil. Bio. Biochem.**, 29, pp3–4.

Munroe G. (2010). "Manual of on-farm vermicomposting and vermiculture" Organic agriculture center of Canada.

Nancarrow L., Taylor J.H. (1998). "The Worm Book: The Complete Guide to Worms in Your Garden" Ten Speed Press.152p.

nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). **Indian J . Agric.**

Orozco F.H., Cegarra J., Trujillo L.M. and Roij A. (1996). "vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*; effect on C and N contents and the availability of nutrients" **biology and Fertility of soil.**, 22, pp162-166.

Pandey R. (2005). "Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics". *Phytoparasitica*.

Ratti N., Kumar S., Verma H.N. and Gautam S. P. (2001). "Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. *motia* by rhizobacteria, AMF and azospirillum inoculation" **Microbiol. Res.**, 156, pp145-149.

Russel B.J. (1990) "The effect of earthworm on soil productiveness" **J. of . Agric. Sci. England.**, 3, 11, pp246-257.

Sanders F.E. and Tinker P.B. (1973). "Phosphorus flow into Mycorrhizal roots" **pestic.sci.**, 4, pp385-395.

Samavat S. and Malakuti M. (2005). "Important use of organic acid (humic and fulvic) for increases quantity and quality agriculture production water and soil" **researchers technical issue.**, 463, pp1-13.

Sebahattin A. and Necdet C. (2005). "Effect of different levels and application time of humic acid on root and leaf yield components of forage Turnip (*Brassica rapa L.*)" **Agronomy. J.**, 4, pp130-133.

Sharma A.K. (2002). "Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios" India, 300p.

Sparks D.L. (1996). "Method of Soil Analysis. Part III. Chemical Method." No. 5. Book Series, Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI.

Subramanian K.S., Santhanakrishnan P. and Balasubramanian P. (2006). "Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress" **Sci. Horticulturae.**, 107, pp245-253.

Singh D.P. (2004) "Vermiculture biotechnology and biocomposting In: Environmental microbiology and biotechnology" (Eds. Singh, D.P. and Dwivedi, S.K.). New Age International (P) Limited Publishers, New Delhi, pp. 97-112.

Samavat S. and Malakuti M. (2005). Samavat S. and Malakooti M. (2006). "important use of organic acid" **humic ,Sci.**, 74, pp359-361.

Sebahattin A. and Necdet C. (2005). "Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf".

Sharma A.K. (2002). "Biofertilizers for sustainable agriculture" Agrobios .Indian Publication, pp456.

Shi-wei Z. and Fu-zhen H. (1991) "The nitrogen uptake efficiency from N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure" In: Veers, G.K., Rajgopal,

D.,Viraktamath, C.A. (Eds.), “Advances in Management and Conservation of Soil Fauna”. Oxford and IBH publishing Co., New Delhi, Bombay, pp. 539–542.

Shinde P. H., Naik R.L., Nazikar R.B., Kadam S.C. and Khaire V.M., (1992) “evaluation of vermicompost” Proc. Of national seminar on organic farming held at Colleg of agriculture, Pune form April, 18-19, pp.54-55.

Sreenivas C., Muralidhar S. and Rao M.S. (2000) “Vermicompost, a viable component of IPNSS in nitrogen nutrition of ridge gourd” **J. of .Annual. Agr. Res.**, 21, 1, pp108.

Substances in Soil and Crop Sciences, Selected Readings. Amer. Soc. Of Agron., Madison WI, 161-186.

Tanu A., Prakash A. and Adholeya A. (2004). “Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol” **Bioresource Technology.**, 92, pp311–319.

Vance C.P. (2001) “Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in world of declining renewable resources” **J. of .Plant. Physiol.**, 127, pp390-397.

Vaughan D.,and Linehum,D. (1976) “the growth of wheat plants in humic acid solutions under oxenic conditions” **plant soil.**, 44, pp445-449.

Vessey J.K. (2003) “Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers” **J. of .Plant Soil.**, 255, pp571–586.

yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa L.*) **Agronomy. J.**, 4, pp130-133.

Abstract

Environmental pollution, particularly contamination of soil and water resources, resulting from the indiscriminate use of chemical fertilizers, caused contamination of foods and threats of human health. One of the strategies to improve the quality of agricultural products, soil, and remove pollutants is the use of organic fertilizers in agricultural products. Accordingly, in order to study the effect of mycorrhizal fungi, vermicompost and Humic acid on quality and quantity of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) essential oil, a field experimental was conducted during growing season of 2012 at the trade farm in Damghan. The experiment was a factorial experiment in the base of randomized complete blocks design with three replications. The factors were mycorrhizal inoculation (inoculated and non-inoculated with *glomus intraradices*), vermicompost fertilizer (0, 4 and 8 Ton/hr) and two levels of humic acid (foliar application and non-foliar application)

The results showed that the main effect of mycorrhizal, vermicompost and humic acid on Plant height, number of umbel per plant, 1000-seed weight, seed and biological yield, essential oil yield and seed percentage essence was significant. Mycorrhiza increased seed yield, biological yield and essential oil yield, 8.5, 20 and 21 percent compared with control respectively. Interactions between mycorrhizal and vermicompost on number of seed per umbel, 1000-seed weight, seed yield and percentage was significant. Interactions between mycorrhizal, vermicompost and humic acid on Plant height, biological yield, essential oil yield and seed percentage essence was significant. Based on GC and GC/MS analysis, the important components of essential oil were anethole, fenchone, limonene and estragol. The highest anethole (75.891%) and the lowest fenchone (8.234%), estragol (3.221%) and limonene (3.012%) in essential oil content were obtained in v3m2h2.

Keywords: Apiaceae, essence components, mycorrhiza, vermicompost, humic acid and yield

