بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت

تأثیر کاربرد میکوریزا و ورمی‌کمپوست بر کیفیت و عملکرد آویشن باغی (*Thymus vulgaris*)

دانشجو : نعیمه بیطرفان

اساتید راهنما :
دکتر احمد غلامی
دکتر حمید عباس‌دخت

اساتید مشاور:
دکتر مهدی برادران فیروز آبادی
دکتر فرحناز خلیقی سیگارودی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

مهر ۱۳۹۱

شماره : ۲۶۳/ک
تاریخ : ۱۳۹۱/۶/۲۸
ویرایش :

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشدخانم **نعیمه بیطرفان** رشته **آگرو اکولوژی** تحت عنوان : **" تاثیر کاربرد میکوریزا و ورمی کمپوست بر کیفیت و عملکرد آویشن "** که در تاریخ **۱۳۹۱/۶/۲۸** با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

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

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹) ۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)

۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ۱۶) ۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴) ۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ اساتید راهنما	احمد غلامی حمید عباس دخت	دانشیار استادیار	
۲ـ اساتید مشاور	فرحناز خلیقی (غایب) مهدی برادران	استادیار استادیار	
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	محمدرضا عامریان	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	حسن مکاریان	استادیار	
۵ ـ استاد ممتحن	منوچهر قلی پور	دانشیار	

رئیس دانشکده :

ت

تقدیم به:

پدر بزرگوار، مادر مهربان و برادر عزیزم که:

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آن هاست.

و تقدیم به همه کسانی که لحظه ای بعد انسانی و وجدانی خود را فراموش نمی کنند و بر آستان گران سنگ انسانیت سر فرود می آورند و انسان را با همه تفاوت هایش ارج می نهند و به تمام آزادمردانی که نیک می اندیشند و عقل و منطق را پیشه خود نموده و جز رضای الهی و پیشرفت و سعادت جامعه، هدفی ندارند.

تشکر و قدردانی

سپاس مخصوص خداوند مهربان که به انسان توانایی و دانایی بخشید تا به بندگانش شفقت ورزد، مهربانی کند و در حل مشکلاتشان یاری شان نماید. از راحت خویش بگذرد و آسایش هم نوعان را مقدم دارد، با او معامله کند و در این خلوص انباز نگیرد و خوش باشد که پروردگار سمیع و بصیر است.

در ابتدا از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر احمد غلامی که با دلگرمی ها و تشویق هایشان همواره راهنما و چراغ راه من بوده اند، سپاسگزار و متشکرم. و از سرکار خانم دکتر فرخناز خلیقی سیگارودی مدیر گروه فارماکوگنوزی و داروسازی مجتمع تحقیقاتی جهاد دانشگاهی که در انجام آزمایشات این پروژه مساعدت فراوان نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از جناب آقای دکتر حمید عباس دخت و جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروزآبادی که زحمت راهنمایی و مشاوره ی این پروژه را کشیدند بسیار متشکرم. همچنین از جناب آقای دکتر منوچهر قلی پور و جناب آقای دکتر حسن بکاریان نیز برای قبول زحمت داوری و تصحیح این پایان نامه بسیار سپاسگزارم. مناسب است از جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری که در انجام بعضی از آزمایشات پایه پای من با این پژوه عجین بودند و وقتی که بر روی این پژوهش گذاشتند، مؤید این توجه بسیار قابل تقدیر است.

در نهایت از دوستان عزیزم خانم ها مهندس مریم خسروی نوده، مهندس سمانه اسفندیاری، مهندس زهرا قیاسی، مهندس صفیه عرب و آقایان مهندس امیر معصومی، مهندس حسن شهقلی، مهندس هادی مجاهدی، مهندس علی انصوری که هر یک به نوعی با بهدلی و همکاری یاریم دادند، تشکر می کنم.

از خانم مهندس مونا غیاثی یکتا به خاطر کمک های فراوانشان در آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد دانشگاهی ممنونم. همچنین از دوستان عزیزم خانم ها مهندس فاطمه مهقانی، مهندس نرگس طالع زاده و مهندس محبوبه خسروجردی که علاوه بر همیاری در این پروژه، از هیچ مهر و محبتی برایم دریغ نکردند متشکرم و برایشان بهترین آرزوها را دارم.

نعیمه بیطرفان مهر ۱۳۹۱

تعهد نامه

اینجانب ..... نعیمه بیطرفان ..... دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته ..... آگروآکولوژی .....

دانشکده ..... کشاورزی ..... دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه ..... تأثیر کاربرد میکوریزا و ورمی کمپوست بر کمیت و عملکرد آویشن باغی (Thymus vulgaris) ..... تحت راهنمائی ..... دکتر احمد غلامی ..... متعهد می شوم .

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

تاریخ

۱۳۹۱/۷/۱۱

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

چکیده

استفاده از کودهای شیمیایی اگرچه ممکن است روی افزایش تولید مؤثر باشد ولی به دلیل کاهش مواد آلی و تجمع مواد سمی در خاک باعث تشدید بیماری و کاهش محصول می‌گردد.کودهای آلی با تأثیر بر روی پارامترهایی نظیر بافت خاک، ظرفیت نگهداری آب، و کاهش اسیدیته موجب اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک و بهبود شرایط آن می‌شوند. به همین منظور طرحی در جهت بررسی اثر ورمی‌کمپوست و میکوریزا و تلفیق آن دو بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا گردید. طرح آزمایشی مورد استفاده فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. فاکتور ورمی‌کمپوست در چهار سطح (۰، ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) و میکوریزا در سه سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *Glomus mosseae* و *Glomuse intraradices*) بودند. طبق نتایج به دست آمده اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون، کلروفیل a، کلروفیل b، کارتنوئید، کلروفیل کل، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار شد. ارتفاع و عملکرد پیکره‌ی خشک نیز تحت تأثیر اثر اصلی ورمی‌کمپوست معنی‌دار شدند. که بیشترین افزایش معنی‌دار مربوط به سطح ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن مربوط به شاهد بود. عامل میکوریزا تنها بر درصد کلونیزاسیون، کلروفیل b و کلروفیل کل معنی‌دار شد. مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس تیمول و کارواکرول هستند که در این آزمایش تیمول تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت و هم‌چنین کارواکرول در اسانس ساخته نشد. ولی اثر اصلی ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر عملکرد تیمول معنی‌دار شدند. از آنجایی که در زراعت گیاهان دارویی برای حفظ سلامت کیفی گیاه نبایستی از کودهای شیمیایی استفاده کرد با توجه به نتایج به دست آمده برای افزایش تولید آویشن می‌توان ورمی‌کمپوست را جایگزین کودهای شیمیایی کرده تا گامی در جهت کشاورزی پایدار و سلامت محیط زیست برداشته شود.

کلیدواژه: آویشن، ورمی کمپوست، قارچ میکوریزا

مقالات استخراج شده از پایان نامه:

بیطرفان ن.، غلامی ا.، عباس‌دخت ح.، برادران فیروزآبادی م. و خلیقی سیگارودی ف.، (۱۳۹۱) " تأثیر ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل، ارتفاع و عملکرد آویشن (*Thymus vulgaris*)" دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، کرج.

بیطرفان ن.، غلامی ا.، عباس‌دخت ح.، برادران فیروزآبادی م. و خلیقی سیگارودی ف.، (۱۳۹۱) " تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و مقدار اسانس گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*)" دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، کرج.

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه صفحه

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم : مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱- تاریخچه ۷

۲-۱-۱- خاستگاه و پراکنش ۷

۲-۱-۲- رده بندی و مشخصات گیاهی ۸

۲-۱-۲-۱- رده بندی ۸

۲-۱-۲-۲- مشخصات گیاهی ۹

۲-۱-۳- مواد مؤثر و ترکیبات شیمیایی ۱۰

۲-۱-۳-۱- مواد مؤثره ۱۰

۲-۱-۳-۲- ترکیبات شیمیایی ۱۱

۲-۱-۴- محل بیوسنتز و تجمع اسانس و مونوترپن‌ها ۱۴

۲-۱-۵- موارد استفاده از آویشن باغی ۱۴

۲-۱-۵-۱- استفاده‌های دارویی ۱۴

۲-۱-۵-۱-۱- خواص درمانی ۱۴

۲-۱-۵-۱-۲- اشکال دارویی مورد استفاده ۱۶

۲-۱-۵-۲- استفاده در صنایع غذایی ۱۶

۲-۱-۵-۳- استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی ۱۶

۲-۱-۶- نیازهای اکولوژیکی ۱۷

۲-۱-۷- نور ۱۷

۲-۱-۸- درجه حرارت ۱۸

۲-۱-۹- رطوبت ۱۸

۲-۱-۱۰- خاک ۱۸

۲-۱-۱۰-۱- مواد و عناصر غذایی ۱۹
۲-۱-۱۱- زراعت ۲۰
۲-۱-۱۱-۱- کاشت ۲۰
۲-۱-۱۱-۲- داشت ۲۰
۲-۲- استفاده از کودهای زیستی گامی مهم در رسیدن به کشاورزی پایدار ۲۰
۲-۳- قارچ میکوریزا آرباسکولار ۲۲
۲-۳-۱- تاریخچه تکاملی قارچ میکوریزا آرباسکولار ۲۳
۲-۳-۲- قارچ میکوریزا ثبات خاک را افزایش می‌دهد ۲۳
۲-۳-۳- فوائد رابطه همزیستی با قارچ میکوریزا ۲۴
۲-۳-۳-۱- افزایش تحمل گیاه زراعی در برابر تنش‌های غیر زنده با حضور قارچ میکورزا ۲۴
۲-۳-۳-۲- محافظت گیاهان در برابر تنشهای زنده توسط AM ۲۵
۲-۳-۳-۳- قارچ AM نیاز برای ورودی‌های کود فسفات را کاهش می‌دهد ۲۵
۲-۳-۳-۴- تأثیر میکوریزا روی فعالیت میکرواورگانیزم‌ها ۲۶
۲-۳-۴- قارچ میکوریزا کیفیت گیاه را برای سلامت انسان افزایش می‌دهد ۲۶
۲-۴- ورمی‌کمپوست ۲۷
۲-۴-۱- تنظیم مکانیزم‌های رشد گیاه ۲۸
۲-۴-۱-۱- مکانیسم‌های مستقیم ۲۹
۲-۴-۱-۲- مکانیسم‌های غیر مستقیم ۲۹
۲-۴-۲- تأثیر ورمی‌کمپوست بر رشد، عملکرد کمی و کیفی گیاهان ۳۰
فصل سوم : مواد و روش‌ها
۳-۱- زمان و مکان آزمایش ۳۶
۳-۲- مشخصات آب و هوایی و نوع خاک محل آزمایش ۳۶
۳-۳- روش کار در مزرعه ۳۷
۳-۳-۱- تهیه زمین ۳۷
۳-۳-۲- طرح آزمایش در مزرعه ۳۷
۳-۴- عملیات زراعی ۳۸
۳-۴-۱- آماده سازی زمین ۳۸
۳-۴-۲- تهیه نشاء ۳۸
۳-۴-۳- نشاء کاری ۳۸
۳-۴-۴- داشت ۳۸

۳-۴-۵- برداشت ۳۹
۳-۵- صفات اندازه گیری شده و روش اندازه گیری ۳۹
۳-۵-۱- ارتفاع بوته ۳۹
۳-۵-۲- سنجش کلروفیل ۴۰
۳-۵-۳- سنجش درصد کلونیزاسیون ۴۰
۳-۶- استخراج اسانس ۴۱
۳-۷- تجزیه و اندازه گیری ترکیبات موجود در اسانس ۴۱
۳-۸- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها ۴۲
فصل چهارم : نتایج و بحث
۴-۱- ارتفاع گیاه ۴۴
۴-۲- عملکرد پیکر رویشی خشک ۴۶
۴-۳- درصد کلونیزاسیون ریشه ۴۹
۴-۴- محتوای کلروفیل ۵۲
۴-۴-۱- کلروفیل a ۵۲
۴-۴-۲- کلروفیل b ۵۳
۴-۴-۳- کارتنوئید ۵۵
۴-۴-۴- کلروفیل کل ۵۶
۴-۵- میزان اسانس ۶۱
۴-۶- عملکرد اسانس ۶۳
۴-۷- تیمول ۶۵
۴-۷-۱- درصد محتوای تیمول ۶۵
۴-۷-۲- عملکرد تیمول ۶۵
۴-۸- کارواکرول ۶۶
۴-۹- لینالول ۶۸
۴-۹-۱- درصد محتوای لینالول ۶۸
۴-۱۰- گاما- ترپنین ۶۸
۴-۱۰-۱- درصد محتوای گاما- ترپنین ۶۸
نتیجه گیری ۷۰
پیشنهادات ۷۲
پیوست‌ها ۷۳

منابع ۷۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱- ترکیبات موجود در ۱۰۰ گرم ماده خشک آویشن ۱۲
جدول ۳-۱- آنالیز نمونه خاک مزرعه ۳۶
جدول ۳-۲- آنالیز نمونه ورمی‌کمپوست ۳۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- ترکیبات موجود در اسانس آویشن بر اساس اهمیت ۱۲
شکل ۲-۴-۱- برخی از مکانیسم‌های پیشنهادی شیمیایی، فیزیکی و بیو لوژیکی که ورمی‌کمپوست ممکن است به طور مستقیم یا غیر مستقیم تأثیر بگذارد ۲۸
شکل ۴-۱- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ارتفاع گیاه ۴۴
شکل ۴-۲- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد پیکر رویشی خشک ۴۷
شکل ۴-۳- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر درصد کلونیزاسیون ۴۹
شکل ۴-۴- تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون ۵۰
شکل ۴-۵- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان درصد کلونیزاسیون ۵۰
شکل ۴-۶- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل a ۵۲
شکل ۴-۷- تأثیر سطوح مختلف ورمیکمپوست بر میزان کلروفیل b ۵۳
شکل ۴-۸- تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل b ۵۴
شکل ۴-۹- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل b ۵۴
شکل ۴-۱۰- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کارتنوئید ۵۵
شکل ۴-۱۱- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل کل ۵۶
شکل ۴-۱۲- تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل کل ۵۷
شکل۴-۱۳- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کل ۵۷
شکل ۴-۱۴-تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان اسانس ۶۱
شکل ۴-۱۵- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان اسانس ۶۲
شکل۴-۱۶- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان عملکرد اسانس ۶۴
شکل۴-۱۷- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان عملکرد اسانس ۶۴
شکل۴-۱۸- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد تیمول ۶۶
شکل۴-۱۹- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد لینالول ۶۸
شکل۴-۲۰- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر درصد گاما- ترپنین ۶۹

پیوست‌ها

پیوست۱- تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر صفات مورد بررسی در آویشن باغی ۷۴
پیوست۲- تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر صفات کیفی گیاه آویشن باغی ۷۵
پیوست۳- نقشه طرح بعد از تصادفی کردن تیمارها در تکرارها ۷۶

فصل اول

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی به منظور درمان، با تاریخ زندگی انسان هم زمان بوده است. چون بیماری‌ها با پیدایش بشر متولد شده‌اند. انسان در همه دوران‌های تاریخ چاره‌ای جز توسل به گیاهان نداشت. اگر چه در نیم قرن گذشته استفاده از داروهای شیمیایی و سنتزی به شدت رواج یافت ولی به سرعت آثار زیان بار آن‌ها بر تن و جان افراد روشن شده و سبب گرایش مجدد به گیاهان دارویی گردید و این نکته که توسل به گیاهان دارویی همواره در طول تاریخ یکی از روش های مؤثر درمان بوده است، به خوبی روشن شد.

انسان به حکم تجربه، علم و اندیشه بنا به مقتضیات خود در طول عمر حیات در کره زمین به کمک گیاهان دارویی خود را مداوا کرده و می‌کنند.

طبق برخی از شواهد، مصریان و چینی ها در زمره اولین جمعیت های بشری هستند که فراتر از ۲۷ قرن قبل از میلاد مسیح از داروهای گیاهی استفاده می‌کرده اند (امید بیگی، ۱۳۷۵).

اولین نوشته‌ها که شامل جزئیات استفاده از گیاهان در درمان بیماری‌ها هستند در لوحه‌های گلی یافت شده و در منطقه بین النهرین (عراق امروزی) و پاپیروس مصری مکتوب گردیده‌اند. اولین راهنمایی گیاهی به پنج هزار سال پیش و دوران سومریان بر می‌گردد که گیاهی مانند زیره و آویشن را برای سلامتی مصرف می‌کردند. قدیمی‌ترین شواهد نوشتاری در مورد استفاده پزشکی گیاهان در چین مجموعه نوشته‌ای مربوط به ۱۶۸ سال قبل از میلاد است (ضیائی، ۱۳۸۱).

از قرن هشتم تا دهم میلادی دانشمندان ایرانی هم‌چون محمد بن زکریای رازی، علی بن عباس جوزی اهوازی، ابو علی سینا و ابوریحان بیرونی به دانش درمان با گیاه رونق زیادی دادند و کتاب های معروفی چون قانون و الحاوی را به رشته تحریر در آوردند. در قرن سیزدهم ابن بیطار مطالعات فراوانی در مورد خواص دارویی گیاهان انجام داد و خصوصیات بیش از ۱۴۰۰ گیاه دارویی را در کتاب خود یادآورشد (امید بیگی، ۱۳۸۴).

با ظهور داروهای شیمیایی و بیولوژیک، نقش و اهمیت گیاهان دارویی در تأمین سلامت بشر، در معرض فراموشی قرار گرفت. اما با گذشت زمان، استقبال از گیاهان دارویی با رشد قابل توجهی روبرو شده است. به نظر می‌رسد مردم جهان از یک سری نارسایی‌های طب مدرن خسته شده‌اند و به طور روز افزون به سمت داروهای گیاهی روی می‌آورند.

افزایش استفاده از داروهایی شیمیایی، روز به روز گسترش یافت تا این که در دهه ۱۹۶۰ میلادی با ایجاد چند فاجعه عظیم در مورد اثرات سوء داروهای شیمیایی جهانیان متوجه اثرات جانبی و زیان بخش بسیاری از داروهای شیمیایی شدند. به طوری که، سازمان احتیاط دارو که مقر آن در سوئد قرار دارد ظرف یک سال (۱۹۶۸) حدود ۳۰۰۰ گزارش در مورد حوادث ناگوار ناشی از مصرف داروهای شیمیایی دریافت نمود. عوارض جانبی داروهای شیمیایی به دلیل ترکیبات ناخالص و بینابینی است که هنگام سنتز آنها ایجاد می شود. تعدادی از محققان به صراحت اعلام کردند که بزرگ‌ترین آفت بر روی سلامت انسان مصرف داروهای شیمیایی و عوارض ناشی از مواد رادیواکتیو می‌باشد (امیدبیگی،۱۳۷۵).

مطالعات سازمان بهداشت جهانی نشان می دهد که ۸۰ درصد جمعیت جهان از جنبه پزشکی به گیاهان وابسته هستند. بر روی کره زمین بیش از ۷۵۰۰۰۰ گونه گیاه گلدار وجود دارد، این در حالی است که تعداد گیاهان ثبت شده در حدود ۳۰۰۰۰۰ گونه است. هم چنین تعداد گیاهان دارویی بین ۳۰۰۰۰ تا ۷۵۰۰۰ نوع متغییر می باشد ولی سازمان بهداشت جهانی طی لیستی تعداد گیاهان دارویی را ۲۰۰۰۰ نوع اعلام کرده است که در تمام جهان مصرف دارند (باسر، ۱۹۹۹).

آویشن باغی با نام علمی (*Thymus vulgaris*) از قرن شانزدهم رسماً به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شد. در تمام فارماکوپه‌های معتبر از پیکره‌ی رویشی آویشن به عنوان دارو یاد شده و خواص آن مورد تأکید قرار گرفته است (امید بیگی، ۱۳۸۳). آویشن با توجه به دارا بودن خواصی مانند ضد عفونی کننده، ضد نفخ، ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی هم برای مقاصد دارویی و هم غیر دارویی در سراسر جهان

استفاده می‌شود (لت‌چامو و همکاران، ۱۹۹۵؛ بارانوسکیس و همکاران، ۲۰۰۳). فرآیندهای آنتی اکسیدانی، یک دلیل منطقی را برای استفاده از آویشن به عنوان نگه‌دارنده غذا فراهم می‌کند (چیزولا و همکاران، ۲۰۰۸). قرن‌هاست که آویشن در طب سنتی قرار می‌گیرد (ستال-بیسکو، ۲۰۰۲). اسانس آویشن از جمله ده اسانس معروف است که دارای خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی، نگهدارنده طبیعی غذا و تأخیر دهنده پیری پستانداران می‌باشد و جایگاه خاصی در تجارت جهانی دارد (مالیک وهمکاران، ۱۹۸۷).

با توجه به علاقه روز افزون برای مصرف گیاهان دارویی و معطر در سراسر جهان، این نیاز وجود دارد که سطح زیرکشت و عملکرد گیاهان دارویی را توسعه دهیم. با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته قابل توجه در تولید و پرورش این گونه‌های ارزشمند افزایش تولید عملکرد آن‌ها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی است. کودهای شیمیایی علاوه بر تخریب ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شوند و تهدیدی بر پایداری سیستم‌های کشاورزی می‌باشند. و از طرف دیگر همان‌گونه که قبلاً اشاره کردیم مردم دنیا برای رهایی جستن از مضرات داروهای شیمیایی به طبیعت پناه برده و خواهان استفاده از گیاهان دارویی هستند. بنابراین بایستی از کودهای زیستی برای افزایش عملکرد استفاده کرد، تا هم سلامت انسان و هم پایداری منابع طبیعی تضمین شود. لازم به یاد آوری است که در بحث تولید گیاهان دارویی ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری تولید، داده می‌شود و کمیت در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد.

با توجه به مطالب ذکر شده، پژوهش حاضر جهت مطالعه‌ی تأثیر کود آلی ورمی‌کمپوست و قارچ‌های میکوریزا و تلفیق این دو بر گیاه آویشن باغی اجرا گردید. در این پروژه از کود زیستی ورمی‌کمپوست به عنوان جایگزین کود شیمیایی استفاده شد، زیرا ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن ماهیت آلی علاوه بر تأمین بخشی از غذای گیاه، باعث آلودگی خاک هم نمی‌شود (سماوات و همکاران، ۱۳۸۰؛ کریمی و همکاران،

۱۳۷۸). در تولید گیاهان دارویی علاوه بر شرایط آب و هوایی فاکتورهای خاکی از اهمیت خاصی برخوردارند (قلی‌زاده، ۱۳۸۳؛ برنات، ۱۹۸۶). در بین فاکتورهای مربوط به خاک نقش عناصر غذایی اهمیت بیشتری دارند چراکه این عوامل به راحتی قابل تغییر بوده و می‌توان با تغییر آن‌ها، تغییرات قابل توجهی در کمیت و کیفیت گیاهان دارویی ایجاد نمود (برنات، ۱۹۸۶). بنابراین استفاده از ورمی‌کمپوست که منبع غنی از عناصر پرمصرف، کم مصرف، ویتامین‌ها، آنزیم‌های و هورمون‌های محرک رشد گیاه است، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکرواورگانیزم‌های مفید خاک، سبب رشد گیاهان از جمله گیاهان دارویی می‌گردد (پرابها، ۲۰۰۷).

اثرات مفید قارچ میکوریزای آرباسکولار بر کارایی گیاه و سلامت خاک برای مدیریت پایدار اکوسیستم‌های کشاورزی ضروری و لازم هستند. با این وجود از زمان ابتدای انقلاب سبز به طورکلی به میکروارگانیزم‌های مفید خاک و به ویژه به قارچ میکوریزای آرباسکولار توجه کمتری شده است. قارچ میکوریزای آرباسکولار علاوه بر توانایی برقرار کردن یک رابطه هم‌زیستی با ۸۰ درصد از اندام‌های ریشه خانواده‌های گیاهی، رشد گیاهان را از طریق افزایش جذب فسفر قابل دسترس خاک و دیگر مواد غذایی لازم برای رشد را بهبود می‌بخشند، هم چنین آن‌ها با ایجاد ثبات در خاکدانه‌های خاک، فرسایش و اثرات تنش ناشی از عوامل زنده و غیره زنده خاک را کاهش می‌دهند (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). پژوهش حاضر جهت بررسی جایگزینی یک کود زیستی به جای کود شیمیایی در کشت گیاه دارویی آویشن انجام گرفت.

فصل دوم

مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱- تاریخچه

آویشن به عنوان یک گیاه ادویه‌ای از زمان‌های بسیار قدیم مورد استفاده قرار می‌گرفت (هورنوک، ۱۹۹۲). در مصر قدیم که واریته‌های مختلف آویشن رشد می‌یافتند، از آن برای خوشبو کردن خمیر و مومیایی استفاده می‌کردند. اگرچه یونانی‌ها نیز به همین منظور از آویشن بهره می‌جستند (استال و سائز، ۲۰۰۲).

در سال ۱۷۲۵، نئومن[۱] ماده مؤثر گیاه را کشف کرد و آن را کافورآویشن نامید. دانشمند دیگری به نام لالماند[۲] در سال ۱۸۵۳ نام این ماده را تیمول گذاشت. از این زمان به بعد، بررسی‌های متعددی بر روی اثر درمانی گیاه آویشن به عمل آمد و در معالجه بیماری‌های مختلف از آن استفاده شد (زرگری، ۱۳۷۲).

در ۱۹۷۳، باردئو[۳] بسیاری از خواص مفید آویشن را ذکر و بیان نمود که آویشن گیاهی است که مصرف آن برای حفظ سلامتی ضروری است و اگر فردی به جای مصرف یه فنجان قهوه در صبح، یک فنجان آویشن میل کند، به سرعت نتایج آن را مشاهده خواهد کرد که عبارت‌اند از سرزندگی، احساس سبکی معده، از بین رفتن سرفه‌های صبحگاهی و تقویت عمومی بدن (استال و سائز، ۲۰۰۲). برخی عقیده دارند که نام لاتین تیموس[۴] از کلمه یونانی تیو[۵] (عطر) مشتق شده است. عده‌ای دیگر معتقدند که ریشه این کلمه به کلمه یونانی تیمُوس[۶] بر می‌گردد (استال و سائز، ۲۰۰۲).

۲-۱-۱- خاستگاه و پراکنش

جنوب اروپا و نواحی مختلف مدیترانه خاستگاه بومی آویشن می‌باشد. البته این گیاه در کشور ما به طور وحشی دیده نشده است (زرگری، ۱۳۷۲) اما در دامنه‌های خشک وبین تخته سنگ‌های نواحی مدیترانه و مخصوصاً در کشورهای فرانسه، پرتغال، اسپانیا، ایتالیا، یونان و برخی نواحی آسیا و در نواحی نیمه خشک

---

[۱]-Neuman
[۲] -Lallemande
[۳] -Bardeau
[۴] -Thymus
[۵] -Thyo
[۶] -Thymos

کشور زلاندنو می‌روید (زرگری، ۱۳۷۲؛ بنتلی و تریمن، ۱۹۹۱؛ پیکال گیا و موروتی، ۱۹۹۴). گیاه آویشن، همه ساله به مقیاس وسیعی در کشورهای لهستان، چک، اسلواک، یونان، مجارستان، سوئیس، ترکیه و آمریکای غربی کشت می‌شود (سیلان و همکاران، ۱۹۹۴؛ هورنوک، ۱۹۹۲).

۲-۱-۲رده بندی و مشخصات گیاهی

۲-۱-۲-۱ رده بندی

آویشن گیاهی است متعلق به رده دو لپه‌ای‌ها[۷]، زیر رده گامپتال[۸]، راسته لامیال‌ها[۹] و تیره نعناعیان[۱۰] که از ۳ جنس مختلف هستند:

الف- زاتاریا[۱۱]: گونه‌ای از این جنس در جنوب ایران وجود دارد که به نام آویشن شیرازی یا آویشن پهن برگ معروف است. و گیاه خشبی با برگ‌های کوچک تقریباً گرد و ساقه‌های تقریباً سفید رنگ است. کاسه گل آن تخم مرغی لوله‌ای و دارای پنج دندانه مساوی کوچک است.

ب- زیزیفورا[۱۲]: دارای گونه‌ای است که به آویشن باریک برگ معروف است و از نظر شکل ظاهری به جنس تیموس شباهت دارد. صفات زیر، جنس زیزیفورا را از جنس تیموس جدا میکند:

۱ -در جنس زیزیفورا تعداد پرچم‌های بارور دو عدد ولی در تیموس چهار عدد است.

۲ -در جنس زیزیفورا کاسه گل لوله‌ای، دارای پنج دندانه تقریباً مساوی و کوتاه است ولی در جنس تیموس کاسه گل دارای دو لبه کاملاً مشخص است که لبه بالایی از سه دندانه کوتاه و لبه پایینی از دو دندانه باریک، بلند و مژه‌دار تشکیل شده است.

۷- Dicotyledone
۸ -*Gamopetales*
۹ -*Lamiales*
۱۰- *Lamiaceae*
۱۱-*Zataria*
۱۲ -*Ziziphora*

ج- جنس تیموس[۱۳]: گونه‌های این جنس به علت هیبریداسیون بین گونه‌ای بسیار متنوع‌اند. در فلور ایرانیکا ۱۷ گونه از این جنس گزارش شده است که ۱۴ گونه متعلق به کشور ایران است (جم‌زاد، ۱۳۷۳).

۲-۱-۲-۲- مشخصات گیاه شناسی

آویشن گیاه خشبی با شاخه‌های فراوان و چند ساله است (مؤمنی و شاهرخی، ۱۳۷۰؛ زرگری، ۱۳۷۲؛ پیکوریک و همکاران، ۱۹۹۵). ارتفاع این گیاه متفاوت و بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد (امید بیگی، ۱۳۸۳). یکی از مشخصات آویشن باغی آن است که ریشه‌های بلند، چوبی، منشعب بوده و ظاهری ناهموار دارد (زرگری، ۱۳۷۲؛ هورنوک، ۱۹۹۲؛ پوتیو اسکای، ۱۹۸۱). ، به سهولت در زمین‌های سخت ،درون تخته سنگ‌ها نفوذ می‌کند و گیاه را که ساقه‌های متعددش حالت فشرده به هم دارند، به خوبی ثابت نگه می‌دارد. آویشن، دارای ساقه‌های عمودی باریک و چهارگوش به ارتفاع ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر است که از قاعده رشد کرده و قسمت پایینی آنها چوبی است، در حالی که قسمت‌های فوقانی آن سبز رنگ بوده و انشعابات فراوانی دارد. سرشاخه‌ها علاوه بر برگ‌ها، از کرک‌های متراکم ظریفی پوشیده شده‌اند (هورنوک، ۱۹۹۲؛ بنتلی و تریمن، ۱۹۹۱). برگ‌ها متقابل، کوچک، نیزه‌ای شکل، بدون نوک، بدون دمبرگ به طول ۰/۵ تا ۱/۵ سانتی‌متر، دارای غده‌های فراوان حاوی اسانس وبه رنگ سبز خاکستری که سطح تحتانی آن‌ها کم رنگ‌تر است (برانتون، ۱۹۹۵؛ پراکاش، ۱۹۹۰). گل‌ها کوچک، متعدد و به رنگ‌های سفید، صورتی و ارغوانی که از کنار برگ‌ها در قسمت فوقانی و انتهای شاخه‌ها به دنبال یکدیگر ظاهر می‌کردند (ولاگ، ۱۳۷۰؛ بنتلی و تریمن، ۱۹۹۱؛ هورنوک، ۱۹۹۲). کاسه گل دارای دو لبه کاملاً مشخص است. لبه بالایی آن دارای سه دندانه کوتاه و نسبتاً پهن و لبه پایینی از دو دندانه بلند و باریک کاملاً مشخص تشکیل شده است. کاسه گل پوشیده از کرک‌های غده‌ای حاوی اسانس است. جام گل دارای دو لبه بوده و لوله آن که استوانه‌های شکل است کمی در کاسه گل پیشرفت کرده است (جم‌زاد، ۱۳۷۳؛ بنتلی و تریمن،

---

[۱۳] -*Thymus*

۱۹۹۱). گل‌های این گیاه حالت زینودیواسی[۱۴] دارد؛ یعنی در این گیاه، دو نوع گل یکی گل دو جنسی که معمولاً از نظر اندازه بزرگ‌ترند و دیگری گل‌های ماده که دارای پرچم‌های عقیم‌اند، مشاهده می‌شوند (زرگری، ۱۳۷۲؛ پیکوریک و همکاران، ۱۹۹۵، فوریا و بلانکا، ۱۹۹۵). پرچم‌ها چهارتایی هستند که در گل‌های ماده همه دارای طول یکسان با بساک‌های کوچک بوده و درون لوله جام گل مخفی می‌مانند. در گل‌های نر و ماده پرچم‌ها معمولاً از گل خارج می‌شوند و دو تا از آن‌ها بلندتر از دو تای دیگر است. بساک‌ها بنفش رنگ و کلیدی شکل است (جم‌زاد، ۱۳۷۳؛ هورنوک، ۱۹۹۱). تخمدان چهار قسمتی است (امید بیگی، ۱۳۷۴). در گل‌های ماده خامه نیز بلندتر است (بنتلی و تریمن، ۱۹۹۱). میوه فندقه به طول یک سانتی‌متر وبه رنگ قهوه‌ای است. بذور آویشن بسیار ریز بوده و وزن هزار دانه آن ۰/۲۵تا ۰/۲۸ گرم است (هورنوک، ۱۹۹۲). کل قسمت‌های گیاه بوی خوش و مطبوع دارد (زرگری، ۱۳۷۲؛ هورنوک، ۱۹۹۲).

۲-۱-۳- مواد مؤثر و ترکیبات شیمایی

۲-۱-۳-۱- مواد مؤثره

اسانس‌ها ترکیبات معطری‌اند که به علت تبخیر در دمای معمولی، روغن‌های فرار نامیده می‌شوند. شدت تبخیر آن‌ها به فشار بخار و درجه حرارات محیطی بستگی دارد. این مواد از بو و طعم خاصی برخوردارند و در آب غیر محلول‌اند با به سختی حل می‌شوند. اسانس‌ها از نظر شیمیایی ترپن هستند و یا منشاء ترپنی دارند (امید بیگی، ۱۳۸۴).

اسانس آویشن مایعی بی‌رنگ یا به رنگ زرد یا قهوه‌ای مایل به قرمز تیره است. این اسانس، سبک‌تر از آب بوده و دارای بویی مطبوع و طعمی تند است، در الکل و روغن‌های چرب حل و در مجاورت نور فاسد می‌شود. اسانس آویشن نیز مانند سایر اسانس‌ها، باید در محل خنک، در شیشه‌های در بسته و دور از نور نگهداری شود (مؤمنی و شاهرخی، ۱۳۷۰؛ زرگری، ۱۳۷۲؛ هورنوک، ۱۹۹۲).

[۱۴] -Gynodioecy

۲-۱-۳-۲- ترکیبات شیمایی

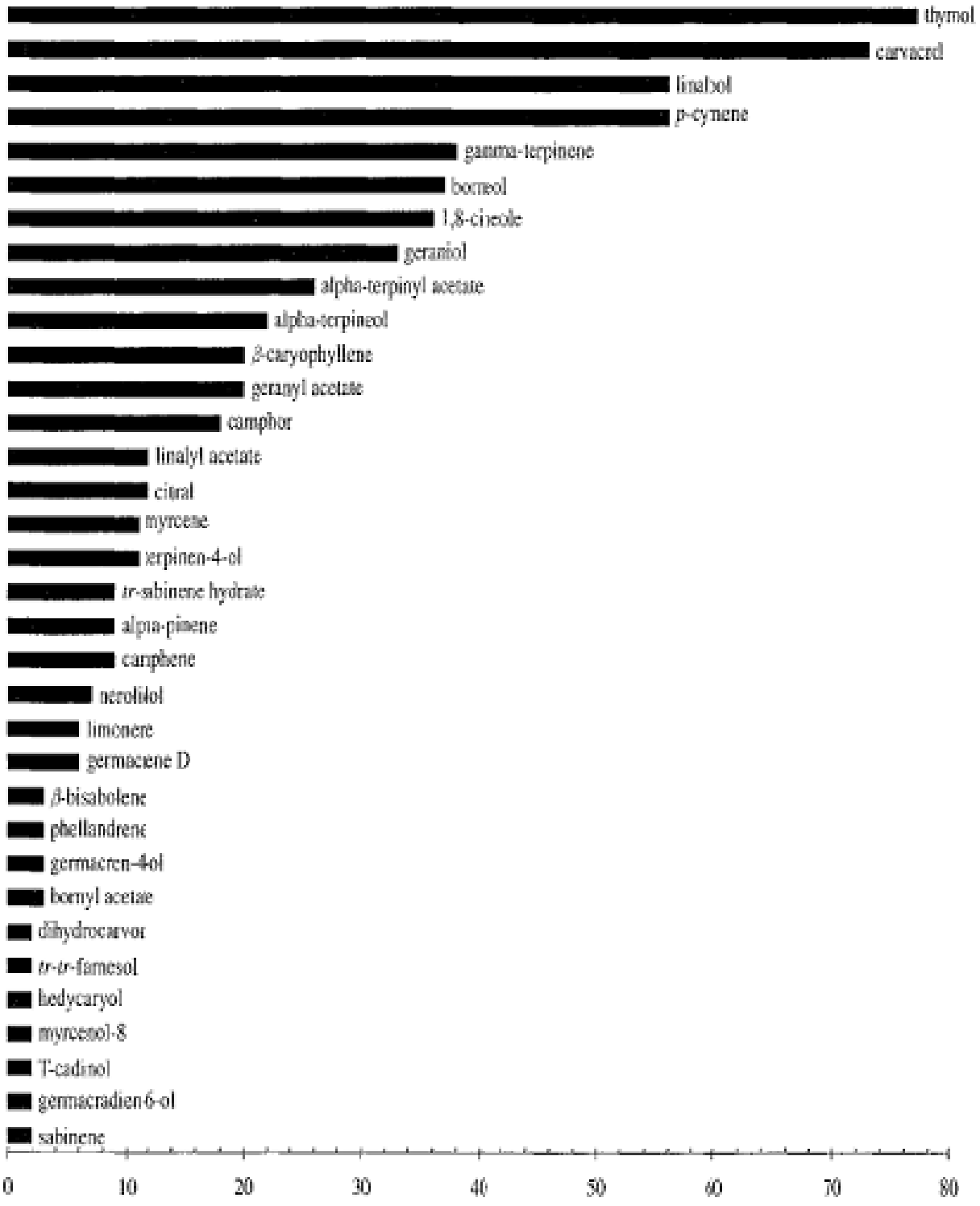
اولین گزارش از ترکیبات اسانس آویشن در سال ۱۹۶۰ ارائه شد و چند سال بعد مطالعه جامعی به صورت یک رساله دکتری توسط پُست انجام شد (استال و سائز ۲۰۰۲). اسانس آویشن مرکب از دو نوع ترکیب فنلی، یکی تیمول[۱۵] و دیگری کارواکرول[۱۶] می‌باشد که همراه با سمین، لینالول، پینن و پورنیل استات در اسانس یافت می‌شود (زرگری، ۱۳۷۲). تیمول یا اسید تیمیک به فرمول $C_{10}H_{14}O$ و به وزن مولکولی ۱۵۰/۲۱، ترکیب فنولی است که مهترین ماده دارویی این گیاه بوده و با عث شهرت این گیاه شده است (زرگری، ۱۳۷۲).

---

[۱۵]- Thymol
[۱۶]- Carvacrol

جدول۲-۱- ترکیبات موجود در ۱۰۰ گرم ماده خشک آویشن (پراکاش، ۱۹۹۰)

ترکیبات	مقدار
آب	۷/۸ گرم
انرژی	۲۵۷ تا ۳۵۰ کیلوکالری
پروتئین	٦۸ تا ۹/۱ گرم
چربی	٤/٦ تا ۷/٤ گرم
کربوهیدرات‌ها	٤۸ تا ٦۳/۹ گرم
پنتوزان	۱۲ تا ۱٦ گرم
فیبر	۱۹ تا ۲٤ گرم
خاکستر	۱۱/۷ تا ۱۳/۲ گرم
کلسیم	۱۸۹۰ گرم
آهن	۱۲٤ گرم
منیزیم	۲۲۰ گرم
فسفر	۲۰۱ گرم
پتاسیم	۸۱٤ گرم
سدیم	۵۵ گرم
روی	٦ گرم
نیاسین	۵ میلی گرم
ویتامین آ (به صورت بتاکاروتن)	۳۸۰۰ واحد



شکل۲-۱- ترکیبات موجود در اسانس آویشن بر اساس اهمیت (استال و سائز، ۲۰۰۲)

۲-۱-۴- محل‌های بیوسنتز و تجمع اسانس و مونوترپن‌ها

بیوسنتز و تجمع اسانس در کرک‌های غده‌ای آویشن انجام می‌گیرد. در آویشن دو نوع کرک غده‌ای مشاهده می‌شود:

۱ -کرک‌های غده‌ای سپری که دارای ۸ تا ۱۲ سلول فوقانی بر روی یک سلول پایه هستند.

۲ -کرک‌های غدهای کپه‌ای که شامل یک سلول فوقانی بر روی یک سلول پایه هستند.

کرک‌های غده‌ای سپری محل اولیه تجمع مونوترپن هستند و به طور کلی بیوسنتز و تجمع مونوترپن‌ها از جمله تیمول در کرک‌های غده‌ای سپری بسیار بیشتر از کرک‌های غده‌ای کپه‌ای است (یامورا و همکاران، ۱۹۹۲). دو تن از محققین ثابت کردند که در برگ‌های جوان آوشین تیمول از گاما-ترپینن در اثر آروماتیک شدن[۱۷] و هیدروکسیله شدن[۱۸] حاصل می‌گردد (یامورا، ۱۹۹۲).

۲-۱-۵- موارد استفاده از آویشن باغی

آویشن در صنایع داروسازی، غذایی، کنسروسازی و صنایع بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد (امید بیگی، ۱۳۷۳؛ امید بیگی، ۱۳۸۳).

۲-۱-۵-۱- استفاده‌های دارویی

۲-۱-۵-۱-۱- خواص درمانی

اختصاصات درمانی گیاه آویشن باغی شبیه گونه‌های دیگر آن ولی با اثر قوی‌تر است. در گذشته دم کرده

---

[۱۷]-Aromatization
[۱۸]-Hydroxylation

آویشن را برای درمان جراحات، خون مردگی و کبودی، زخم‌های عفونی و زخم‌های پوستی به کار می‌بردند. آویشن جریان خون را بهبود می‌بخشد و خون رسانی به پوست را افزایش داده و حالت مو را بهتر کرده و از کچلی جلوگیری می‌کند (استال و سائز، ۲۰۰۲).

بررسی‌ها نشان می‌دهند که مواد مؤثره موجود در پیکر رویشی این گیاه بر روی دستگاه گردش خون و مراکز عصبی اثر دارد، دامنه ضربان نبض بالا برده، قوای جسمانی را افزایش داده و عمل دستگاه هضم را تقویت می‌کند (زرگری، ۱۳۷۲).

آویشن به علت خاصیت خلط آوری و ضد عفونی کنندگی آن در درمان انواع بیماری‌های تنفسی مثل آنفولانزا، سرماخوردگی، ورم سینوس‌ها، برونشیت‌های حاد و مزمن، سل، سرفه و آسم مفید است (استال و سائز، ۲۰۰۶؛ گرونوالد و همکاران، ۲۰۰۶).

تیمول به علت دارا بودن اثر ضد عفونی کنندگی در عفونت روده، مسمومیت، و وبا مفید می‌باشد. هم‌چنین از آن به علت اثر ضد کرم، برای دفع کرم تریکوسفال، کرم کدو، کرمک و آنکی لوستوم (به صورت تنقیه) استفاده می‌شود (زرگری، ۱۳۷۲). در تحقیقی نشان داده شده که اسانس آویشن باعث افزایش تراکم مواد معدنی استخوان میشود و در درمان ناهنجاری‌های متابولیکی استخوان و برای نگه‌داشتن سلامتی استخوان مفید است (پوتنام و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین اسانس آویشن باعث تسریع انعقاد خون می‌شود (سامی، ۲۰۰۳).

۲-۱-۵-۱-۲- اشکال دارویی مورد استفاده

جوشانده سرشاخه‌های گیاه به صورت لوسیون، کمپرس و غیره در محل کوبیدگی اعضا، دررفتگی‌ها، آماس و همچنین در محل دردناک نقرس و رماتیسم، مخصوصاً در رماتیسم‌های مزمن اشخاص سالخورده استفاده می‌شود (زرگری، ۱۳۷۲).

پماد حاصل از اسانس این گیاه، در بعضی از بیماری‌های پوستی مخصوصاً زونا مفید است (زرگری، ۱۳۷۲؛ بنتلی و تریمن، ۱۹۹۱). در استعمال خارجی، از تیمول به عنوان یک ماده ضد عفونی کننده قوی استفاده به عمل می‌آید. تیمول در فرمول خمیر دندان‌ها و محلول‌های غرغره مخاط دهان، وارد می‌شود (زرگری، ۱۳۷۲). در حال حاضر صنایع داروسازی تعدادی از کشورهای غربی از مواد مؤثره این گیاه داروهای متعددی ساخته و به بازار دارویی عرضه می‌کنند. مهم‌ترین این داروها عبارتند از: کنپ، برونشیکوم، تیمیان کورادینا، اسپکتون. در ایران نیز میتوان به شربت توسیان، قطره توسیگل، قطره توسیوین، قطره تیم آرتا، شربت تیمکس، شربت تیمیان و شربت برونکوتیدی اشاره کرد (امید بیگی و باستان، ۱۳۸۴).

۲-۱-۵-۲- استفاده در صنایع غذایی

آویشن در گذشته به عنوان چاشنی استفاده می‌شد و امروزه در غذاهایی مانند سوسیس، گوشت، پیتزا، کیک و نان مصرف می‌گردد (احمِد، ۲۰۰۱). این گیاه را می‌توان به سس، سوپ و ماهی افزود و برگ‌های تازه آن به سالاد طعم خوبی می‌دهند (استال و سائز، ۲۰۰۲). هم‌چنین در تهیه زیتون شور و چای گیاهی نیز کاربرد دارد (پراکاش، ۱۹۹۰). در صنایع تهیه ترشی از جمله خیار ترش به عنوان چاشنی مورد مصرف دارد (هورنوک، ۱۹۹۲). اسانس آویشن به علت داشتن خواص ضد میکروبی می‌تواند به عنوان نگهدارنده مواد غذایی به کار رود (اسچلز و همکاران، ۲۰۰۶؛ فودا و همکاران، ۲۰۰۶؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ سدا و مودام، ۲۰۰۰).

۲-۱-۵-۳- استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی

اسانس آویشن در صنایع بهداشتی و آرایشی کاربرد وسیعی دارد (هورنوک، ۱۹۹۲). این اسانس به دلیل داشتن اثرات ضد عفونی کنندگی در برخی مواد نظیر بو گیرها، صابون‌ها، مواد شوینده، کرم‌های آرایشی، خمیر دندان و دهانشویه استفاده می‌شود (مؤمنی و شاهرخی، ۱۳۷۰؛ ساعد، ۱۳۷۰؛ زرگری، ۱۳۷۳؛ بنوکزی و همکاران، ۱۹۹۵).

۲-۱-۶- نیازهای اکولوژیکی

کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی اگرچه بیشتر تحت تأثیر هدایت فرآیندهای ژنتیکی گیاه می‌باشد ولی عوامل محیطی نیز نقش عمده‌ای دارند و سبب بروز تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و میزان مواد مؤثره می‌شوند. محصول گیاهان دارویی زمانی اقتصادی است که ماده مؤثره آن حداکثر باشد که این حداکثر ماده مؤثره از ترکیب اصلاح ژنتیکی و روش‌های به زراعی به دست می‌آید (امید بیگی، ۱۳۸۴؛ هورنوک و ساکی، ۱۹۸۶).

مشخص شده که عوامل زراعی تأثیر زیادی بر کمیت و کیفیت اسانس دارند و شرایط رشد مانند اوضاع جوی، آب و تغذیه در طول برداشت و شرایط نگه‌داری و فرآوری، میزان محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ به همین دلیل ضروری است که سطح بهینه عوامل کشاورزی مؤثره بر رشد و تولید گیاه تعیین شود (گودنرو و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۱-۷- نور

خصوصیات نور (شدت، مدت و کیفیت) بر روی تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی نقش عمده و اساسی دارد و تجمع اسانس در گیاه به طور مستقیم و غیر مستقیم به نور وابسته است. نقش اکوفیزیولوژیک روشنایی در تولید متابولیت‌های ثانویه، نقش اساسی است. فعالیت گیاهان در سنتز متابولیت‌های دارویی تحت تأثیر وضعیت‌های نوری مختلف تغییر می‌کند و کیفیت، شدت و مدت نور هر یک به تنهایی می‌توانند تأثیری عمده‌ای بر وضعیت متابولیت‌های ثانویه بر جای بگذارد (امید بیگی، ۱۳۷۴). آویشن گیاهی نور پسند است که در شرایط آفتابی و شیب‌های جنوبی رشد مطلوبی دارد. نور در ایجاد کرک‌های غده‌ای سپری نقش دارد، جایی که محل اولیه تجمع مونوترپن‌ها است (امید بیگی، ۱۳۸۴).

۲-۱-۸- درجه حرارت

درجه حرارت یکی از عوامل اکولوژیک محدود کننده رویش گیاهان بوده و نه تنها تأثیر بسزایی در رویش و انتشار آن‌ها دارد بلکه در سنتز مواد مؤثره گیاهان دارویی نیز بسیار مؤثر می‌باشد (امید بیگی، ۱۳۷۳). آویشن گیاهی گرما پسند و حساس به سرمای زمستانه است (کراکر و سیمون، ۱۹۸۸؛ هورنوک، ۱۹۹۲).

۲-۱-۹- رطوبت

از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثره محیطی بر رشد، نمو و میزان ماده مؤثره گیاهان دارویی رطوبت می‌باشد. به طوری که کمبود رطوبت صدمات زیادی بر رشد، نمو و مواد مؤثر گیاهان دارویی وارد می‌کند (امید بیگی، ۱۳۸۴).

دو تن از محققین گزارش کردند که در آویشن وقتی رطوبت خاک ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه باشد نسبت به ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه، موم روی کوتیکول افزایش و تنفس کاهش می‌یابد. در رطوبت بالاتر تولید وزن خشک افزایش مییابد (لت‌چامو و گاسلین، ۱۹۹۵؛ لت‌چامو و کوسلین، ۱۹۹۶). با این حال، رطوبت و آبیاری زیاد نه تنها برای رویش این گیاه مناسب نیست، بلکه سبب کاهش کمیت و کیفیت اسانس آویشن می‌گردد (امید بیگی، ۱۳۸۳).

۲-۱-۱۰- خاک

خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک بر نحوه رشد و نمو و هم‌چنین میزان مواد مؤثره گیاهان تأثیر بسزایی دارد (امید بیگی، ۱۳۸۴؛ امید بیگی، ۱۳۷۳).

بهترین خاک برای کاشت آویشن، خاکی با بافت متوسط، دانه‌بندی کوچک، ظرفیت مناسب انتقال آب، تهویه خوب، حاوی ترکیبات کلسیم و با ضخامت زیاد سطح الارض و غنی از مواد غذایی است. و در خاک رسی سنگین مقدار اسانس آویشن به شدت پایین می‌آید (امید بیگی، ۱۳۸۳؛ پراکاش، ۱۹۹۰). اسیدیته

خاک برای کشت آویشن باغی بین ۴/۵ تا ۸ مناسب است (امید بیگی، ۱۳۸۳). برای کشت آویشن باید خاک مزرعه را در فصل پاییز شخم عمیق زده و در فصل بهار سطح خاک را نرم و مسطح کرد. این گیاه در خاک‌های ضعیف رشد خوبی ندارد (هورنوک، ۱۹۹۲).

۲-۱-۱۰-۱- مواد و عناصر غذایی خاک

استفاده مناسب عناصر غذایی در کشت گیاهان دارویی سبب افزایش کیفیت و کمیت مواد مؤثره و همچنین عملکرد بیشتر میشود (امید بیگی، ۱۳۸۴). آویشن وجود مقدار مواد آلی و عناصر معدنی در خاک را ترجیح میدهد. افزودن مواد و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به خاک باید با دقت انجام گیرد؛ زیرا مواد غذایی فراوان یا کمبود این مواد در خاکهایی که آویشن کشت میشود، مناسب نیست و در هر دو حالت سبب کاهش عملکرد پیکر رویشی و اسانس میشود (امید بیگی، ۱۳۸۳).

مصرف ۲۰ تا ۳۰ تن کود حیوانی قبل از کشت، ۵۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، فسفر و ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به هنگام تهیه بستر در سال اول و هم‌چنین ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در بهار یا پاییز سال‌های بعد توصیه می‌شود (هورنوک، ۱۹۹۲).

۲-۱-۱۱- زراعت

۲-۱-۱۱-۱- کاشت

آویشن را توسط بذر یا از طریق رویشی می‌توان تکثیر کرد. کشت توسط بذر به دو روش مستقیم و غیر مستقیم انجام می‌گیرد.

کشت مستقیم: بذر را در زمان مناسب به صورت ردیفی در زمین اصلی کشت می‌کنند. مقدار بذر مورد نیاز برای هر هکتار زمین پنج تا شش کیلوگرم است. به لحاظ کوچک بودن بذر و هم‌چنین از آن جا که گیاهان رویش یافته از بذر رشد و نمو کندی دارند، لذا کشت مستقیم در سطوح کوچک توصیه می‌شود. در کشت مستقیم بهتر است بذرها در طول ردیف به صورت متراکم کاشته شوند و پس از رویش بوته‌ها را به تعداد مناسب تنک کرد.

کشت غیرمستقیم: در این روش بذرها را فواصل مناسب در خزانه‌ی هوای آزاد که بستر آن برای کشت آماده شده است کشت می‌کنند. چون بذر آویشن بسیار کوچک است لذا، جهت تسریع در کاشت و هم‌چنین یکنواختی تراکم بذرها در ردیف‌ها بهتر است به نسبت یک به سه با ماسه‌ی نرم (یک قسمت بذر و سه قسمت ماسه) مخلوط شود. وقتی نشاءها از ریشه‌های مناسبی به طول ۵ تا ۷ سانتی‌متر بودند به سهولت قادرند شوک حاصل از انتقال را تحمل کنند.

تکثیر رویشی: تکثیر رویشی با تقسیم بوته انجام می‌گیرد. پس از خارج کردن گیاهان دو یا سه ساله‌ی سالم و عاری از هر گونه آلودگی قارچی از خاک هر بوته را به چند قطعه تقسیم کرده و در زمین اصلی کشت می‌کنند (امید بیگی، ۱۳۷۵).

۲-۱-۱۱-۲- داشت

هیچ علف کشی برای استفاده روی آویشن ثبت نشده است و فقط تحقیقات محدودی در این زمینه انجام گرفته است (مک‌گیم‌پسی، ۱۹۹۳). در کشت و کار آویشن به علت کندی رشد، مبارزه با علف‌های هرز ضروری است. در هنگام انتقال نشاء می‌توان از علف‌کش رونستار به میزان ۷ تا ۸ لیتر در هکتار پس از تهیه بستر استفاده کرد. (هورنوک، ۱۹۹۲). علف‌های هرز باید ۴ تا ۵ مرتبه حذف شوند. کشت و کار آویشن نیاز به حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰ ساعت کار در هکتار دارد که نصف بیشتر این زمان مربوط به حذف علف‌های هرز است (استال و سائز، ۲۰۰۲).

۲-۲- استفاده از کودهای زیستی گامی مهم در رسیدن به کشاورزی پایدار

امروزه مصرف کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است (شریفی، ۱۳۷۷). در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (گوست و بهت، ۱۹۹۸). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه به پایداری سیستم های کشاورزی در دراز مدت نیز منجر شود (مورتی و لادها، ۱۹۸۸).

از زمانی که در کشاورزی علاوه بر واژه‌های تولید و افزایش بهره‌وری از گیاهان، واژه پایداری نیز اضافه شد، توجه دانشمندان به سوی مواد بیولوژیک افزایش یافت (خاوری، ۱۳۷۷). در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار برخوردار است (مِهناز و لازارویتس، ۲۰۰۶).

از آنجایی که مدیریت خاک از عوامل اصلی در رسیدن به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود، لذا جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی خصوصاً کودهای نیتروژن و فسفات با کودهای زیستی، بشر را در دستیابی به این هدف و تولید پایدار محصولات کشاورزی یاری می‌نماید. مصرف کودهای زیستی بدون نگرانی از اثرات سوء زیست محیطی غالباً موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و حاصلخیزی خاک‌ها را افزایش می‌دهد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰). اهمیت استفاده از این کودها در تولید گیاهان دارویی نسبت به سایر محصولات زراعی بیشتر قابل توجه می‌باشد، زیرا رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی در جهت بهبود کمیت و کیفیت ماده مؤثر با حفظ سلامت ترکیبات آن‌ها است. این مزایا حاصل حمایت از رشد و نمو بدون بهره‌گیری از نهاده‌های شیمیایی و با مصرف کودهای زیستی می‌باشد (خاوازی وهمکاران، ۱۳۸۴). برخی از کودهای زیستی می‌توانند با القای مقاومت سیستمیک در گیاه و سنتز انواع آنتی بیوتیک‌ها و تشکیل خاکدانه‌های مناسب به بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهچه نیز کمک

می‌کنند (وسی، ۲۰۰۳). از انواع کودها می‌توان به قارچ میکوریزا و ورمی‌کمپوست اشاره کرد. قارچ‌های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (شرما، ۲۰۰۲). استفاده از ورمی‌کمپوست به عنوان کود آلی نمونه‌ای از توجه به سمت کشاورزی پایدار است (سوتار، ۲۰۱۰).

۲-۳- قا رچ میکوریزای آرباسکولار

قارچ AM نه تنها توانایی برقرار کردن یک رابطه هم‌زیستی با ۸۰ درصد از اندام‌های ریشه خانواده‌های گیاهی را دارند، بلکه رشد گیاهان را از طریق افزایش جذب فسفر قابل دسترس خاک و دیگر مواد غذایی پایدار لازم برای رشد گیاه را بهبود می‌بخشند، هم چنین آن‌ها در ثبات خاک دانه‌های خاک، در جلوگیری از فرسایش وکم کردن اثرات تنش ناشی از عوامل زنده و غیره زنده خاک مؤثر هستند (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). اثرات مفید قارچ AM بر کارکرد گیاه و سلامت خاک برای مدیریت پایدار اکوسیستم‌های کشاورزی ضروری هستند (جفریس و همکاران، ۲۰۰۳؛ باریوس و همکاران، ۲۰۰۷).

اثرات مفید قارچ میکوریزا آرباسکولار بر کارایی گیاه و سلامت خاک برای مدیریت پایدار اکوسیستم‌های کشاورزی ضروری و لازم هستند. با این وجود از زمان ابتدای انقلاب سبز به طورکلی به میکروارگانیزم‌های مفید خاک و به ویژه به قارچ میکوریزا آرباسکولار توجه کمتری شده است.

۲-۳-۱- تاریخچه تکاملی قارچ میکوریزا آرباسکولار

تاریخچه تکاملی گیاهان زمین دقیقاً با تکامل قارچ AM پیچیده شده است. اولین شواهد برای وجود گلومرومایست از اسپورها و هیف‌های مشاهده شده در فسیل‌های دووینن می‌آید، که قدمت برخی به ۴۶۰ میلیون سال پیش بر می‌گردد (ریدکر و همکاران، ۲۰۰۰). در این زمان، گیاهان زمین در مراحل اولیه

تکاملی بودند (گنسل و همکاران، ۲۰۰۸). ساختارهایی مثل آرباسکول در فسیل‌های گیاهی از دوره‌ی دووینن (۴۰۰ میلیون سال پیش) حضور احتمالی تجمع AM را نشان می‌دهد (رمی و همکاران، ۱۹۹۹) و اگرچه در این زمان گیاهان هنوز از لحاظ ریشه تکامل نیافته بودند، هم‌چنین وجود AM قدیمی‌تر از ریشه‌های واقعی است (رس- نبلسیک و کورناد، ۲۰۰۳).

۲-۳-۲- قارچ میکوریزا ثبات خاک را افزایش می‌دهد.

در طول توسعه AM، یک شبکه منشعب شده از هیف‌های قارچی درون اطراف خاک که می‌تواند به ۳۰ متر در هر یک گرم خاک برسند تشکیل می‌شود (کاواگنارو و همکاران، ۲۰۰۵؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۰۹). این شبکه می‌تواند۵۰ درصد از مسیلیوم‌های خاک را بسازد (ریلیگ و همکاران، ۲۰۰۲) در نتیجه یک بخش عمده‌ای از زیست توده خاک را افزایش می‌دهد (لیک و همکاران، ۲۰۰۴). شبکه مسیلیومی می‌تواند در ثبات و نگه‌داری آب در خاک شرکت کند (بدینی وهمکاران، ۲۰۰۹). ترکیبی از شبکه گسترده هیف‌ها و ترشح گلومالین یک عنصر مهم در کمک به پایداری خاکدانه در نظر گرفته می‌شوند (اندراد و همکاران، ۱۹۹۸؛ ریلینگ و مومی، ۲۰۰۹)، در نتیجه منجر به افزایش پایداری ساختمان و کیفیت خاک می‌شود (بدینی و همکاران، ۲۰۰۹؛ کاراواکا و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۳-۳- فوائد رابطه همزیستی با قارچ میکوریزا

۲-۳-۳-۱- افزایش تحمل گیاه زراعی در برابر تنش‌های غیر زنده با حضور قارچ میکوریزا

تنش‌های زنده باعث خسارات گسترده‌ای به تولیدات کشاورزی می‌شود. تخلیه مواد معدنی، خشکی، شوری، فلزات سنگین یا گرما مشکلات مهمی در بسیاری از نقاط دنیا، به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک هستند (اولین و همکاران، ۲۰۰۹). پتانسیل AM در افزایش تحمل گیاه در شرایط تنش غیر زنده در مدت زمان طولانی شناخته شده است (اسمیت و رید، ۲۰۰۸) و دستکاری آن‌ها در سیستم‌های

کشاورزی پایدار از اهمیت فوق العاده‌ای برای کیفیت خاک و تولیدات زراعی تحت شرایط آب و هوایی سخت خواهد بود (لال، ۲۰۰۹). مطالعات اخیر نشان می‌دهد، همکاری میکروارگانیزم‌های مفید خاک و قارچ میکوریزا باعث بهبود تحمل گیاه زراعی در برابر شرایط تنش غیر زنده و رشد گیاه تحت تنش خشکی می‌شود (مارولندا- آگیور و همکاران، ۲۰۰۸؛ مارولندا و بارآ، ۲۰۰۹). عده‌ای از محققین معتقدند این قارچ‌های هم‌زیست ریشه توانایی بهبود بخشیدن روابط آبی گیاه را داشته و باعث افزایش جذب آب از خاک می‌شوند (دیویس و همکاران، ۱۹۹۲). در گیاهان میکوریزی غلظت پتاسیم بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی می‌باشد و بدین ترتیب با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم هم‌زیستی میکوریزی گیاه را در برابر اثرات منفی سدیم محافظت می‌کند در نتیجه استفاده از قارچ گلوموس باعث افزایش رشد در شرایط شوری می‌شود (پاس و همکاران، ۱۹۸۵). قارچ میکوریزا تنش شوری را در مزارع درخت زیتون در اسپانیا و در مناطق خشک شمال آفریقا کاهش می‌دهد (بومری و همکاران، ۲۰۰۶؛ پوراس- سوریانو و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۳-۳-۲- محافظت گیاهان در برابر تنش‌های زنده توسط AM

به منظور محدود کردن گسترش آفات که عامل خسارت‌های بزرگ در عملکرد گیاهان هستند برنامه‌های اصلاحی به منظور به دست آوردن گیاهان مقاوم به بیماری در کشاورزی استفاده می‌شود. به هر حال آفت‌کش‌ها تنها تا حدودی بر علیه بیماری‌ها موثر هستند. علاوه بر این آن‌ها بر سلامتی انسان و محیط زیست مضر می‌باشند.(گیانینازی، ۲۰۱۰). مطالعات متعدد نشان داده‌اند، تأثیر مفید قارچ AM در افزایش تحمل گیاه به تنش زنده ناشی از تعامل پاتوژن‌های منتقله از خاک با خیلی از گونه‌های گیاهی می‌باشند. همواره این برای تعدادی از قارچ‌های بیماری‌زا هم‌چون *Fusarium, Rhizoctonia, Phytophthora Aphanomyces, Thievalopsis Verticllium* و *Phthium* هم‌چنین نماتدهایی از جنس *Pratylenchus, Meloidogyne, Heterodera* و *Radopholus* نشان

داده‌شده است. (هریر و واتسون، ۲۰۰۴؛ ویپس، ۲۰۰۴؛ هااو و همکاران، ۲۰۰۹). حتی در جایی که هیچ اثر مثبت فوری در رشد بوته و عملکرد وجود نداشته باشد، کاهش در توسعه بیماری می‌تواند برای کاهش جمعیت پاتوژن در خاک مفید باشد. به طور کلی محافظت زیستی هم‌چون یک نظام اکوسیستمی برای کشاورزی پایدار تحمل بسیاری از گیاهان میکوریزی را در برابر بیماری‌های ریشه فراهم می‌کنند (گیانینازی، ۲۰۱۰).

۲-۳-۳-۳- قارچ AM نیاز برای ورودی‌های کود فسفات را کاهش می‌دهد

فسفات از مواد غذایی معدنی ضروری برای رشد گیاه و یکی از سه مواد مغذی معدنی اصلی مورد استفاده در کشاورزی است. منابع سنگ فسفات محدود هستند و بسیاری از معادن سنگ فسفات در حدود صد سال تخلیه خواهند شد (هرینگ و فانتل، ۱۹۹۳). یک ریشه‌ی میکوریزایی نسبت به ریشه‌ی غیر میکوریزایی کارایی بیشتری در جذب فسفر داد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). کاربرد اضافی کودهای فسفاته یکی از علت‌های مهم انباشتگی آب است، و بنابراین بهبود کارایی جذب فسفات به وسیله‌ی ریشه گیاهان یک اولویت است. فسفات معدنی ظرفیت انتشار خیلی محدودی دارد و جذب سریع آن از محلول خاک توسط ریشه‌های گیاه، مناطق تخلیه فسفر در سطح ریشه را ایجاد می‌کند که در نتیجه کاهش مستقیم جذب فسفر به وسیله‌ی گیاه می‌باشد (مارشنر و دِل، ۱۹۹۴؛ روز و فاولر، ۲۰۰۴). تحت شرایط مزرعه‌ای، ارزیابی شده است که یک کاهش ۸۰٪ از کود فسفاته توصیه شده می‌تواند به وسیله تلقیح با قارچ میکوریزا آربوسکولار تأمین شود (جاکوبسن، ۱۹۹۵).

۲-۳-۳-۴- تأثیر میکوریزا روی فعالیت میکروارگانیزم‌ها

تلقیح میکوریزا آربوسکولار باعث افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌های تثبیت کننده ازت می‌شود که احتمالاً به خاطر بهبود تغذیه و عرضه بیشتر عناصر غذایی است (رجالی، ۱۳۸۲). همچنین باعث افزایش تشدید فعالیت میکروارگانیزم‌های حل کننده فسفات می‌شود (رجالی، ۱۳۸۲). میکوریزا آربوسکولار از طریق

ترشح بعضی متابولیت‌ها می‌تواند اثر مهار کنندگی بر فعالیت برخی از میکروارگانیزم‌ها داشته باشد. فعالیت بعضی از میکروارگانیزم‌های ریزوسفری در حضور میکوریزا آربوسکولار افزایش می‌یابد که دلیل بر اثرات متقابل بین آن است (دمبرگ و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۳-۴- قارچ میکوریزا کیفیت گیاه را برای سلامت انسان افزایش می‌دهد

مقدار مواد معدنی و متابولیت‌های ثانویه گیاهان زراعی مورد استفاده به عنوان غذا یا درمان‌های گیاهی می‌توانند در جلوگیری از بیماری‌هایی مانند: سرطان، قلبی عروقی، بازسازی سلول‌های عصبی یا عفونت‌های میکروبی، مفید باشند (سیرام، ۲۰۰۸؛ کیومینگ و کواکیک، ۲۰۰۹). به عنوان مثال کمبود روی سیستم ایمنی بدن، دستگاه گوارش، توسعه سلول‌های خون، متابولیسم هورمون تیروئید و هم‌چنین لوزالمعده، کبد و فعالیت مغز را تغییر می‌دهد و می تواند خطرات دیابت، بیماری عروقی و سرطان را افزایش دهد (کیومینگ و کواکیک، ۲۰۰۹). تقریباً ۳۰ درصد خاک‌های دنیا دچار کمبود روی هستند، به ویژه در مناطق گرمسیری و این منجر به کاهش عملکرد و مقدار روی در تولیدات گیاهان زراعی می‌شود، در نتیجه در رژیم غذایی ناکافی روی یک اثر منفی بر سلامت انسان دارد. در طی مطالعات متعدد گزارش شده‌است که AM می‌توانند جذب روی به وسیله گیاهان را حتی تحت شرایط مزرعه‌ای افزایش دهد (کاواگنارو، ۲۰۰۸). واضح است که همزیستی میکوریزا که باعث تحریک سنتز متابولیت‌های ثانویه گیاه می‌شود برای افزایش تحمل گیاه به تنش‌های زنده و غیر زنده مفید می‌باشند هم‌چنین برای سلامت انسان از طریق فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی مفید، مناسب می‌باشند (گیانینازی، ۲۰۱۰). افزایش ۹۵ درصدی غلظت آرتمیسین در برگهای درمنه (*Artemisia annua*) میکوریزی (چود هری و همکاران، ۲۰۰۸) هم از لحاظ درمانی و هم از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و به عنوان بهترین درمان برای مالاریا بدون عارضه، به عنوان بخشی از درمان تکمیلی استفاده می‌شود (کیربی و کسلینگ، ۲۰۰۹). به هر حال مهم است که به یاد داشته باشیم، اثر مفید قارچ AM بر مواد معدنی گیاه و محتوی متابولیت‌های

ثانویه نه تنها به گونه قارچ میکوریزا وابسته است بلکه به ژنوتیب گیاه و رژیم کودی نیز وابسته می‌باشد (چود هری و همکاران، ۲۰۰۸؛ گیانینازی و همکاران، ۲۰۰۸؛ خوآسد و همکاران، ۲۰۰۶؛ پرنر و همکاران، ۲۰۰۸؛ سایلو و باگی راج، ۲۰۰۵؛ توساینت و همکاران، ۲۰۰۷).

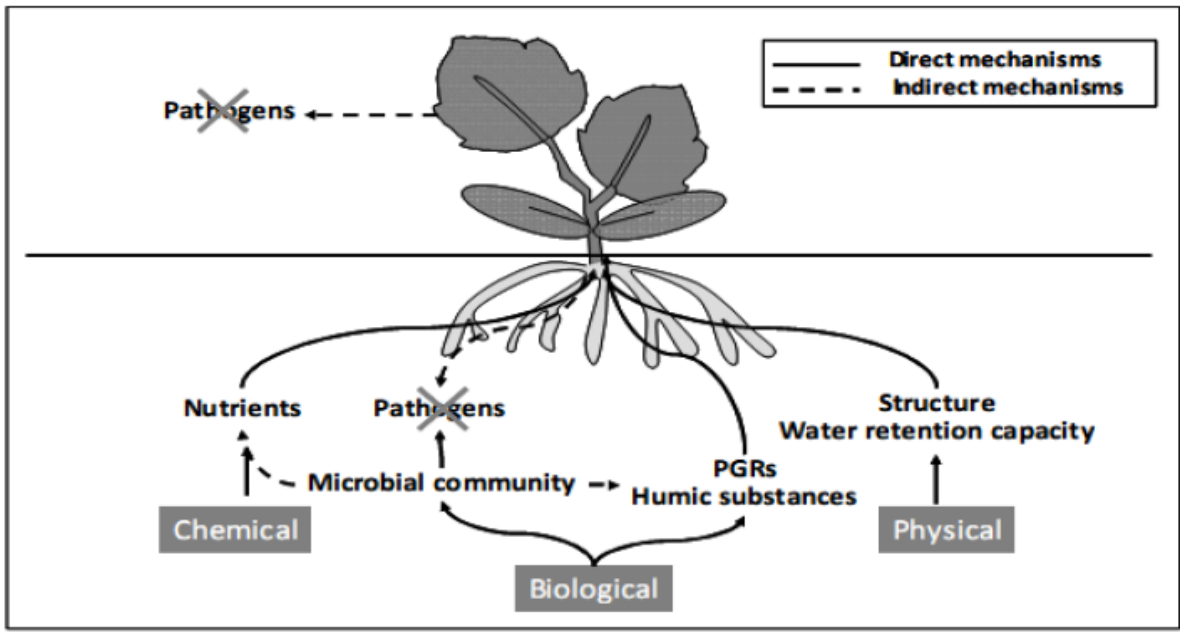
۲-۴- ورمی‌کمپوست

ورمی‌کمپوست شامل تولیداتی است که در اثر فعالیت کرم‌های خاکی در طیف وسیعی از مواد زائد آلی می‌باشد (اِوینش، ۲۰۱۱). در تعریفی دیگر ورمی‌کمپوست یک فرآیند بیوتکنولوژی است که در آن کرم‌ها برای تبدیل مواد زائد آلی به هوموس به کار گرفته می‌شوند. برخی از گونه‌های کرم خاکی قادر به مصرف طیف وسیعی از مواد زائد آلی از جمله لجن فاضلاب، مواد زائد حیوانی، باقی مانده‌های کشاورزی، زباله‌های داخلی و زباله‌های صنعتی هستند (یاداو و گارگ، ۲۰۱۱).

برخلاف کمپوست، ورمی‌کمپوست تحت شرایط مزوفیلیک تولید می‌شوند، و اگرچه میکروارگانیزم‌ها موادآلی بیوشیمیایی را کاهش می‌دهند، کرم‌های خاکی گردانندگان حیاتی فرآیند هستند. کرم‌های خاکی هم‌چون بلندرهای (مخلوط‌کن) مکانیکی عمل می‌کنند، و با تجزیه کردن مواد آلی وضعیت فیزیکی و شیمیایی آن را تغییر می‌دهند و به تدریج نسبت C/N را کاهش و فضای بیشتری را در معرض میکروارگانیزم‌ها می‌گذارند و بنابراین شرایط مناسبی برای فعالیت میکروبی و تجزیه بیشتر فراهم می‌کنند (دومینگز و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۴-۱- تنظیم مکانیزم‌های رشد گیاه

ورمی‌کمپوست غنی از مواد مغذی و میکروبیولوژی فعال است و زمانی که به بوته‌های در حال کشت اضافه شود ممکن است رشد گیاه را به طور مستقیم یا غیر مستقیم از طریق مکانیسم‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مختلف تغییر دهد.



شکل۲-۴-۱- برخی از مکانیسم‌های پیشنهادی شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی که ورمی‌کمپوست ممکن است به طور مستقیم یا غیر مستقیم تأثیر بگذارد (لازکانو و دومینگز، ۲۰۱۱).

۲-۴-۱-۱- مکانیسم‌های مستقیم

در مورد اثرات مستقیم بر رشد گیاه، ورمی‌کمپوست منبعی از مواد ماکرو و میکرو را برای گیاه تشکیل می‌دهد. اگرچه برخی از این مواد مغذی به شکل معدنی و به راحتی در دسترس گیاه هستند، اما بیشتر آنها به تدریج و آهسته از طریق معدنی شدن مواد آلی آزاد می‌شوند (چائوی و همکاران، ۲۰۰۳). به هر حال در مقایسه با کودهای شیمیایی، مقدار مواد غذایی فراهم شده ممکن است تا حد زیادی به مواد خام اولیه، زمان فرآیند و بلوغ ورمی‌کمپوست بستگی داشته باشد (کامپیتلی و کِپی، ۲۰۰۸).

مطالعاتی که توسط آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) و سینگ و همکاران (۲۰۰۸) انجام گرفت، افزایش قابل توجهی در رشد و بهره‌وری توت فرنگی‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست در مقایسه با توت فرنگی‌های تیمار شده با کودهای معدنی نشان داد. علاوه بر این، بسیاری از مطالعات نشان داده است که افزایش در رشد و عملکرد اغلب شامل تغییر در توسعه گیاهی و یا مورفولوژی گیاهی مانند افزایش سطح برگ، حجم ریشه و شاخه می‌باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ لازکانو و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۴-۱-۲- مکانیسم‌های غیر مستقیم

از اثرات غیر مستقیم ورمی‌کمپوست بر رشد گیاه، می‌توان به کاهش و یا جلوگیری از بیماری‌های گیاهی اشاره کرد. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که ورمی‌کمپوست می‌تواند طیف گسترده‌ای از بیماری‌های میکروبی، حشرات و نماتد انگلی گیاهی را سرکوب کند.

ادواردز و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردند که اثر سرکوب توسط انواع مختلفی از ورمی‌کمپوست در چندین پاتوژن گیاهی مانند *Phthium*، قارچ *Verticillium*، *Rhizoctonia*، *Plectoporium* بعد از سترون سازی (گندزدایی) ورمی‌کمپوست اعمال شد. و به این نتیجه رسیدند که سرکوب بیماری ممکن است مربوط به حضور سرکوبگرانه عوامل بیولوژیکی در ورمی‌کمپوست باشد.

برخی از اثرات غیر مستقیم ورمی‌کمپوست مربوط به تغییر در خواص میکروبیولوژیکی خاک و یا کشت گلخانه‌ای است. ورمی‌کمپوست یک اثر قوی بر جامعه میکروبی مواد زائد آلی اولیه دارد (دومینگز و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین ورمی‌کمپوست یک ساختار جامعه میکروبی متفاوت نسبت به مواد زائد اولیه، با بیوماس و فعالیت کمتر دارد اما تنوع سوخت و ساز را افزایش می‌دهد (لورس و همکاران، ۲۰۰۶؛ آیرا وهمکاران، ۲۰۰۷).

۲-۴-۲- تأثیر ورمی‌کمپوست بر رشد، عملکرد کمی وکیفی گیاهان

مامو و همکاران (۱۹۹۸) مزیت کاربرد ورمی‌کمپوست به تنهایی را در رابطه با سایر کمپوست‌های آلی به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست بیان کردند، در حالی که سایر کمپوست‌های آلی را حتماً باید با کودهای شیمیایی مصرف کرد. در مطاله دیگری محققین بیان نمودند که مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۱۰ تن کود دامی در هکتار باعث رشد و عملکرد گیاه رشد (سنساما و پیلای، ۲۰۰۰). هم‌چنین بر اساس تحقیقات تانوناتان و همکاران (۱۹۹۷) و آتیه و همکاران (۲۰۰۲) که به ترتیب در گیاه کاهو (*Lactuca sativa*) و خیار (*Cucumis sativa*) انجام گرفت، مصرف

ورمی‌کمپوست باعث بهبود قابل ملاحظه عملکرد محصول گیاهان مذکور گردید. در یک بررسی که توسط آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گیاه توت فرنگی (*Fragaria ananasa*) و با استفاده از مقادیر ۵ و ۱۰ تن ورمی‌کومپوست در هکتار در دو مکان مختلف و تحت شرایط مزرعه‌ای صورت گرفت، مشخص گردید که کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست، به طور معنی‌داری سطح برگ، بیوماس اندام هوایی، تعداد گل‌ها، تعداد ساقه‌های زیرزمینی رونده و عملکرد میوه توت فرنگی را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش دادند. آن‌ها این برتری را به افزایش جمعیت میکروبی خاک و تولید مواد محرک رشد نظیر هورمون‌های گیاهی توسط آن‌ها که ناشی از فعالیت کرم‌های خاکی در ورمی‌کمپوست بود، نسبت دادند. در ضمن در حالی که در یک مکان، گیاه توت فرنگی دارای عملکرد بیشتری در تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بودند، در مکان دیگر تأثیر هر دو تیمار ورمی‌کمپوست ۵ و ۱۰ تن در هکتار یکسان بود.

در مطالعه دیگری که تحت شرایط مزرعه‌ای بر روی گیاه فلفل و با استفاده از مقادیر ۱۰ و ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در سال اول و مقادیر ۵ و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در سال دوم انجام گرفت، مشاهدات بیانگر آن بود که وزن اندام‌های هوایی، سطح برگ و عملکرد میوه گیاهان فلفل تیمار شده با ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر گردید (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۵). محققین این پژوهش در تفسیر نتایج حاصله، چنین عنوان کردند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود خواص بیولوژیک خاک مانند افزایش بیوماس میکروبی و عرضه پایدار عناصر غذایی پر مصرف نظیر فسفر و نیز تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هم‌چون هورمون‌های رشد گیاه در ورمی‌کمپوست می‌تواند موجب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاه فلفل گردد.

این تأثیرات مثبت نیز به قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروب‌های مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در بهبود جذب عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف نسبت داده شد. مطالعه آرگوئلو و همکاران

(۲۰۰۶) نیز مبین افزایش قابل توجه عملکرد محصول و کیفیت فروکتان در گیاه دارویی سیر (*Allium sativa*) بود. آن‌ها در یافتند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق تسریع در تشکیل پیاز و نیز طولانی شدن دوره پر شدن آن، موجب افزایش کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی نظیر فروکتان گردیده و متعاقب آن عملکرد محصول سیر نیز بهبود می‌یابد. در این پژوهش ارتفاع بوته سیر نیز به دلیل بهبودی که در جذب عناصر معدنی و آب و پیامد آن در فرآیند فتوسنتز صورت گرفته بود، افزایش یافت. بر اساس نتایج یک پژوهش گلخانه‌ای در گیاه گوجه فرنگی، تیمار ۱۰۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست، وزن و تعداد گوجه فرنگی، وزن اندام هوایی و ریشه را به ترتیب در حدود سه، چهار، پنج و نه برابر نسبت به تیمار بدون ورمی‌کمپوست، افزایش داد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۰).

در مطالعه دیگری نیز که تحت شرایط گلخانه‌ای و روی گیاه فلفل قرمز انجام گرفت، بیانگر آن بود که کاربرد ورمی‌کمپوست، سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر برگ نسبت به بوته‌های شاهد گردید (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۰). در مطالعه انجام گرفته بر روی گیاه ارزن مروارید آشکار گردید که استعمال ورمی‌کمپوست موجب افزایش قابل توجه ارتفاع گیاه و عمکلرد بیولوژیک نسبت به شاهد شد (هامیدا و همکاران، ۲۰۰۶). افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و بهبود جذب آب و عناصر معدنی، علت این امر عنوان شد. گزارش موهانتی و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیانگر بهبود قابل ملاحظه غلظت فسفر در دانه و جذب کل آن در گیاه بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) در اثر مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد کود شیمایی بود. آن‌ها گزارش کردند که رها سازی آهسته فسفر از ورمی‌کمپوست و افزایش فراهمی این عنصر در خاک، موجب بهبود مقدار فسفر در دانه بادام زمینی گردیده است. هم‌چنین در یک پژوهش گلخانه‌ای که در آن به مقایسه اثر اسید هیومیک حاصل از ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک تجاری و نیز کود شیمیایی بر روی رشد و نمو گیاه فلفل پرداخته شده بود، مشخص گردید که اسید هیومیک حاصل از ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری گلدهی و عملکرد میوه را افزایش داد (آرانکون و

همکاران، ۲۰۰۶). محققین این پژوهش بیان کردند که در درون ورمی‌کمپوست، مواد تنظیم کننده رشد گیاهی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین وجود دارد که جذب اسید هیومیک ورمی‌کمپوست گردیده و سپس این مواد به تدریج آزاد شده و سبب رشد و نمو گیاه میگردد. هم‌چنین آنها دریافتند تأثیری که ورمی‌کمپوست از این طریق بر رشد گیاه اعمال می‌کند، می‌تواند به مراتب بیشتر از تأثیر عرضه عناصر غذایی برای گیاه باشد. هیومیک اسید، فولیک اسید و سایر اسیدهای آلی که به وسیله میکروارگانیسم‌های در ورمی‌کمپوست تولید می‌شوند می‌توانند باعث افزایش رشد گیاه شوند (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۷). بر اساس گزارش گارسیا مارتینز و همکاران (۲۰۰۲) عصاره آبی ورمی‌کمپوست محتوی ترکیباتی با ساختار مولکولی و فعالیت بیولوژیکی شبیه به اکسین‌ها است. در مطالعه دیگری آرتور و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که کمپوست حاوی موادی شبیه سیتوکنین است که از هیدرولیز گلوکوزیدها به وسیله آنزیم بتاگلوکوزیداز و میکروب‌ها تولید می‌شوند. در همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum L.*) صورت گرفت، نتایج نشان داد که مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی برتری محسوسی از نظر کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد داشت (انور و همکاران، ۲۰۰۵). در همین رابطه آن‌ها گزارش کردند که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز فراهم آورده است. در این تحقیق کیفیت اسانس در ارتباط با افزایش میزان لینالول و متیل کاویکول موجود در اسانس بود.

گزارش عزیزی و همکاران (۱۳۸۳) هم بیانگر آن بود که مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار کود شیمیایی موجب بهبود رشد و نمو گیاهان دارویی ریحان گردید به طوری که بیشترین میزان

اسانس در تیمار حاوی ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست و بالاترین عملکرد بذر در تیمار شامل ۲۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست حاصل گردید. در تحقیقی دیگر ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی وکیفی رازیانه (*Foeniculum vulgar Mill.*) شد (درزی، ۱۳۸۶). همچنین در مطالعه دیگری که بر روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) انجام گرفت، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای گیاهی موجب بهبود قابل ملاحظه بیوماس گیاهی، گلدهی و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید. او همچنین اظهار داشت که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بود (پاندی، ۲۰۰۵).

مطالعه خلید و همکاران (۲۰۰۶) نیز مبین افزایش رشد رویشی، اسانس و برخی از اجزاء اسانس در اثر مصرف ورمی‌کمپوست در گیاه ریحان بود. در تحقیق دیگری تیمار کمپوست در مقایسه با شاهد شیمیایی بر روی رازیانه و مریم گلی مورد مطالعه قرار گرفت که تیمار کمپوست باعث افزایش ارتفاع، تعداد شاخه، وزن خشک، وزن تر، درصد اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد شیمیایی گردید، ولی اختلاف معنی‌داری بر روی درصد اسانس مشاهده نگردید (خلید و همکاران، ۲۰۰۸). بر اساس گزارش حسین و همکاران (۲۰۰۶) استفاده از سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica L.*) باعث افزایش رشد و اسانس گردید. کاربد کودهای آلی باعث افزایش عملکرد زیستی و عملکرد اسانس در گیاه دارویی درمنه شد (پاراکاسا و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین استفاده از کودهای آلی مختلف در گیاه دارویی شوید (*Anethun graveolens*) باعث افزایش رشد، عملکرد، درصد اسانس و کیفیت اسانس شد (خلید و شافی، ۲۰۰۵). در آزمایشی که در سال۲۰۰۷ و ۲۰۰۶ در مورد تأثیر ورمی‌کمپوست، کود شیمیایی و شاهد بر روی رشد، عملکرد کمی و کیفی و خصوصیات خاک روی بامیه (*Abelmoschus esculentus*) در نیجریه انجام گرفت. نتایج نشان داد که ترکیب ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار کود شیمیایی و شاهد تأثیر معنی‌داری بر روی رشد و عملکرد

داشتند. مقایسات میانگین نشان دادند که عملکرد بامیه در حدود ۶۴/۲۷ درصد بیشتر از شاهد بود. هم‌چنین درصد چربی و پروتئین در تیمار ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار کود شیمیایی به ترتیب ۲۳/۸۶ و ۲۳/۸۶ درصد بیشتر بود. هم‌چنین تیمار ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری روی خصوصیات خاک به ویژه عناصر ریز مغذی داشتند (انصاری و سوخراج، ۲۰۱۰). مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی میشود (وادیراج و همکاران، ۲۰۰۴). این افزایش تولید گیاهان زراعی در واکنش به مصرف ورمی‌کمپوست، به قابلیت دسترسی بیشتر عناصر غذایی آن در مقایسه با کود شیمایی و جمعیت بیشتر میکروبی آن نسبت داده شده است.

حضور محرک‌های رشد گیاهی از قبیل هورمون‌های رشد گیاه و هیومیک اسید در ورمی‌کمپوست به عنوان یکی از عوامل تأثیر گذار در افزایش رشد و عملکرد گیاهان معرفی شده است (توماتی و همکاران، ۱۹۸۸؛ آرانکون و همکاران، ۲۰۰۳).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مکان آزمایش

این آزمایش در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در بسطام در اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ به اجرا در آمد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۳۴۹/۹ متر از سطح دریا واقع شده است.

۳-۲- مشخصات آب و هوایی و نوع خاک محل مورد آزمایش

منطقه مورد آزمایش دارای اقلیم سرد و خشک و متوسط بارندگی ۱۵۰ میلی لیتر در سال و با پراکنش نامنظم می‌باشد. پیش از انجام آزمایش نمونه برداری از خاک منطقه صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۳-۱ آمده است. هم‌چنین آنالیز نمونه ورمی‌کمپوست مورد استفاده نیز در جدول ۳-۲ نشان داده است.

جدول۳-۱- آنالیز نمونه خاک مزرعه

عمق cm	ازت کل ٪	فسفر ppm	پتاسیم ppm	pH	رس ٪	لای ٪	شن ٪	EC ds/m	کربن آلی ٪
۰-۳۰	۰/۰۵۷	۱٤	۱٤۳	۷/۸۹	۲۲	٤٤	۳۲	۸/۰۹	۰/۷۹

جدول۳-۲- آنالیز نمونه ورمی‌کمپوست

Moisture (%)	Fe p.p.m	Zn p.p.m	Mn p.p.m	CU p.p.m	EC dS/m	pH	C/N (%)	O.M (%)	O.C (%)	N_T (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CL Meq/lit
۲۵	۳٦-۵۰	۲۷-٤۰	۱۵-۲۵	۵-۹۰	۱/۱	۷	۷/٦٦	٦۵	۳۷/۷	٤/۹۲	۰/٦۱	۳/۱۹	۱۵/۵

۳-۳- روش کار در مزرعه

۳-۳-۱- تهیه زمین

قطعه زمینی به مساحت ۱۵۰۰ متر مربع جهت انجام این آزمایش انتخاب شد. عملیات آماده سازی زمین به منظور فراهم کردن بستری نرم و متراکم برای کشت در اردیبهشت ماه صورت گرفت. کشت به صورت جوی و پشته انجام شد. فاصله بین پشته‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین دو کرت مجاور یک پشته ۶۰ سانتی‌متری به عنوان نکاشت و بین دو تکرار مجاور ۴ متر فاصله به منظور زهکشی بهتر آب گذاشته شد.

۳-۳-۲- طرح آزمایش در مزرعه

آزمایش به صورت فاکتوریل با ۱۲ کرت آزمایشی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بر روی گیاه آویشن انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل، فاکتور اول ورمی‌کمپوست در ۴ سطح شامل V_0 (بدون ورمی‌کمپوست)، V_1 (۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست)، V_2 (۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست)، V_3 (۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست) و فاکتور دوم قارچ میکوریزا در ۳ سطح شامل M_0 (عدم تلقیح)، M_1 (تلقیح با *Glomus mosseae*)، M_2 (تلقیح با *Glomus intraradices*) بودند. ابعاد کرت‌ها در این آزمایش برای هر کرت ۱۱ متر مربع در نظر گرفته شد که طول هر کرت ۵ متر و عرض آن ۲/۴۰ متر تعیین گردید. به طوری که هر بلوک ۲۸/۸ متر و عرض زمین ۲۳ متر در نظر گرفته شد.

۳-۴- عملیات زراعی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

در محاسبه‌ی اندازه هر کرت ۴ پشته با عرض ۶۰ سانیتی‌متری در نظر گرفته شد که خط کاشت نیز بر روی پشته در نظر گرفته شد. چون عملیات کشت به صورت نشاء کاری بود بنابراین زمین ۴۸ ساعت قبل از کشت آبیاری شد تا کاشت به راحتی انجام گیرد.

۳-۴-۲- تهیه نشاء

به دلیل ریز بودن بذر آویشن باغی امکان کشت مستقیم آن وجود نداشت. به همین دلیل نشاءهای آویشن از مرکز تحقیقاتی جهاد کشاورزی اصفهان تهیه و خریداری شد.

۳-۴-۳- نشاء کاری

۱۰ روز پیش از کشت، ورمی‌کمپوست بر اساس مقدار تعیین شده در هر کرت به زمین اضافه شد. به این صورت که شیارهایی در محل پشته‌ها ایجاد و پس از اضافه کردن ورمی‌کمپوست، روی آن با خاک پوشیده شد. عملیات نشاء کاری در ۱۳۹۰/۲/۳۱ به نحوی که زمین مرطوب بود در عمق ۷ تا ۱۰ سانتی‌متری و با فاصله ۴۰ سانتی‌متر در هر ردیف انجام شد. قارچ‌های میکوریزا در حین کاشت نشاءها به میزان ۱۰ گرم در گودال‌های ایجاد شده به زمین اضافه گردید. سپس دومین آبیاری انجام گرفت.

۳-۴-۴- داشت

عملیات وجین علف‌های هرز، در ابتدای استقرار نشاءها تا مراحل انتهایی این آزمایش به صورت وجین دستی روی ردیف‌ها و بین ردیف‌ها انجام شد. علف‌های هرز غالب در مزرعه در مراحل مختلف شامل خارشتر (*Alhagi camelorum*) و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*) بودند. آبیاری کرت‌ها با توجه به شرایط اقلیمی در ابتدای دوره کشت هر ۵ روز یکبار و به تدریج به ۷ روز یکبار تغییر یافت. به دلیل عدم وجود آفات و بیماری‌های خاص برای این گیاه دارویی و در نظر گرفتن تأثیر پذیری

منفی ماده مؤثره گیاه بر اثر استعمال سموم شیمیایی از هیچ‌گونه سم حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش در کرت‌های مورد نظر استفاده نشد.

۳-۴-۵- برداشت

بهترین زمان برداشت آویشن آغاز مرحله گلدهی می‌باشد. در این پژوهش برداشت از مزرعه در ۳۰ درصد گلدهی گیاهان انجام گرفت. برای نمونه برداری و اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نظر از ۴ خط کشت موجود در هر کرت پس از حذف یک ردیف از دو طرف کرت و ۵۰ سانتی‌متر از هر یک از دو انتهای ردیف‌های میانی هر کرت آزمایش به عنوان اثرات حاشیه، گیاهان موجود در یک متر مربع نمونه برداری و قطع شدند. لازم به ذکر است که برای یکنواخت بودن نمونه‌ها، نمونه برداری در ۱۳۹۰/۷/۱۱ پس از ۱۳۴ روز بعد از کاشت انجام گرفت. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در محلی سربسته به مدت یک هفته قرار داده شد تا در سایه خشک شود.

۳-۵- صفات اندازه‌گیری شده و روش اندازه‌گیری

در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزا صفاتی از قبیل ارتفاع، عملکرد خشک پیکره رویشی، محتوای کلروفیل، درصد کلونیزاسیون، درصد اسانس، عملکرد اسانس و ترکیبات موجود در اسانس اندازه گیری و محاسبه شد.

۳-۵-۱- ارتفاع بوته

ارتفاع ساقه بعد از برداشت نهایی اندازه گیری و میانگین ۵ نمونه برداشت شده از هر کرت به عنوان ارتفاع و طول نهایی گزارش شد. وزن خشک بوته‌ها در واحد سطح پس از این‌که در سایه خشک شدند محاسبه گردید.

۳-۵-۲- سنجش کلروفیل

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

$$chl_a(\mu g/ml) = (12.25\ A663) - (2.55\ A645)$$ فرمول (۳-۱)

$$chl_b(\mu g/ml) = (20.31\ A645) - (4.91\ A663)$$ فرمول (۳-۲)

$$chl\ (\text{Total}) = chl_a + chl_b$$ فرمول (۳-۳)

$$carotenoids\ (\mu g/ml) = (1000\ A470 - 1.90\ chl_a - 63.14\ chl_b)/214$$ فرمول (۳-۴)

پس از جایگزین کردن داده‌ها در فرمول اعداد به دست آمده را در $v/w \times 1000$ ضرب می‌کنیم تا اعداد بر حسب میلی‌گرم بر گرم بدست آید. Vحجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی‌لیتر و W وزن برگ بر حسب گرم می‌باشد.

۳-۵-۳- سنجش درصد کلونیزاسیون

برای ارزیابی درصد کلونیزاسیون ریشه، ابتدا ریشه‌های جدا شده از بوته شستشو شدند تا ذرات خاک از آن جدا شود. سپس ریشه‌ها در محلول KOH که با نسبت ۱ به ۱۰ آماده شده بود به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. بعد از طی این مدت ریشه‌ها از KOH خارج شده با آب مقطر شستشو شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در HCL قرار گرفتند. سپس ریشه‌ها با ماده رنگی تریپان بلو به مدت ۴ ساعت آغشته شدند. ریشه‌های مویی رنگ آمیزی شده به طول یک سانتی‌متر روی لام قرار داده شدند و سپس با استفاده از

میکروسکوپ، ریشه‌های آلوده و غیر آلوده مورد مشاهده قرار گرفتند. درصد کلونیزاسیون ریشه از رابطه زیر محاسبه شد:

فرمول(۵-۳) درصد کلونیزاسیون = (تعداد قطعات آلوده شده به میکوریزا / تعداد قطعات مشاهده شده)×۱۰۰

۳-۶- استخراج اسانس

استخراج اسانس در آزمایشگاه مرکز تحقیقاتی گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در کرج به روش تقطیر با آب و به وسیله‌ی دستگاه کلونجر صورت گرفت و بر اساس آن مقدار عملکرد اسانس در واحد سطح (لیتر در هکتار) تعیین شد.

کلونجر یا اسانس‌گیر دستگاه شیشه‌ای است که اساس کار آن تقطیر با آب می‌باشد. روش تقطیر با آب برای جداسازی مواد غیر محلول در آب (مانند اسانس‌ها) استفاده می‌شود. در واقع آب و اسانس با هم تقطیر می‌شوند. با استفاده از این روش به سهولت می‌توان اقدام به استخراج اسانس‌ها از گیاهان مورد نظر نمود.

نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از برگ‌های خشک شده در هر کرت به همراه ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب در بالن دستگاه قرار داده شده و ۳ ساعت حرارت داده می‌شود و در انتها اسانس از آب جدا می‌گردد.

۳-۷- تجزیه و اندازه‌گیری ترکیبات موجود در اسانس

اندازه‌گیری مقدار ترکیبات موجود در اسانس به وسیله‌ی دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) صورت گرفت. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شده از نوع Younglin Acm6000 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی۰/۲۵ میلی‌لیتر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP5 بود. 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 می‌دهد.

اسانس گیاهان مورد نظر پس از آماده سازی، به دستگاه GC/MS تزریق گردیدند تا نوع ترکیب‌های تشکیل دهنده آن‌ها مشخص شود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت.

۳-۸- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

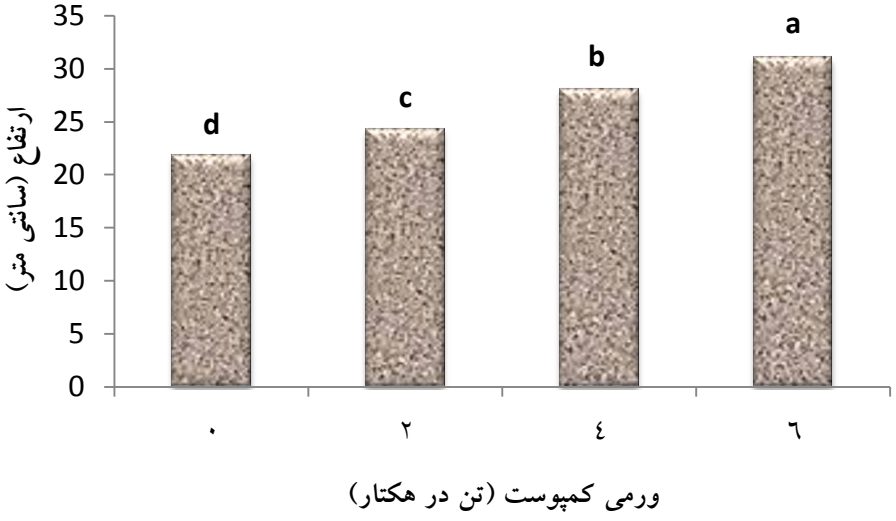
جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای آماری SAS و MSTAT-C استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارهای حاصل از اطلاعات تحقیق از نرم افزار Excel استفاده شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- ارتفاع گیاه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) تأثیر ورمی‌کمپوست بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شده است، اما اثر قارچ میکوریزا و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر ارتفاع تأثیر گذار نبود و اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین ارتفاع گیاه در کاربرد ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار معادل ۳۱ سانتی‌متر به‌دست آمد. و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد می‌باشد که معادل ۲۱/۷۸ سانتی‌متر بود (شکل۴-۱).



شکل۴-۱- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته

افزایش ارتفاع گیاه آویشن تحت تأثیر عامل ورمی‌کمپوست به دلیل غنی بودن این کود از مواد مغذی نسبت به خاک می‌باشد. وقتی گیاه تحت شرایط دسترسی کامل به عناصر غذایی قرار می‌گیرد، باعث فعال شدن تنظیم کننده‌های رشد حتی در غلظت‌های کم می‌شود. از جمله این تنظیم کننده‌ها که در رشد طولی ساقه مؤثر هستند می‌توان به هورمون جیبرلین اشاره کرد. از شناخته‌ترین عکس‌العمل گیاه نسبت

به هورمون جیبرلین همان تحریک رشد میانگره‌ای است. این گونه به نظر می‌رسد، ورمی‌کمپوست باعث افزایش هورمون جیبرلین شده که افزایش رشد طولی ساقه آویشن را به دنبال داشته است.

ورمی‌کمپوست با ظرفیت نگهداری آب بالا و تأمین مناسب مواد مغذی ماکرو و میکرو (ادواردز و بارو، ۱۹۸۸؛ عطیه و همکاران، ۲۰۰۲؛ آراکون و همکاران، ۲۰۰۴) اثری مثبت بر تولید زیست توده دارد و سپس ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. برخی محققین علت افزایش ارتفاع را مربوط به تحریک تولید مواد اکسین مانند دانسته‌اند (موسکولو و همکاران، ۱۹۹۹). احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگه‌داری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد (آراکون و همکاران، ۲۰۰۵) و هم‌چنین افزایش فعالیت میکرواورگانیزم‌ها (آراکون و همکاران، ۲۰۰۴) باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه می‌شود و با افزایش نیتروژن رشد گیاه و از آن جمله ارتفاع افزایش می‌یابد.

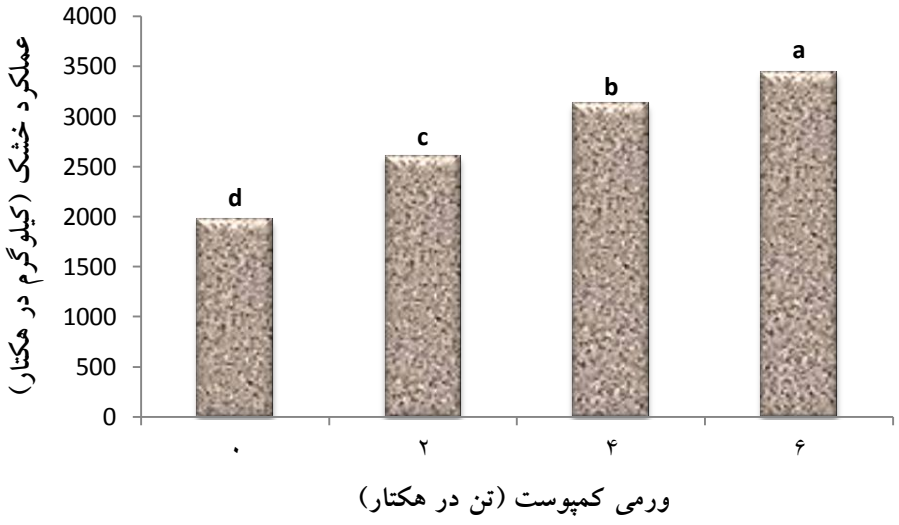
در بررسی که سانگ وان و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند، ارتفاع بوته گل همیشه بهار با افزایش در مقدار ورمی‌کمپوست افزایش یافت. فدریکو و همکاران (۲۰۰۷) در آزمایشی روی گوجه فرنگی نتیجه گرفتند که استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع این گیاه می‌شود. هم‌چنین ارتفاع بوته رازیانه به طور قابل توجهی تحت تأثیر استفاده از ورمی‌کمپوست قرار گرفت (درزی و همکاران، ۲۰۱۲). سینگ و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه ریحان نسبت به شاهد می‌شود. طبق نتیجه‌ای که محبوب خمایی (۱۳۸۷) از آزمایش روی گیاه بنجامین ابلق به‌دست آورد، ۱۰٪ وزنی ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد شد. عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش دادند که کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بابونه آلمانی بسیار معنی‌دار بوده است به طوری که در ۱۵٪ وزنی ورمی‌کمپوست بیشترین ارتفاع نسبت به شاهد حاصل شد. در مطالعه دیگری ساهنی و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که طول ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک گیاهچه نخودفرنگی در

گلدان‌های تیمار شده با ۵۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست موجب بهبود صفات مذکور نسبت به شاهد شدند. بهبود رشد، توسعه و ارتفاع گیاهان دارویی و گیاهان زراعی دیگر قبلاً در حضور مقدار بهینه ورمی‌کمپوست گزارش شده‌اند (آرگولو و همکاران، ۲۰۰۶؛ درزی و همکاران، ۲۰۰۷؛ عزیزی و همکاران، ۲۰۰۸). اما نتایج این تحقیق با نتایج آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) که بیان کردند بین ارتفاع گیاه فلفل در تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، مطابقت ندارد.

ساغری و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که تلقیح دو گونه یونجه یکساله با قارچ میکوریزا آربسکولار بر رشد طولی ساقه تأثیر ندارد. همچنین مهرورز و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که تلقیح میکوریزی اثری بر افزایش طول ساقه جو یکساله نداشته است. که این تحقیقات با نتایج آزمایش موجود مطابقت دارد.

۴-۲- عملکرد پیکر رویشی خشک

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان می‌دهد که اثر ورمی‌کمپوست بر عملکرد پیکر رویشی خشک در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. بیشترین عملکرد پیکر رویشی خشک در ارتباط با مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد ۷۵٪ افزایش داشت و معادل ۳۴۴۳/۲۸۵ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد پیکر رویشی خشک در ارتباط با عدم مصرف ورمی‌کمپوست معادل ۱۹۶۶/۲۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (شکل ۲-۴). با توجه به جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود که عملکرد پیکر رویشی خشک از نظر آماری تحت تأثیر قارچ میکوریزا و اثر متقابل قرار نگرفته است.



شکل۴-۲- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد پیکر رویشی خشک

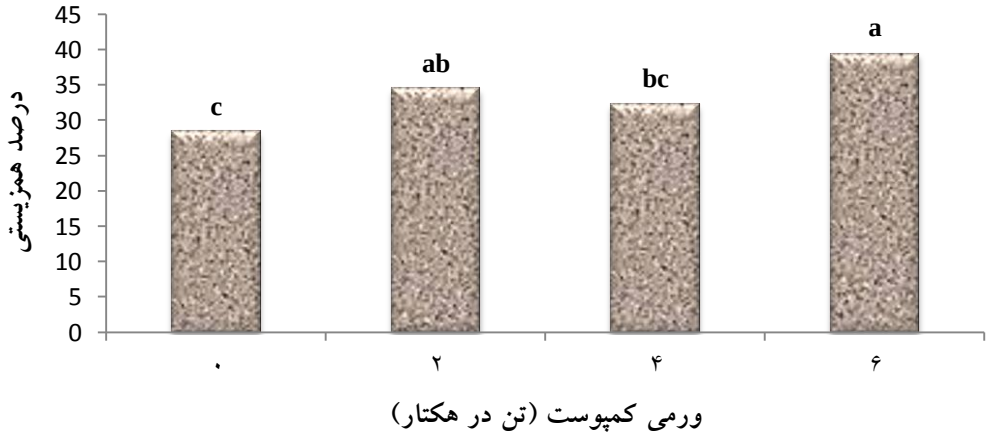
یک گیاه برای رشد خود نیازمند عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف می‌باشد تا در حضور مقدار کافی ازآب رشد خوبی را در پی داشته باشد. گیاه این عناصر غذایی را بایستی از خاک تأمین کند که با صرف انرژی همراه است و برای گیاه هزینه‌بر است. در این آزمایش مشخص شد وقتی ورمی‌کمپوست در اختیار گیاه قرار گیرد در مقایسه با حالتی که بدون ورمی‌کمپوست باشد، گیاه از رشد رویشی قابل توجهی برخوردار خواهد شد. می‌توانیم این طور استنباط کنیم که وقتی مواد مغذی بدون هزینه در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، دیگر گیاه نیازی به مصرف انرژی برای تأمین مواد غذایی و آب از خاک ندارد و انرژی حاصل از فتوسنتز را بیشتر صرف رشد رویشی می‌کند. زیرا که ورمی‌کمپوست هم قابلیت نگه‌داری بالای آب را در خاک فراهم می‌کند، و هم منبع غنی از عناصر پرمصرف مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر کم مصرف مثل روی، منگنز و آهن می‌باشد.

در رابطه با افزایش عملکرد گیاهان در حضور ورمی‌کمپوست، تحقیقات مختلفی انجام گرفته است. این نتیجه با گزارش عطیه و همکاران (۲۰۰۰) که بیان کردند وزن خشک نشاء گوجه فرنگی با تیمار

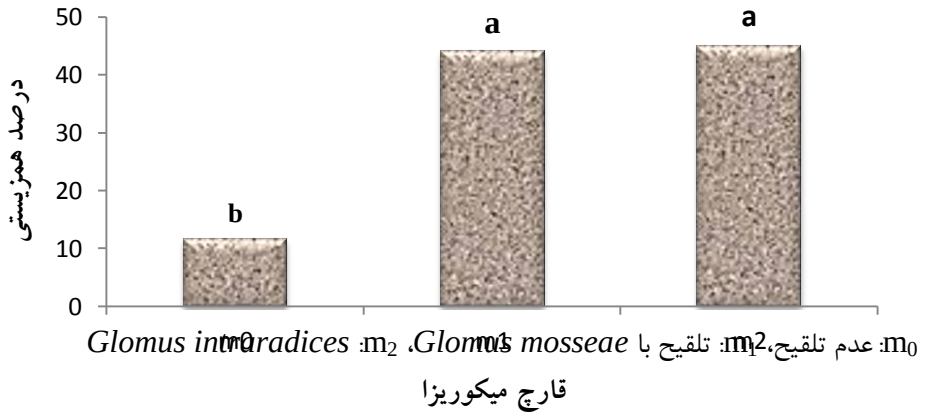
ورمی‌کمپوست افزایش می‌یابد کاملاً مطابقت دارد. همچنین با نتایج مک گینیس و همکاران (۲۰۰۳) که با تیمار ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک گیاه ریحان مشاهده کردند، مطابق است. نارندر و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که تیمار ۱۵۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به همراه کود شیمیایی کامل در گوجه فرنگی باعث حصول بیشترین عملکرد در مقایسه با شاهد می‌گردد. هیلداگو و همکاران (۲۰۰۲) افزایش عملکرد خیار، آراکون و همکاران افزایش عملکرد فلفل (۲۰۰۴) و توت فرنگی (۲۰۰۴) را در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش کردند. در یک تحقیق مشاهده شد که کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در مقایسه عدم کاربرد آن، باعث افزایش قابل توجهی در مقدار عملکرد جو شد. آن‌ها در یافتند که استفاده از ورمی‌کمپوست به واسطه تحریک میکروارگانیزم‌های خاک و تأمین مداوم عناصر معدنی باعث افزایش عملکرد شده است (روی و سینگ، ۲۰۰۶؛ سینز و همکاران، ۱۹۹۸). آراکون و همکاران (۲۰۰۴) اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد توت فرنگی را گزارش کردند. محققین تأثیر مثبت کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست را به صورت جداگانه و تلفیق با کود شیمیایی در بهبود مؤلفه‌های جوانه زنی، رشد و عملکرد گیاه سویا گزارش کردند (یزدانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ پیردشتی و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیقی دیگر کاربرد ورمی‌کمپوست به همراه میکوریزا و استفاده از کود شیمیایی به طور نرمال اثر مثبت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت داشته است (امید علیزاده و اردلان علیزاده، ۲۰۱۱). در آزمایشی که سلیمان و همکاران (۲۰۰۵) روی نخود انجام دادند به این نتیجه رسیدند که قارچ میکوریزا به تنهایی تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد نخود نداشته است. که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. مطالعات متعدد نشان دادند که ورمی‌کمپوست می‌تواند رشد و عملکرد برخی از گیاهان دارویی مانند ریحان (انور و همکاران، ۲۰۰۵)، سیر (آرگولو و همکاران، ۲۰۰۶)، رازیانه (درزی و همکاران، ۲۰۰۸) و بابونه (عزیزی و همکاران، ۲۰۰۹) را افزایش می‌دهد.

۴-۳- درصد کلونیزاسیون ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول پیوست ۱) حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. هم‌چنین اثر اصلی میکوریزا و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. با توجه به شکل ۴-۳ بیشترین درصد هم‌زیستی در سطح ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار معادل ۳۹/۴۴٪ و کمترین آن در تیمار شاهد برابر ۲۸/۳۳٪ به‌دست آمد. گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزای بیشترین درصد همزیستی را به خود اختصاص داده‌اند که با توجه به مقایسه میانگین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت، ولی در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار دیده شد. گلوموس اینترا ۴۵٪، گلوموس موسه ۴۴/۱۶٪ و تیمار شاهد ۱۱/۶۶٪ هم‌زیستی را به خود اختصاص داده‌اند (شکل۴-۴). با توجه به اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای بیشترین میزان درصد همزیستی در سطح ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس اینترا مشاهده گردید که معادل ۵۶/۶۶٪ است و کمترین آن در تیمار شاهد برابر ۱۰٪ بود (شکل۴-۵).

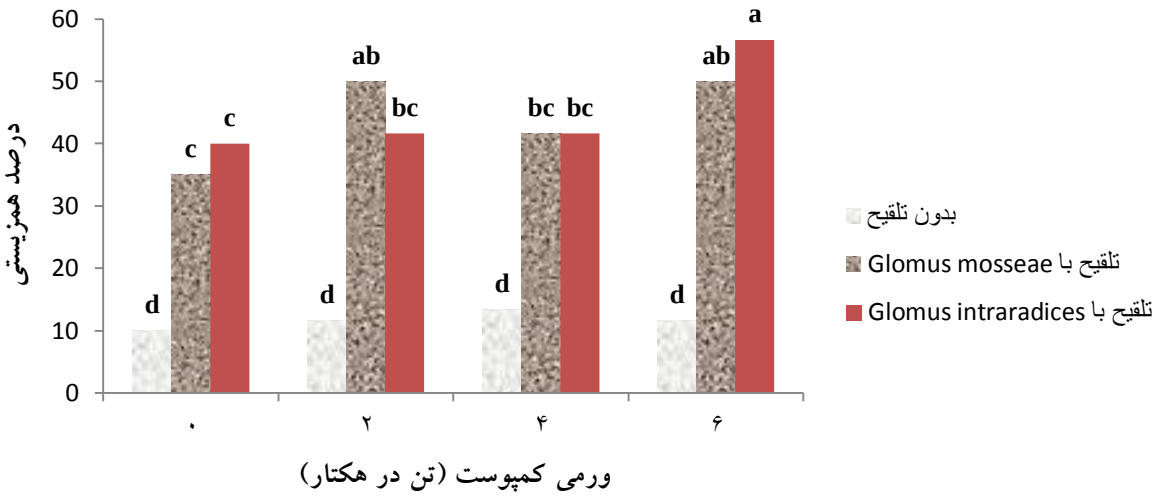


شکل ۴- ۳- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بردرصد کلونیزاسیون



m_0: عدم تلقیح، m_1: تلقیح با *Glomus mosseae*، m_2: *Glomus intraradices*

شکل ۴-۴- تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون



شکل-۴-۵- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان درصد کلونیزاسیون

با توجه به نتایج به‌دست آمده، مشاهده می‌شود که تیمار شاهد در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای کمترین درصد همزیستی را به خود اختصاص داده است. در اثر اصلی ورمی‌کمپوست در رابطه با درصد همزیستی، بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. هم‌چنین در اثر متقابل مشخص شد که درصد همزیستی گلوموس اینترا و گلوموس موسه همراه با کاربرد با ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد ورمی‌کمپوست از درصد همزیستی بیشتری برخوردار بود. این گونه به نظر می‌رسد که حضور ورمی‌کمپوست که حاوی عناصر غذایی فراوانی می‌باشد از طریق تحریک رشد ریشه آویشن، موجب بهبود درصد همزیستی ریشه با میکوریزای شده‌اند.

گزارش شیواپوترا و همکاران (۲۰۰۹) نیز مبین آن بود که مصرف ورمی‌کمپوست تحت شرایط گلخانه‌ای در گیاه خربزه، سبب افزایش قابل ملاحظه‌ای در درصد همزیستی ریشه در مقایسه با شاهد گردید. کاپور و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تلقیح رازیانه با قارچ میکوریزای سبب افزایش معنی‌دار درصد همزیستی ریشه آن می‌گردد. در مطالعه دیگری که روی نعناع انجام گرفت، گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که تلقیح گیاه نعناع با قارچ میکوریزایی به طور قابل ملاحظه‌ای درصد همزیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، افزایش داد. در پژوهشی که روی گیاه دارویی شوید و زیره، انجام شده بود، ملاحظه گردید که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزای آراباسکولار به طور قابل توجهی درصد همزیستی ریشه گیاهان مذکور را بهبود بخشید (کاپور و همکاران، ۲۰۰۲). تحقیقات راتی و همکاران (۲۰۰۱) و آریا گادا و همکاران (۲۰۰۷) به ترتیب روی گیاهان دارویی علف لیمو و اوکالیپتوس نیز نشان داد که درصد همزیستی ریشه در تلقیح با قارچ میکوریزای به طرز چشمگیری بیشتر از تیمار عدم تلقیح بود.

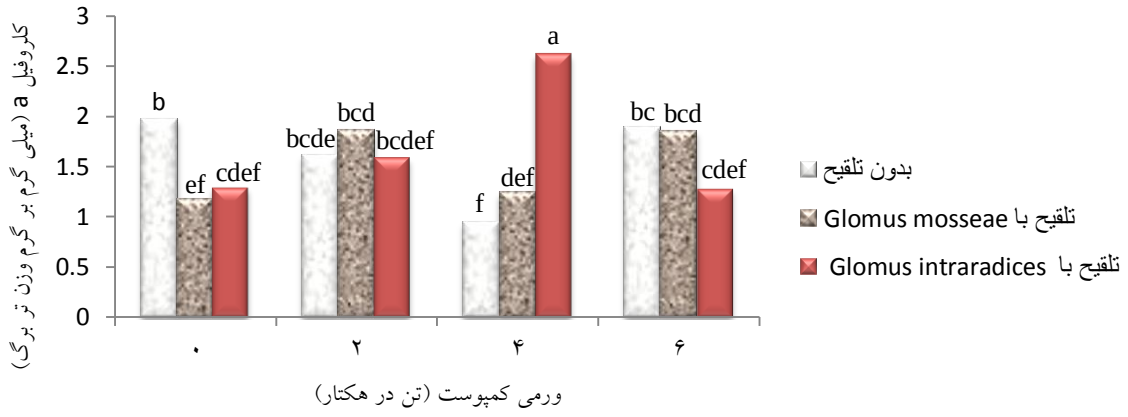
در برخی پژوهش‌ها نتیجه متناقض با تحقیق حاضر نیز به‌دست آمده است. در این خصوص، ساینز و همکاران (۱۹۹۸) در یک تحقیق گلخانه‌ای که روی شبدر قرمز و خیار انجام دادند، مشاهده نمودند که مصرف ورمی‌کمپوست حاصل از ضایعات آلی شهری موجب کاهش معنی‌دار درصد همزیستی ریشه در

گیاه شبدر قرمز گردید. این تحقیق دلیل کاهش درصد همزیستی میکوریزایی را به مصرف زیاد این نوع ورمی‌کمپوست و متعاقب آن فراهمی زیاد فسفر در محیط رشد ریشه نسبت دادند و نتیجه گرفتند که برای حفظ مطلوب همزیستی میکوریزایی در سیتم‌های کشاورزی پایدار، ابتدا باید مبادرت به تعیین دقیق عناصر غذایی مورد نیاز کرد و سپس برای مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست اقدام نمود.

۴-۴- محتوای کلروفیل

۴-۴-۱- کلروفیل a

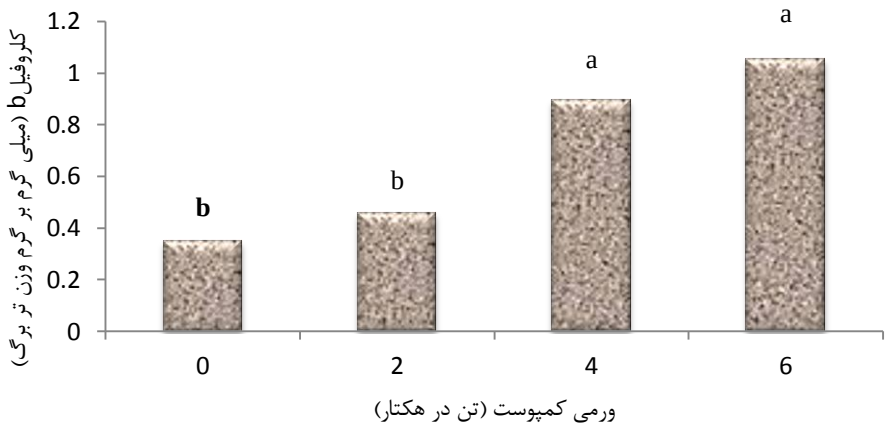
طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) اثر اصلی ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر مقدار کلروفیل a معنی‌دار نبوده است. اما اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان کلروفیل a در سطح ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس اینترا معادل ۲/۶۱۱ mg/g وزن تر گیاه به‌دست آمد و کمترین مقدار در ترکیب تیماری ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدون تلقیح با میکوریزا برابر با ۰/۹۴۲ mg/g وزن تر گیاه حاصل شد (شکل۴-۶). مقدار کلروفیل a در تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس اینترا در مقایسه با تیمار شاهد ۳۲٪ افزایش داشته است.



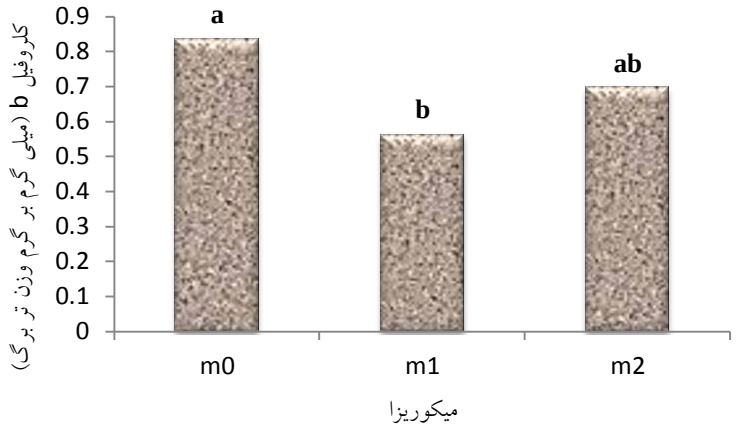
شکل۴-۶- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل a

۴-۴-۲- کلروفیل b

جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) حاکی از آن است که اثر اصلی ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل b در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر اصلی میکوریزا نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار ۶ و ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار معادل ۱/۰۵۳ mg/g وزن تر گیاه و کمترین آن در تیمار شاهد برابر ۰/۳۴۸ mg/g و تیمار ۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به مقدار ۰/۴۵۸ mg/g وزن تر گیاه محاسبه گردید (شکل۴-۷). در مورد اثر اصلی میکوریزا قارچ‌های میکوریزا باعث کاهش کلروفیل b شدند. بیشترین میزان کلروفیل b در عدم تلقیح میکوریزا به مقدار ۰/۸۳۳ mg/g وزن تر گیاه و کمترین آن به میزان ۰/۵۶۲ mg/g وزن تر گیاه در تلقیح با گلوموس موسه حاصل شد (شکل۴-۸). در بررسی اثر متقابل بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدون تلقیح میکوریزا که معادل ۱/۹۹۲ mg/g وزن تر گیاه و کمترین آن در دو تیمار عدم ورمی‌کمپوست در تلقیح با گلوموس موسه برابر ۰/۲۹۵ mg/gوزن تر گیاه و تیمار ۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس موسه معادل ۰/۲۴۹ mg/g وزن تر گیاه بدست آمد (شکل۴-۹).

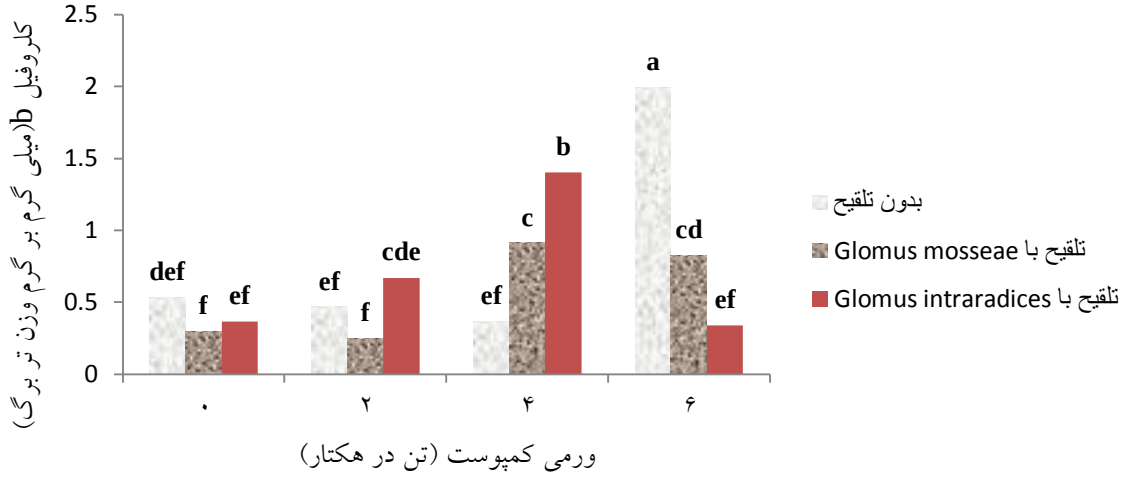


شکل۴-۷- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل b



m_0: عدم تلقیح، m_1: تلقیح با *Glomus mosseae*، m_2: *Glomus intraradices*

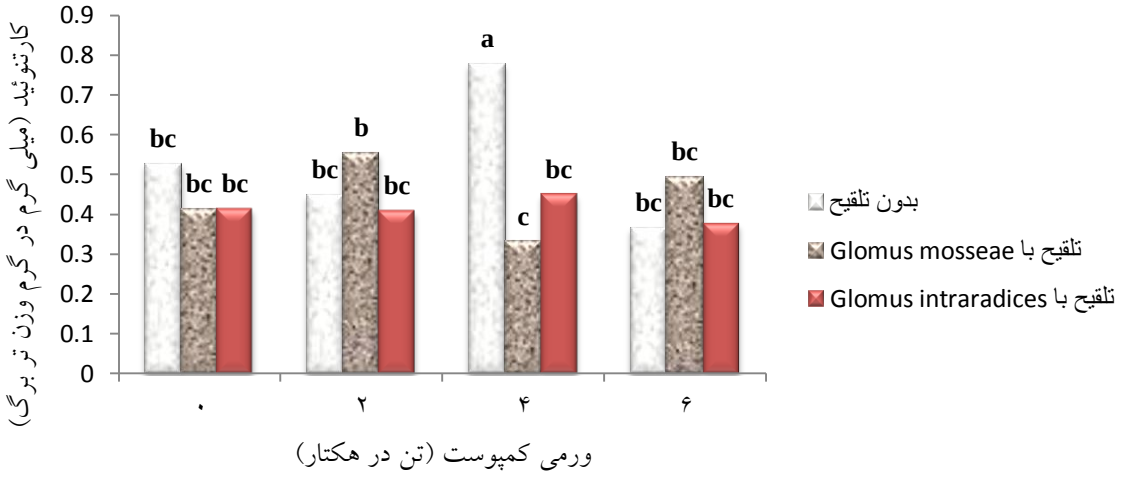
شکل۴-۸- تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل b



شکل۴-۹- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل b

۴-۴-۳- کارتنوئید

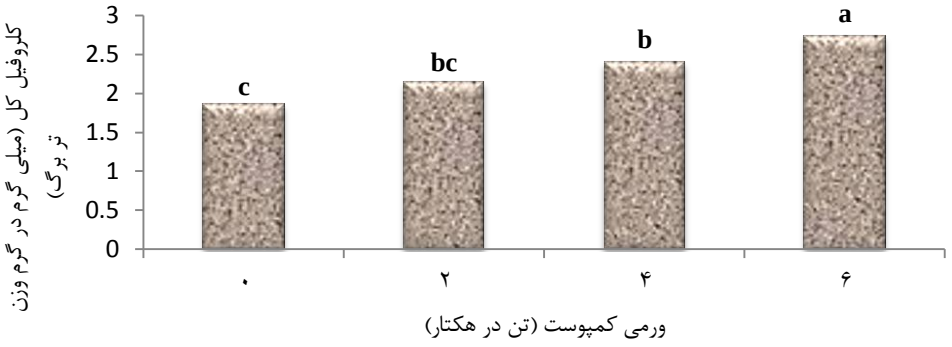
نتایج به‌دست آمده از جدول واریانس (جدول پیوست۱) نشان می‌دهد که اثر ورمی‌کمپوست و میکوریزای بر میزان کارتنوئید معنی‌دار نبوده است. ولی با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان کارتنوئید در تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدون تلقیح میکوریزا معادل ۰/۷۷۷ mg/g وزن تر گیاه و کمترین آن در تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس موسه برابر ۰/۳۳۰ mg/g وزن تر گیاه حاصل شد (شکل۴-۱۰).



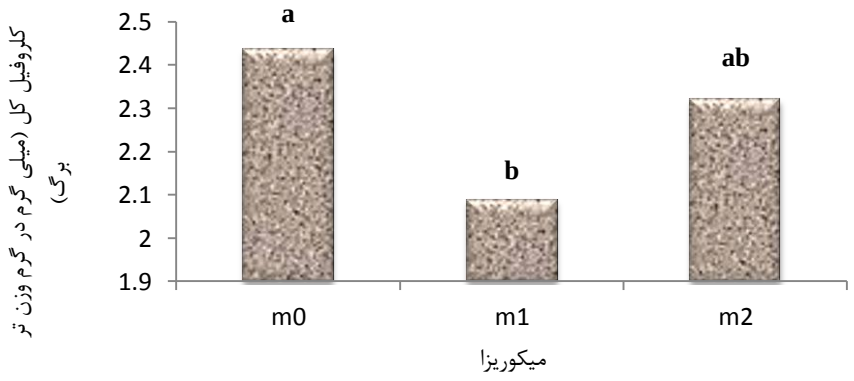
شکل۴-۱۰- اثر متقابل ورمی‌کمپوست ومیکوریزا بر میزان کارتنوئید

۴-۴-۴- کلروفیل کل

در جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست۱) مشخص شده است که اثر اصلی ورمی‌کمپوست و اثر متقابل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده‌اند. اثر اصلی میکوریزا نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار معادل mg/g ۲/۷۳۳ وزن تر گیاه و کمترین آن در تیمار شاهد برابر mg/g ۱/۸۶۱ وزن تر گیاه محاسبه گردید (شکل۴-۱۱). در مورد کاربرد قارچ‌های میکوریزای میزان کلروفیل کل کاهش یافت. بیشترین میزان کلروفیل کل در عدم تلقیح میکوریزا به مقدار mg/g ۲/۴۳۷ وزن تر گیاه و کمترین آن به میزان mg/g ۲/۰۸۹ وزن تر گیاه در تلقیح با گلوموس موسه حاصل شد (شکل۴-۱۲). در بررسی اثر متقابل بیشترین میزان کلروفیل کل در دو تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدون تلقیح میکوریزا که معادل mg/g ۳/۸۸۸ وزن تر گیاه و تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس اینترا به میزان mg/g ۳/۷۴ وزن تر گیاه و کمترین آن در دو تیمار عدم ورمی‌کمپوست در تلقیح با گلوموس موسه برابر mg/g ۱/۴۳۱ وزن تر گیاه و تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در عدم تلقیح معادل mg/g ۱/۳۰۷ وزن تر گیاه بدست آمد (شکل۴-۱۳).

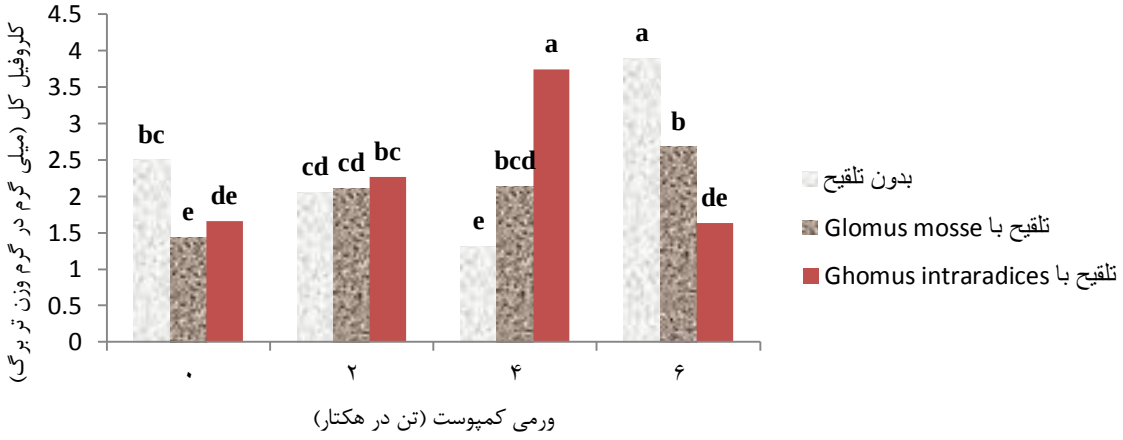


شکل۴-۱۱- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل کل



m_0: عدم تلقیح، m_1: تلقیح با *Glomus mosseae*، m_2: *Glomus intraradices*

شکل۴-۱۲- تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل کل



شکل ۴-۱۳- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان کلروفیل کل

با توجه به نتایج این آزمایش که بیانگر افزایش میزان کلروفیل در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بود می‌توان این گونه استنباط کرد که با توجه به حضور ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی که سرشار از مواد مغذی است، گیاه توانسته است عناصر غذایی مورد نیاز خود را به میزان کافی در اختیار داشته باشد و در حضور نور و شرایط آب و هوایی حاکم بر منطقه میزان کلروفیل بیشتری را در مقایسه با تیمار شاهد سنتز کند.

به طور کلی هر چه شرایط تغذیه‌ای و محیطی، از جمله عناصر غذایی، نور، رطوبت، آفات و بیماری‌ها برای رشد گیاه مناسب‌تر باشد، توان گیاه در تولید کلروفیل در برگ‌ها و تولید انرژی بیشتر می‌شود، از این رو عواملی که سبب بهبود این شرایط می‌شوند، احتمالاً بر میزان کلروفیل نیز اثر دارند (دمیر، ۲۰۰۴؛ رولدان- فاگاردو و همکاران، ۱۹۸۲). شایان ذکر است که میزان کلروفیل برگ گیاهان به ویژگی‌های ژنتیکی و ذاتی هر گیاه نیز بستگی دارد و بسته به خصوصیات ژنتیکی هر واریته، غلظت کلروفیل در برگ تغییر می‌نماید (دمیر، ۲۰۰۴).

یکی از مهم‌ترین نقش‌های میکوریزای آرباسکولار افزایش محتوی کلروفیل می‌باشد (کاردوس و همکاران، ۲۰۰۶؛ ویکاری و همکاران، ۲۰۰۲). از آنجا که قارچ‌های میکوریزا به جذب منیزیم در گیاه کمک می‌کنند، می‌توانند سنتز کلروفیل را افزایش دهند (گیری و همکاران، ۲۰۰۲). استرادا و دیویس (۲۰۰۳) گزارش کردند که گیاهچه‌های فلفل میکوریزایی شده، سرعت فتوسنتز، محتوای کلروفیل، زیست توده برگ و محتوی نسبی آب برگ بیشتری نسبت به گیاهچه‌های غیر میکوریزایی داشتند. لوچه تساندیر و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که در گیاه سیب زمینی میکوریزایی شده با قارچ گلوموس اینترا محتوای کلروفیل و کارتنوئید نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی بالاتر بود. تاکور وهمکاران (۱۹۹۷) اعلام کردند که گیاه لوبیا هم‌زیست با میکوریزا و ریزوبیوم، ۱۱/۴ درصد کلروفیل بیشتر نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی داشتند. سانچز بلانکو و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که گیاهان رزماری میکوریزایی تحت شرایط

تنش خشکی، محتوای کلروفیل بالاتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی داشتند. پانوار و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که غلظت کلروفیل در گندم تلقیح شده با میکوریزا و باکتری آزوسپریلیوم نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. برخی از محققین افزایش در میزان کلروفیل گیاهان میکوریزایی شده را به افزایش جذب نیتروژن توسط سیستم میکوریزایی نسبت داده‌اند. تانگ و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خود روی گیاه ذرت مشاهده کردند که تلقیح ذرت با قارچ میکوریزا آرباسکولار سنتز کلروفیل در گیاه را بهبود بخشید و فتوسنتز گیاه را نیز افزایش داد. قارچ میکوریزا آرباسکولار در گیاه فلفل، محتوای کلروفیل را نسبت به گیاه شاهد افزایش داد. در این آزمایش محتوای کلروفیل a ، b و کلروفیل کل در گیاه میکوریزایی به ترتیب ۱۴، ۱۲ و ۱۸ درصد در مقایسه با گیاه شاهد افزایش یافت (دمیر، ۲۰۰۴). طی آزمایشی مشخص گردید که تلقیح گیاه شبدر با قارچ میکوریزا موجب افزایش سطح برگ‌ها و در نتیجه افزایش میزان کلروفیل آن‌ها شده و نهایتاً سرعت فتوسنتز خالص را در کل دوره رشد گیاه افزایش می‌دهد (رایت و همکاران، ۱۹۹۸).

همزیستی میکوریزایی موجب افزایش غلظت کلروفیل در گیاه میزبان می‌شود، به طوری‌که در گیاه لوبیای تلقیح شده با قارچ میکوریزا که توسط آب شور دریا آبیاری شده است. غلظت کلروفیل در تمام تیمارهای آبیاری از گیاه شاهد غیر میکوریزایی بیشتر بوده است (رائسی و گولاراتا، ۲۰۰۶). تلقیح گیاه ذرت با قارچ‌های میکوریزایی نیز نشان داد در شرایط غیر شور، غلظت کلروفیل در برگ گیاه در سطح پایین فسفر ۳۲٪ و در سطوح بالای آن ۴۰٪ افزایش یافت (فنگ و همکاران، ۲۰۰۲). طبق پژوهشی که پارسا مطلق و همکاران (۱۳۹۰) تحت شرایط شوری روی گیاه لوبیا انجام دادند، مشخص گردید که محتوای کلروفیل کل در گیاه تلقیح شده با میکوریزا نسبت به گیاه شاهد (غیر میکوریزایی) ۳/۰۷ درصد افزایش یافت. بر اساس آزمایشی که عباسپور و فلاحیان (۱۳۸۷) در تنش شوری روی گیاه پسته صورت گرفت نتایج حاکی از آن بود که میزان کلروفیل و فلاونوئید در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در شرایط شاهد و شوری، از

گیاهان تلقیح نشده با میکوریزا بالاتر بود. با توجه به تحقیقی که گوگوی و سینگ (۲۰۱۱) روی گیاه فلفل انجام دادند گونه‌های متفاوت قارچ میکوریزا باعث افزایش قابل توجهی محتوای کلروفیل شده است. افزایش در محتوای کلروفیل با توجه به هم‌زیستی AM توسط آدی واپار (۲۰۰۱)، ریچموند و لنگ (۱۹۷۵) و شیواپوترا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است. در آزمایشی که توسط دمیر و همکاران (۲۰۱۰) تحت شرایط شوری و تیمار قارچ میکوریزا در گیاه گوجه فرنگی صورت گرفت، نتایج نشان داد که در گیاه تلقیح شده میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل در مقایسه با شرایط شوری و تیمار شاهد افزایش یافت در حالی که مقدار کارتنوئید کم‌تر به‌دست آمد. تأثیر ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل گیاه برنج معنی‌دار بوده و باعث افزایش میزان آن شده است (فدریکو و همکاران، ۲۰۰۷). در بررسی تأثیر سطوح ۲۰ و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست غنی شده (تلفیق با ۵۰٪ کود شیمیایی مورد نیاز خاک) در هکتار، افزایش محتوای کلروفیل برگ سویا تحت تیمارهای مذکور در مقایسه با گیاه شاهد گزارش شد (پیردشتی و همکاران، ۲۰۱۰).

تاسانگ و مایوم (۱۹۹۹) گزارش کردند که گیاه لوبیای وحشی تلقیح شده با گلوموس موسه به طور معنی‌داری وزن خشک اندام‌های ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی داشت. در آزمایشی که الاهی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گیاه گوجه فرنگی انجام دادند، مشاهده شد که در گیاه گوجه فرنگی تلقیح شده با قارچ میکوریزا محتوای کلروفیل در مقایسه با گیاه گوجه فرنگی تلقیح نشده افزایش یافت. با توجه به تحقیقات جین یو و همکاران (۲۰۱۱) در ارتباط با تأثیر قارچ میکوریزا بر روی گیاه چمن برمودا مشخص شد که در گیاه تلقیح شده با میکوریزای محتوای کلروفیل افزایش شده است.

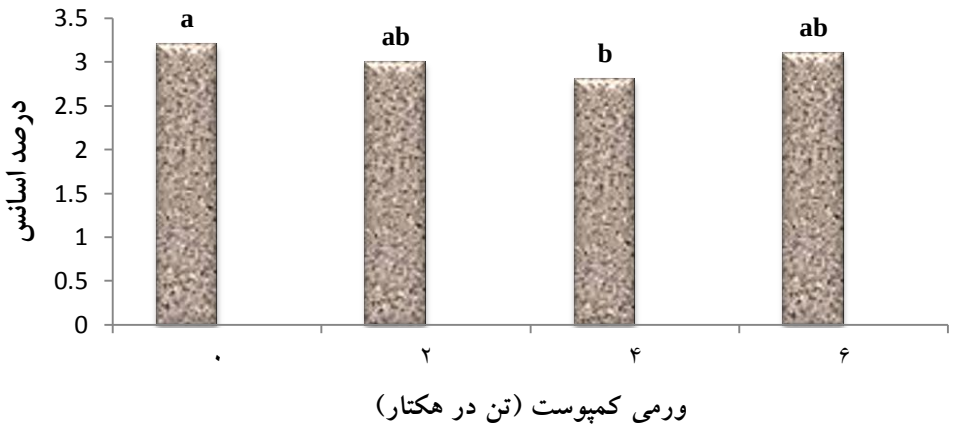
اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر محتوی کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ برای گیاه تاج خروس در طول ۲۷ روز بعد از جوانه زنی گزارش شده است (یوما و مالاتی، ۲۰۰۹). با این وجود کاهش در محتوای کلروفیل کاهو که در ورمی‌کمپوست خالص رشد یافته بود بدون هیچ‌گونه نتیجه منفی برای رشد

گیاه ثبت شد (علی و همکاران، ۲۰۰۷). طی تحقیقی که اصلانی و همکاران (۱۳۹۰) انجام دادند مشاهده شد که کاربرد قارچ میکوریزا آرباسکولار بر مقادیر کلروفیل گیاه ریحان معنی‌دار نبوده است. که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارند.

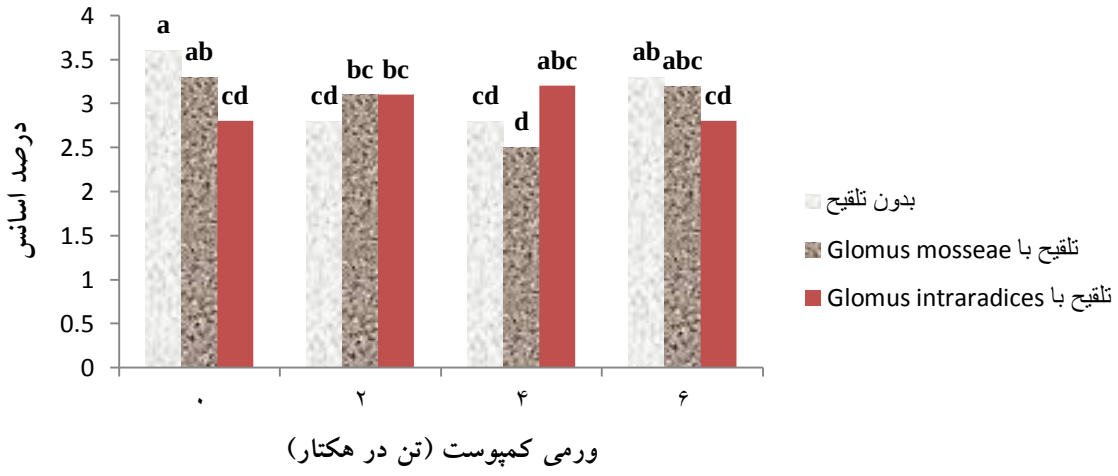
در تحقیقی که آقابابایی و رئیسی (۱۳۹۰) بر روی چهار ژنوتیپ گیاه بادام انجام دادند، نشان داده شد که قارچ‌های میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار در میزان کلروفیل a و به دنبال آن کلروفیل کل در گیاه بادام شدند که افزایش این شاخص در ژنوتیب تلخ از سایر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود. این در حالی است که تلقیح گیاه با قارچ‌های میکوریزا اثری بر غلظت کلروفیل b نداشت. در این آزمایش قارچ‌های میکوریزا باعث کاهش میزان کلروفیل b در مقایسه با تیمار شاهد شدند.

۳-۵- میزان اسانس

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان می‌دهد تأثیر ورمی‌کمپوست بر میزان اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. همچنین اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای نیز بر میزان اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان اسانس در تیمار شاهد برابر ۳/۶ درصد و کمترین آن ۲/۵ درصد در تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در تلقیح با گلوموس موسه حاصل شد (شکل۴-۱۵). اثر اصلی میکوریزا بر میزان اسانس معنی‌دار نشد.



شکل۴-۱۴- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان اسانس



شکل۴- ۱۵- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان اسانس

از آنجا که اسانس‌ها جزئی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی میزان متابولیت‌های ثانویه را در اندام خود افزایش می‌دهد. تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای دیگر که دارای ورمی‌کمپوست بودند به دلیل اینکه با تنش کمبود مواد غذایی مواجه بود، میزان اسانس در پیکره رویشی آن افزایش یافت.

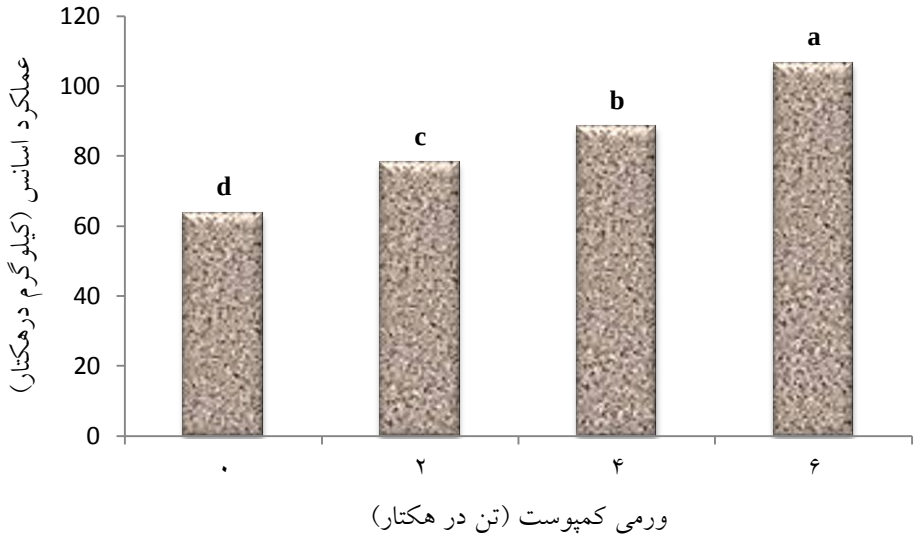
تحقیقات انجام شده در مورد تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر میزان اسانس رازیانه نشان داده است که تیمار شاهد بیشترین درصد اسانس را به خود اختصاص داده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۰). که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. بر اساس نتیجه‌ای که از آزمایش عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) بر می‌آید سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر درصد اسانس بابونه آلمانی معنی‌دار نبوده است. سینگ و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که مقدار اسانس رزماری تحت تأثیر تیمارهای مختلف ۵ و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار قرار نگرفت. هم‌چنین ورمی‌کمپوست هیچ تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس گیاه رازیانه شیرین نداشت (مرادی و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج سینگ وهمکاران (۲۰۰۲) نشان داد، تأثیر ورمی‌کمپوست بر درصد اسانس ریحان معنی‌دار است. که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت ندارد.

تأثیر قارچ میکوریزای بر میزان اسانس گیاهانی مانند ریحان شیرین (کوپتا و همکاران، ۲۰۰۶؛ رسولی-صادقیانی و همکاران، ۲۰۱۰)، شبدرقرمز (استورمر، ۲۰۰۴) و سه گونه نعناع و پونه کوهی (کاراگیانیدیس و همکاران، ۲۰۱۲) معنی‌دار به‌دست آمده است که با نتایج این آزمایش مطابقت ندارد.

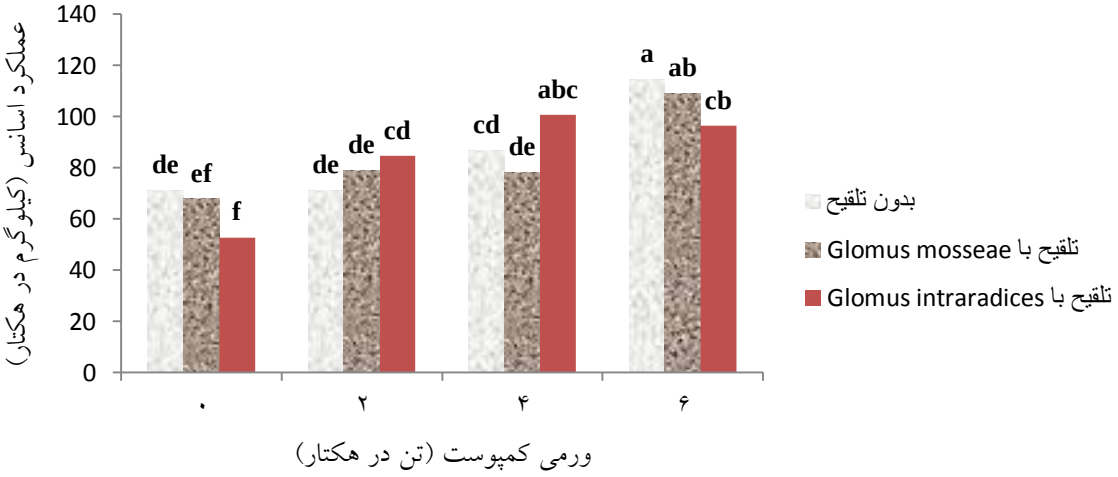
عوامل گوناگونی مقدار ماده مؤثره‌ی گیاهان دارویی را تحت تأثیر قرار می‌دهد از جمله می‌توان آب، دما و خصوصیات خاک مانند خواص فیزیکی، شیمیایی و عناصر غذایی را ذکر کرد. واکنش گیاهان دارویی مختلف به این عوامل متفاوت بوده است و نمی‌توان روند یکسانی را در مورد همه گیاهان دارویی عنوان نمود.

۴-۶- عملکرد اسانس

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان می‌دهد که اثر ورمی‌کمپوست و اثر متقابل بر عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده‌اند. در بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بیشترین عملکرد اسانس در سطح ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۶۷٪ افزایش یافت (شکل۴-۱۶). در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بیشترین عملکرد اسانس در ارتباط با تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدون تلقیح میکوریزا معادل ۱۱۴/۶۵۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار عدم ورمی‌کمپوست در تلقیح با گلوموس اینترا برابر ۵۲/۶۳۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل۴-۱۷).



شکل۴-۱۶- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد اسانس



شکل۴-۱۷- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر عملکرد اسانس

با توجه به این‌که هیچ گونه اختلاف آماری مبنی بر معنی‌دار بودن سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان اسانس بدست نیامد. اما چون عملکرد پیکره‌ی رویشی خشک در اثر حضور ورمی‌کمپوست در خاک که موجب بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله تهویه بهتر، اسیدیته مناسب و تحریک فعالیت‌های میکرواورگانیزم‌های خاک شده‌اند، به طور چشمگیری افزایش یافته است، باعث شده که در نهایت مقدار عملکرد اسانس نیز افزایش یابد. در آزمایشی عملکرد اسانس گیاه رازیانه شیرین تحت تأثیر ورمی‌کمپوست قرار گرفت و در مقایسه با شاهد افزایش یافته بود (مرادی و همکاران، ۲۰۱۱). تحقیقات دیگر حاکی از بهبود عملکرد اسانس گیاه ریحان (عزیزی و همکاران، ۲۰۰۷) و بابونه رومی (لیوس و پانک، ۲۰۰۵) در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بود که در تحقیق حاضر نیز همین نتیجه بدست آمد. نتایج صالحی و همکاران (۱۳۸۹) نشان می‌دهد که کاربرد ورمی‌کمپوست با افزایش معنی‌دار در عملکرد اسانس همراه بوده است. 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. طبق نتایجی که عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) بر بابونه آلمانی بدست آوردند اثر اصلی ورمی‌کمپوست بر عملکرد اسانس بی‌معنی بوده است که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت ندارد.

۴-۷-تیمول

۴-۷-۱- درصد محتوای تیمول

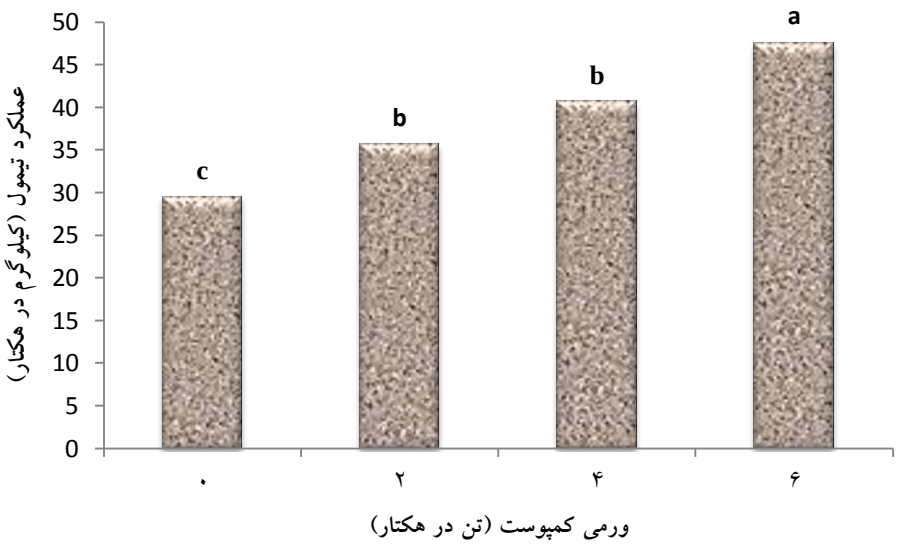
نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس درصد تیمول (جدول پیوست۲) بیان‌گر آن است که هیچ‌گونه اثر آماری مبنی بر معنی‌دار بودن تیمارها بر درصد تیمول بدست نیامد.

در بحث گیاهان دارویی، ارزش واقعی به کیفیت محصول یعنی میزان ماده مؤثره مربوط می‌شود (گراس و همکاران، ۲۰۰۲؛ خان و همکاران، ۱۹۹۲). در این آزمایش میزان درصد تیمول بین ۳۹ تا ۵۳ درصد

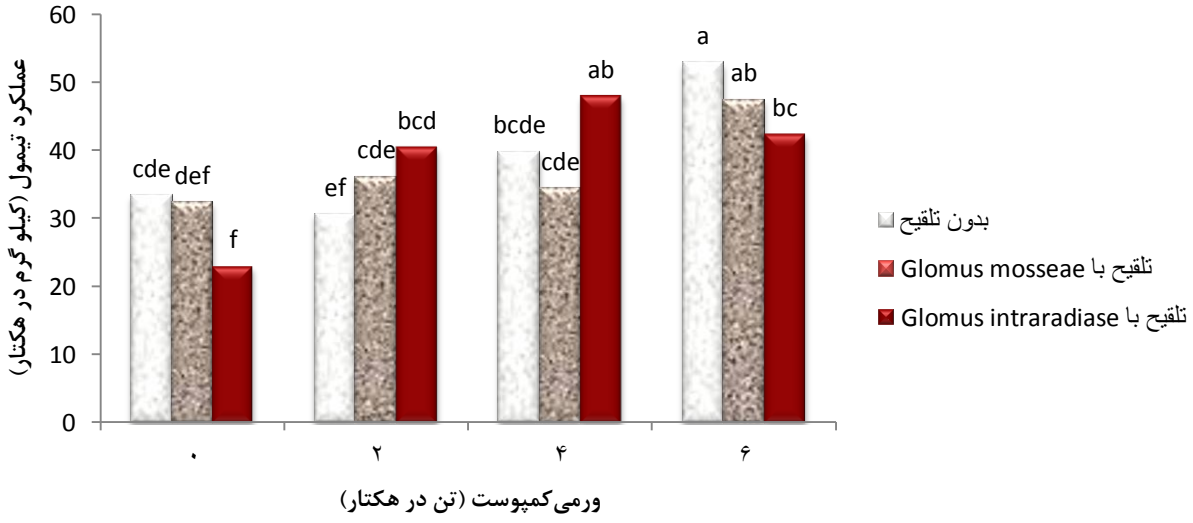
متغییر بود. ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر میزان تیمول تأثیر گذار نبودند. که احتمالاً این نتیجه را می‌توان به شرایط آب و هوایی، شرایط مکانی و ژنوتیب گیاه نسبت داد.

۴-۷-۲- عملکرد تیمول

تیمول مهم‌ترین بخش اسانس پیکره‌ی رویشی آویشن است و از لحاظ اقتصادی قابل توجه می‌باشد. بنابراین در این قسمت به بررسی عملکرد آن می‌پردازیم. در تجزیه واریانس عملکرد تیمول (جدول پیوست۲) مشخص شد تنها اثر اصلی ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد تیمول معنی‌دار شده‌اند. و اثر میکوریزا اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. بیشترین میزان عملکرد تیمول در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار معادل ۴۷/۵۵۴کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد برابر با ۲۹/۵۶۱ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (شکل۴-۱۸). در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بیشترین عملکرد تیمول در ارتباط با تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدون تلقیح میکوریزا معادل۵۲/۸۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار عدم ورمی‌کمپوست در تلقیح با گلوموس اینترا برابر ۲۲/۹۴۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل۴-۱۹).



شکل ۴-۱۸- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد تیمول



شکل ۴- ۱۹- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر عملکرد تیمول

۴-۸- کارواکرول

کارواکرول بعد از تیمول مهم‌ترین ترکیب اسانس آویشن شناخته می‌شود. در این آزمایش ترکیب کارواکرول شناسایی نشد، که علت آن می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، ژنوتیپ و شرایط مکانی کشت باشد. در اینجا شرایط آب و هوایی نقش پررنگ‌تری دارد. زیرا نشاءهای آویشن در منطقه‌ای دیگر که از لحاظ اقلیمی با منطقه کشت متفاوت است رشد یافته‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت این تغییر آب و هوایی باعث عدم وجود کارواکرول در ترکیبات اسانس آویشن شده باشد.

۴-۹- لینالول

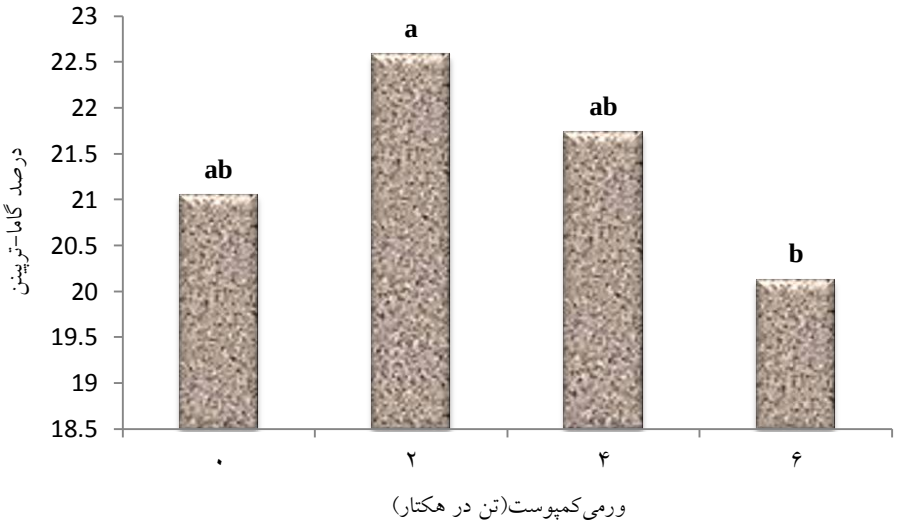
۴-۹-۱- درصد محتوای لینالول

لینالول در اسانس آویشن از ترکیبات فرعی است اما دارای اهمیت است. همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست۲) ارائه شده است. هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها وجود ندارد. میزان درصد لینالول بین ۱/۱۹۵٪ تا ۲/۱۴٪ می‌باشد.

۴-۱۰- گاما- ترپینن

۴-۱۰-۱- درصد گاما ترپینن

نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس درصد این ترکیب (پیوست) حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر اصلی ورمی‌کمپوست در سطح احتمال ۵ درصد بود. اما اثر اصلی میکوریزای و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای بر گاما- ترپینن معنی‌دار نشد. بیشترین درصد گاما-ترپینن مربوط به تیمار۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار معادل۲۲/۵۷۸ درصد است و کمترین آن مربوط به تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار برابر۲۰/۱۲۶ درصد بود شکل (۴-۲۰).



۴-۲۰- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر گاما- ترپینین

در پژوهشی که در آن به ارزیابی اثر قارچهای میکوریزای بر روی کیفیت اسانس گیاه دارویی گشنیز پرداخته شده بود، مشخص شد که تلقیح میکوریزایی این گیاهان، سبب بهبود بارزکیفیت اسانس گردید به نحوی که ترکیباتی همچون ژرانیول و لینالول در ترکیب اسانس نسبت به شاهد افزایش یافت (کاپور و همکاران، ۲۰۰۲). انور و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی بر روی گیاه ریحان به این نتیجه رسیدند که مصرف ورمی‌کمپوست، برتری بارزی از نظر کیفیت اسانس نسبت به شاهد داشت. به طوری‌که لینالول و متیل کاویکول موجود در اسانس به نحو محسوسی بیشتر بود. که نتایج این تحقیقات با نتایج این آزمایش مطابقت ندارد.

نتیجه‌گیری

این بررسی نشان می‌دهد که ارتفاع و عملکرد پیکره‌ی خشک گیاه آویشن به طور معنی‌داری تحت تأثیر ورمی‌کمپوست قرار گرفتند. به طوری‌که سطح ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث بیشترین افزایش صفات مذکور نسبت به شاهد شد. درصد کلونیزاسیون تحت تأثیر اثرات اصلی میکوریزای و ورمی‌کمپوست

و همچنین اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای قرار گرفت. بیشترین درصد همزیستی تحت تأثیر ورمی‌کمپوست در سطح ۶ تن در هکتار نسبت به تیمار شاهد ایجاد شد. در اثر اصلی میکوریزای بیشترین درصد همزیستی در هر دو قارچ میکوریزایی در مقایسه با تیمار شاهد رخ داد. بیشترین درصد همزیستی در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در تلقیح با گلوموس اینترا در مقایسه با شاهد صورت گرفت. در مورد تأثیر ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر درصد اسانس تیمار شاهد بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. عملکرد اسانس نیز تحت تأثیر عامل ورمی‌کمپوست در سطح ۶ تن در هکتار بیشترین مقدار با توجه به شاهد بدست آمد. در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای بر عملکرد اسانس بالاترین میزان در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در عدم تلقیح میکریزایی مشاهده شد.

نتایج این تحقیق می‌تواند نقش ورمی‌کمپوست را به عنوان کود آلی در پایداری و حفاظت از خاک و هم‌چنین افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف و تأثیر آن بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آویشن نشان داد.

تأثیر میکوریزای بر ارتفاع، عملکرد پیکره‌ی خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار نشد. احتمالاً یکی از دلایل آن نحوه مصرف میکوریزای می‌باشد. در این آزمایش کشت آویشن به صورت نشاء بود و میکوریزای با ریشه گیاه در هنگام کشت آغشته شد. از دلایل دیگر آن می‌تواند حضور ورمی‌کمپوست باشد که ده روز قبل از کشت به زمین اضافه شد که با تأمین نیاز غذایی گیاه باعث کم رنگ شدن نقش میکوریزای شده باشد.

بیشترین محتوای کلروفیل a در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزای در تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در تلقیح با گلوموس اینترا در مقایسه با شاهد بدست آمد. در مورد محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل بیشترین میزان تحت تأثیر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در

مقایسه با شاهد حاصل شد. بیشترین میزان کارتنوئید نیز در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و میکوریزا در تیمار ۴ تن ورمی‌کمپوست در عدم تلقیح میکوریزایی مشاهده شد.

با توجه به نتایج بدست آمده در کل میتوان به نقش مثبت ورمی‌کمپوست در افزایش میزان کلروفیل برگ آویشن اشاره کرد. از آنجایی که یکی از دلایل افزایش محتوای کلروفیل شرایط تغذیه‌ای از جمله عناصر غذایی می‌باشد، با حضور ورمی‌کمپوست که حاوی حاوی مواد مغذی است این نیاز گیاه برای تولید بیشتر کلروفیل تأمین می‌شود.

تأثیر ورمی‌کمپوست و میکوریزای بر ترکیبات کیفی اسانس از جمله تیمول، کارواکرول، لینالول که از ترکیبات اصلی آویشن میباشند بیمعنی بود. اما عملکرد تیمول تحت تأثیر ورمی‌کمپوست افزایش یافت و بیشترین میزان در سطح ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در مقایسه با شاهد بدست آمد. تیمول به دلیل ارزش اقتصادی و کاربرد آن در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل افزایش و یا کاهش اندک در میزان تیمول از نظر اقتصادی حائز اهمیت است.

یکی از اهداف کشت گیاهان دارویی استفاده آن‌ها در صنایع دارویی می‌باشد. بنابراین لازم است دقت زیادی در سالم بودن این گیاهان به عمل آید زیرا در ارتباط با سلامت انسان می‌باشند. لذا لازم است در کشت این گیاهان به جای استفاده از نهاده‌های شیمیایی که سلامت انسان و محیط زیست را به خطر می‌اندازند، از کودهای زیستی به منظور تولید سالم‌تر محصولات و هم افزایش در تولید آن‌ها استفاده کرد. با توجه به افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه آویشن و به دنبال آن افزایش در عملکرد، ورمی‌کمپوست می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد. کیفیت اسانس در گیاه آویشن به عوامل مختلف محیطی، ژنتیکی، تغذیه و آب و هوایی بستگی دارد، به همین منظور نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد.

در یک جمع بندی کلی نتایج این تحقیق نشان دهنده‌ی آن است که می‌توان بخش عظیمی از کودهای شیمیایی را با استفاده از کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست در زراعت گیاهان دارویی جایگزین کرد. از آنجایی که ترکیبات موجود در گیاه آویشن به منظور ساخت داروها استفاده می‌گردد و ارتباط مستقیم با سلامت انسان دارد. لذا کاربرد کودهای زیستی در تولید گیاهان دارویی می‌تواند بر سلامت انسان مفید باشد.

پیشنهادات

- استفاده از کودهای بیولوژیک برای بهبود مقدار اسانس و عملکرد پیکره‌ی رویشی خشک گیاه آویشن در شرایط آب و هوایی متفاوت در مناطق مختلف ایران.

- به کارگیری گونه‌های دیگر قارچ میکوریزای و مقادیر دیگری از ورمی‌کمپوست برای بدست آوردن نتایج بهتر در میزان ماده مؤثر گیاه آویشن.

- لزوم توجه بیشتر به کودهای زیستی در سیستم‌های کشاورزی به دلیل تأثیر مثبت آن‌ها چه به صورت منفرد، چه به صورت تلفیقی بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد اسانس.

پیوست

جدول پیوست۱- تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر صفات مورد بررسی در آویشن باغی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد همزیستی	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	کلروفیل کل	ارتفاع	عملکرد خشک	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۱۹/٤٤٤	۰/۰۱۷	۰/۱۹۳*	۰/۰۰۸	۰/۱۹۳	۰/۵۸۳	۲۸۰۳۳۰/۸۵۷*	۲۵۵/۳۲۹
ورمی‌کمپوست	۳	۱۹۳/۵۱۹**	۰/۰۸۳	۰/۹٦۱**	۰/۰۱۸	۱/۲۳۷**	۱٤۹/۲۱۳**	۳۷۵۳۷۹۸/۰۷۹**	۲۹۱۸/٦۲۵**
میکوریزا	۲	٤۳۳٦/۱۱۱**	۰/۰۷۷	۰/۲۲۱*	۰/۰٤٤	۰/۳٦۷*	۱/۳۳۳	۱۱۵۸/۰۱۸	۲۲/۹۹٦
ورمی‌کمپوست× میکوریزا	٦	۷٦/۸۵۲*	۱/۰۹۷**	۰/۹۸۲**	۰/۰۵٤*	۳/۰۰۸**	۰/۷٤۱	۲۲۲۰۳/۲۳۳	۳۵٤/۲۲٦*
خطا	۲۲	۳۰/۸۰۸	۰/۱٤٤	۰/۰۵۰	۰/۰۱٦	۰/۱۰۳	۱/۵۸۳	۳۰۲۳۷/۵۱٦	۹۵/۸۵٤
ضریب تغییرات (درصد)		۱٦/۵۱	۲۳/٦٤	۳۲/۱۸	۲۷/٤۷	۱٤/۰٦	٤/۷۹	٦/۲٤	۱۱/٦۱

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ می‌باشد.

جدول پیوست۲- تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر صفات کیفی گیاه آویشن باغی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد اسانس	تیمول	عملکرد تیمول	لینالول	گاما- ترپینن
تکرار	۲	۰/۱٤۱	۱۷/۳٤۹	۱۰۳/۳۰۸	۰/٥٦۸	۰/۱۹۹
ورمی‌کمپوست	۳	۰/۲٥٦*	٥/۲۳۲	٥۲۳/۹۸٥*	۰/۳۲۲	۹/۷۳۹*
میکوریزا	۲	۰/۰۷۰	۰/۸٥٦	۷/٥۹٥	۰/۲۱٦	۰/۱۰۲
ورمی‌کمپوست×میکوریزا	٦	۰/۳٦۳*	۱۳/۹۰۲	۱۲۸/۷۷۲*	۰/۰۹٥	۳/٤٥۸
خطا	۲۲	۰/۰۷۹	۱۱/۲۷۰	۳۳/۰٦٤	۰/۳۰۸	٤/۱٤۲
ضریب تغییرات ٪		۹/۲٤	۷/۳۸	۱٤/۹۸	۳۲/٤٥	۹/٥۲

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ می‌باشد

بلوک۱

M_1V_0	M_0V_0	M_2V_2	M_2V_0	M_1V_2	M_2V_1	M_0V_2	M_0V_1	M_0V_3	M_1V_1	M_1V_3	M_2V_3

بلوک۲

M_2v_0	M_1V_2	M_0V_3	M_2V_2	M_0V_0	M_0V_1	M_1V_1	M_2V_1	M_0V_2	M_2V_3	M_1V_3	M_1V_0

بلوک۳

M_1V_3	M_2V_0	M_0V_1	M_0V_0	M_0V_3	M_2V_2	M_1V_2	M_1V_0	M_1V_1	M_2V_1	M_2V_3	M_0V_2

شکل پیوست۱- نقشه طرح بعد از تصادفی کردن تیمارها در تکرارها

منابع

آقابابایی ف. و رئیسی ف.، (۱۳۹۰) "اثر هم‌زیستی میکوریزایی بر میزان کلروفیل، فتوسنتز و راندمان مصرف آب در چهار ژنوتیپ بادام در استان چهارمحال و بختیاری" مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، شماره۵۶، دوره ۱۵: ص ۱۰۱-۹۱.

اصلانی ز.، حسنی ع.، رسولی صدقیانی م.ح.، سفیدکن ف. و برین م.، (۱۳۹۰)" تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا آربسکولار میکوریزا (*Glomus intraradices* و *Glomus mosseae*) بر رشد، مقادیر کلروفیل و جذب فسفر در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط تنش خشکی" فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، شماره۳، دوره۲۷: ص۴۸۶-۴۷۱.

امید بیگی ر، (۱۳۷۳) "کشت گیاهان دارویی و نکاتی مهم پیرامون آن" مجله رازی، شماره ۷، ص ۲۴-۳۹.

امید بیگی ر، (۱۳۷۴) "رهیافتهای تولید و فرآوری گیاه دارویی" جلد اول، انتشارات فکروز، ۳۴۸ صفحه.

امید بیگی ر.، (۱۳۷۵) "داروهای گیاهی از گذشته تا کنون" مجله صنایع آرایشی و بهداشتی، شماره ۱۹: ص ۳۶-۶۵.

امید بیگی ر.، (۱۳۸۳) " تولید و فرآوری گیاهان دارویی" جلد سوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۳۹۷ صقحه

امید بیگی ر.، (۱۳۸۴) " تولید و فرآوری گیاهان دارویی" جلد اول، انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۴۸صفحه.

امید بیگی ر.، و باستانی م.ر.، (۱۳۸۴) " آشنائی با گیاه دارویی آویشن باغی" فصلنامه انجمن صنایع شوینده، بهداشتی و آرایشی ایران، شماره ۱۴: ص ۱۹-۱۸.

توکلی دینانی ا.، (۱۳۸۸)، "بررسی تأثیر کودهای زیستی حل کننده فسفات بر عملکرد کمی و کیفی در رقم گیاه دارویی شوید (*Anthum graveolens* L.)" پایان نامه ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی رودهن، تهران.

پارسا مطلق ب.، محمودی س.، سیاری زهان م.ح. و نقی‌زاده م، (۱۳۹۰) "تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در شرایط تنش شوری" نشریه بوم شناسی کشاورزی، شماره ۲، دوره ۳: ص۲۴۸-۲۳۷.

رجالی ف.، صالح راستین ن.، ملکوتی م.ج. و علیزاده ع، (۱۳۸۲) "بررسی پتانسیل همزیستی قارچهای میکوریزا آرباسکولار و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در برخی دیمزارهای گندم استان آذربایجان شرقی" مجله علوم آب وخاک، شماره ۱۷، دوره۱: ص ۸۰-۸۹.

ساعد ز، (۱۳۷۰) " گیاهان دارویی (روشهای کشت، برداشت و شرح مصور ۲۵۶ گیاه)" انتشارات ققنوس، تهران، ۳۷۰ صفحه.

ساغری م.، بارانی ح.، اصغری ح.ر. و صدروی م.، (۱۳۸۸) "تأثیر تلقیح قارچ آربسکولار میکوریز و کود شیمیایی فسفره بر رشد و تولید دو گونه یونجه یکساله" مجله علمی-پژوهشی مرتع، شماره ۳، دوره ۲: ص۳۰۱-۲۹۱.

سماوات س.، لکزیان ا. و ضمیرپور ع.، (۱۳۸۰). "تأثیر ورمی‌کمپوست بر روی شاخص‌های رشد گیاه گوجه فرنگی". مجله علوم و صنایع کشاورزی، شماره۲، دوره۱۵: ص ۹۳-۸۹.

جم‌زاد ز.، (۱۳۷۳) " آویشن" انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۱۷۲صفحه.

خاوازی ک.، اسدی رحمانی ه. و ملکوتی م. (۱۳۸۴) " ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور" چاپ اول، انتشارات سنا، تهران، ۶۱۰ صفحه.

درزی م.، (۱۳۸۶) " بررسی تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه به منظور دستیابی به یک سیستم زراعی پایدار. پایان نامه دکتری زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۶۵صفحه.

زرگری ع.، (۱۳۷۲) " گیاهان دارویی" جلد چهارم، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۲۱۷ صفحه.

صالحی ا.، قلاوند ا.، سفیدکن ف. و اصغرزاده ا.، (۱۳۸۹) "تأثیر کودهای زیستی و آلی بر روی عملکرد گل، میزان و عملکرد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.)" یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ص ۲۰۱-۱۸۸.

ضیائی ع.، (۱۳۸۱) " تاریخچه طب گیاهی" فصلنامه گیاهان دارویی، شماره۲: ص ۵۱-۴۳.

کریمی زارچی، م. و کلباسی م.، (۱۳۷۸) "بررسی هوادهی و مخلوط کردن بر فرآیند تولید کمپوست و کیفیت کمپوست تولیدی از زباله‌های شهری" ششمین کنگره علوم خاک ایران، مشهد، ص۷.

قلی‌زاده آ.، (۱۳۸۳)، "تأثیر تنش خشکی و مصرف زئولیت طبیعی بر خصوصیات فیزیومورفولوژیکی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*)" ، پایان نامه ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.

عباس‌پور ح. و فلاحیان م.ر.، (۱۳۸۷) "تأثیر قارچ اندومیکوریزا بر سیستم دفاعی آنتی اکسیدان و رنگیزه‌های گیاه پسته تحت تنش شوری" فصلنامه علمی-پژوهشی دانش زیستی ایران، شماره۳، دوره۲: ص۵۴-۴۷.

عزیزی م.، لکزیان ا. و باغبانی م.، (۱۳۸۳) " بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد. ص۶۲.

عزیزی م.، رضوانی ف.، حسن زاده خیاط م.، لکزیان ا. و نعمتی ح.، (۱۳۸۷) "تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral" فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی معطر ایران، شماره۱، دوره۲۴: ص۹۳-۸۲.

محبوب خمایی، ع.، (۱۳۸۷) "اثر نوع و مقدار ورمی‌کمپوست در بستر کشت گلدانی بر رشد فیکوس بنجامین ابلق (*Ficus bengamina*)" نهال و بذر، شماره۲، دوره۴۲: ص ۹۳-۸۲.

مرادی ر.، نصیری محلاتی م.، رضوانی مقدم پ.، لکزیان، ا. و نژادعلی ع.، (۱۳۹۰) "تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgar Mill*)". نشریه علوم باغبانی، شماره۱، دوره۱۵: ص۳۳-۲۵.

مؤمنی ت. و شاهرخی ن.، (۱۳۷۰) " اسانسهای گیاهی و اثرات درمانی آنها" انتشارات دانشگاه تهران، ۱۷۱ صفحه.

Adivappar N. (2001) “Effect of VAM fungi on growth, yield and drought tolerance of Papaya” M.Sc. Thesis, Dharwad, India: University of Agricultural Science.

Ahmed S.M. (2001) “Effect of thymus addition on the acceptability and value of some bakery products”. Alexandria J. of Agric. Res. 46(3): 47-58.

Aira M., Monroy F. and Domínguez J. (2007) “Earthworms strongly modify microbial biomass and activity triggering enzymatic activities during vermicomposting independently of the application rates of pig slurry”. Sci. of. Total. Enviro., 385: 252-261.

Ali M., Griffiths A.J., Williams K.P. and Jones D.L. (2007) “Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost”. Eur. J. Soil. Biol. 43: 316–S319.

Andrade G., Mihara K.L., Linderman R.G. and Bethlenfalvay G.J. (1998) “Soil aggregation status and rhizobacteria in the mycorrhizosphere” J. of Plant Soil, 202: 86–96.

Ansari A. and Sukhraj K. (2010) “ Effect of vermiwash and vermincompost” Agri. of. Res., 5(15): 1794-1798.

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" Commun. Soil Sci. Plant, 36(13-14): 1737-1746.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Atieyh R.M. and Metzger J.D. (2003) "Effect of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers" J. of Bio. Resource Technol., 93: 139-143.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C. and Metzger J.D. (2004) "Influence of vermicompost on field strawberries: Effect on growth and yield" J. of Bio. Resource Technol., 93: 145-153.

Arancon N.Q., Galvis P.A., and Edwards A. (2005) "Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts" J. of Bio. Resource Technol., 96(10): 1137-1142.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Lee S. and Byrne R. (2006) "Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth". Eur. J. of Soil Biol., 42: 65-69.

Arancon N.Q., Edwards C.A. and Dick L. (2007) " Vermicompost tea production and plant growth impact ". Biocycle, 48: 51-52.

Arguello J.A., Ledesma A., Nunez S.B., Rodriguez C.H. and Goldfarb M.D.D. (2006) "Vermicompost effects on blubbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of Rosado Paraguay garlic bulbs" Hort. Sci., 4(3): 589-592.

Arriagada C.A., Herrera M.A. and Ocampo J.A. (2007) "Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of Eucalyptus globules co-cultured with Glycine max in soil contaminated with heavy metals" J. of Environ. Manage., 84: 93-99.

Arthur G.D., Jager A.K. and Van Staden J. (2001) "The release of cytokinin-like compounds from Gingko biloba leaf material during composting". Environ. Exp. Bot. 45: 55–61.

Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A. and Metzger J.D. (2000) “Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes” Bioresource Technol. 75: 175-180.

Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S. and Metzger J.D. (2000) “Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings” Compost Science and Utilization. 8(3): 215-223.

Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., Metzger J.D. (2002) “The influence of earthworm- processed pig manure on the growth and productivity of marigolds” J. of Bio. Resource Technol., 81: 103-108.

Atiyeh R.M., Lee S., Edwards G.A., Arancon N.Q. and Metzger J.D. (2002) “The influence of humic acids derived from earthworms-processed organic wastes on plant growth” J. of Bio. Resource Technol., 84:7-14.

Azizi M., Lakzian A and Bagani M. (2007) “Effect of different amount of vermicompost and vermivash on morphological factors and essential oil content of Basil” Agri. Sci. 2:5-8.

Azizi M., Rezvani F., Khayat M.H., Lackzian A. and Neamati H. (2008) “The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*)” C.V. Goral. Iran. J. Med. Aroma. Plants. 24(1): 82-93.

Azizi M., Rezvani F., Hassan Z.K.M., Lekzian A. and Nemati A. (2009) “Effects of vermicompost and irrigation on morphological traits and essential oil of chamomile” Iran. J. Med. Plants Spices. Res. 24(1): 82-93.

Banoczy J., Gombik A., Szoke J. and Nnasz I. (1995) “Effect of an antibacterial varnish and amine-fluorideistannous fluoride (AmFISnF2) toothpaste on *Streptococcus* mutants counts in saliva and dental plaque of children” Clin. Dent. 4: 131-134.

Baranauskiene R., Venskutonis P.R. and Viskelis P. (2003) “Dambrauskiene E. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (Thymus vulgaris)” J. Agric. Food Chem. 51: 7751- 7758.

Barrios E. (2007) “Soil biota, ecosystem services and land productivity” Ecol. Econ, 64: 269–285.

Baser K.H.C. (1999) “Industrial utilization of medicinal and plants”. Acta. Hort., 503: 177-192.

Bedini S., Pellegrino E., Avio L., Pellegrini S., Bazzoffi P., Argese E., Giovannetti M. (2009) “Changes in soil aggregation and glomalinrelated soil protein content as affected by the arbuscular mycorrhizal fungal species Glomus mosseae and Glomus intraradices” Soil Biol. Biochem. 41: 1491–1496.

Bentley R. and Trimen H. (1991) “ Medicinal Plants” Vol. 3, Jowhar Offset Press, India, No. 205.

Bruneton J. (1995) “Pharmacognosy Phytochemistry Medicinal Plants” Lavoisier publishing, Paris, 283-284.

Bernath J. (1986) “Production ecology of secondary plants products” In: Herb , Spice and medicinal plant , Volume 1 Oryx Press.Arziona.185-234.

Bouamri R., Dalpé Y., Serrhini M.N. and Bennani A. (2006) “Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of Phoenix dactylifera L”. in Morocco. Afr. J. Biotechnol 5: 510–516.

Cardoso M. and Kuyper T.W. (2006) “Mycorrhizas and tropical soil fertility” Agric. Ecosys. Environ. 116: 72-84.

Caravaca F., Alguacil M.M., Azcòn R. and Roldán A. (2006) “Formation of stable aggregates in rhizosphere soil of Juniperus oxycedrus: effect of AM fungi and organic amendments” Appl. Soil Ecol. 33: 30–38.

Cavagnaro T.R., Smith F.A., Smith S.E. and Jakobsen I. (2005) “Functional diversity in arbuscular mycorrhizas: Exploitation of soil patches with different phosphate enrichment differs among fungal species” Plant Cell. Environ. 28: 642–650.

Cavagnaro T.R. (2008) “The role of arbuscular mycorrhizas in improving plant zinc nutrition under low soil zinc concentrations” a review. J. of Plant Soil, 304: 315–325.

Ceylan A., Bayram E. and Ozay N. (1994) “The effects of N-fertilizer on the yield and quality of *Thymus vulgaris* in ecological condition of Bornora-Izmir. J. of Ari. and Forestry. 18(4): 249-255.

Chaoui H.I., Zibilske L.M. and Ohno T. (2003) “Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability”. Soil Bio. and Biochem., 35 : 295-302.

Chaudhary V., Kapoor R. and Bhatnagar A.K. (2008) “Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of Artemisia annua L” Appl. Soil Ecol. 40: 174–181.

Chizzola R., Michitsch H., and Franz C. (2008) “Antioxidative properties of Thymus vulgaris leaves: Comparison of different extracts and essential oil chemotypes” J. of Agri. and Food Chem., 56: 6897–6904.

Copetta A., Lingua G. and Berta G. (2006) “Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum L.* var. Genovese” Mycorrhiza 16: 485-494.

Craker L.E. and Simon J.E. (1988) “Herbs, spices and medicinal plants: Recent Advances in Botany” Horticulture and pharmacology. 3(10): 11- 14.

Darzi M.T., Ghalavand A., Rejali F. and Sephidkon F. (2007) “Effects of Biofertilizers Application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare Mill*.)” Iran. J. Med. Aroma. Plants, 22(4): 276-292.

Darzi M.T., Ghalavand A. and Rejali F. (2008) “Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare Mill*.)” Iran. J. Crop. Sci. 10(1): 88-109.

Darzi M.T., Haj-Seyedhadi M.R. and Rjali F. (2012) “Effects of the application of seed yield of anise (*Pimpinella anisum L*.)” J. Med. Plants Res. 6(2): 215-219.

Davies F.T., Potter J.R. and Linderman R.G. (1992) “Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independeut of Leaf P Concentration response in gas exchage and water relations” Physiol. planta, 87: 45-53.

Demir S. (2004) “Influence of Arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper” Turk. J. Biol. 28: 85-90.

Demir K., Basak, H., Okay F.Y. and Kasim R. (2011) “The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seeding grown under saline condition” Afr. J. of Agric. Res. 6(14): 3326-3332.

Domínguez J., Aira M. and Gómez Brandón, M. (2010). “Vermicomposting: earthworms enhance the work of microbes”. In: Insam H., Franke-Whittle I. and Goberna M. (Eds.), “Microbes at Work” From Wastes to Resources, Berlin Heidelberg. 93-114.

Edwards C.A. and Burrows I. (1988) “The potential of earthworm composts as plant growth media” In: Edwards, C.A., Neuhauser, E.F. (Eds.), “Earthworms in Environmental and Waste Management” SPB Academic Publ. b.v., The Netherlands. 211-220.

Edwards C.A., Arancon, N.Q. and Greytak, S. (2006). Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. Bio. Cycle. 47: 28-31.

Elahi F.E., Aminuzzaman F.M., Mridha M.A.U., Begum, B. and Harun A.K.M.Y. (2010) “AMF Inoculation reduced arsenic toxicity and increased growth, nutrient uptake and chlorophyll content of tomato grown in arsenic amended soil” Adv. Environ. Biol. 4(2): 144-200.

Estrada-Luna A. and Davies A. (2003) “Arbuscular Mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, abscise aside and growth of micro-propagated chile ancho pepper (*Cascum annuum*) plantlets during acclimatization and post-acclimatization” J. Plant Physiol. 160: 1073-1083.

Evelin H, Kapoor R. and Giri B. (2009) “Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress”: a review. Ann. Bot 104: 1263–1280.

Feng G., Zhang F.C., Li X.L., Tian C.Y. and Tang C. (2002) “Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots” Mycorrhiza. 12: 185–190.

Foda M.I., El-Sheikh M.M., El-Kholy W.I. and Seleet F.L. (2006) “Herbs as a way for improving the quality and prolonging shelf life of soft cheese” Annals. Of Agri. Sci. Cairo., 51(2): 457-467.

Furia T.E. and Bellanca N. (1995) “ Fenarolis Hand book of Ingredients”. Vol1. 3rd. Edition CRC Press. 256: 272-273.

Gensel P.G. (2008) “The earliest land plants” Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst. 39: 459–477.

Gianinazzi S., Huchette O. and Gianinazzi-Pearson V. (2008) “New outlooks in mycorrhiza applications”. In: Baar J, Estaun V, Ortas I, Orfanoudakis M, Alifragis D (eds) Proceedings of the COST870 meeting “Mycorrhiza application in sustainable agriculture and natural systems”, 17–19. Thessaloniki, Greece. 20–22.

Gianinazzi S., Gollette A., Binet M.N., Tuinen D. and Redecke D. (2010) “Aroecology: the key role of arbuscular mycorrhizzas in ecosystem services” Mycorrhiza. 20: 519-530.

Giri B., Kapoor R. and Mukerji K.G. (2002) “VA mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stress condition” In: Mukerji K.G., Manoracheir C., and Singh J. (eds) “Techniques in mycorrhizal stueies”. Kluwer, Dordrecht. 313-327.

Gogoi P. and Singh R.K. (2011) “Different effect of some arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *piper longum L*. (*Piperaceae*)” Indian. J. Sci. Technol. 4(2): 119-125.

Goodner k.L., Mahattanatawee K., Plotto A. and Sotomayor J.A. (2006) “Aromatic profiles of *Thymus hyemalis* and spanish”. *T. vulgaris* essential oils by GC-MS/GC-O, Jordan, M. J. Industrial Crops and Products, 24 (3): 246-268.

Grunwald J., Graubaum H.J., Busch R., Bentley C. and Fiebich B. (2006) “Thyme and primrose root: a powerful synergism for the therapy of acuta bronchitis”. Zeitschrift fur phytotherapie. 27(5): 214-220.

Gupta M. Prasad L, Ram M. and kumar S. (2002) “Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions” J. of Bio. Resource Technol., 81: 77-79.

Hameeda B., Rupela O.P. Reddy G. and Satyvani K. (2006) " Application of plant growth-promoting bacteria asocial ted whit compost and macro fauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum L.*)". Biol. Fertil. Soils, 44: 260-266.

Hao Z., Fayolle L., van Tuinen D., Gianinazzi-Pearson V. and Gianinazzi S. (2009) "Mycorrhiza reduce development of nematode vector og Grapevine fanleaf virus in soils and root systems". In: Boudon- Padfieu E (ed) Extended abstract 16th meeting of ICVG, Dijon, France. 100–1001.

Harrier L.A. and Watson C.A. (2004) "The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems" Pest. Manag. Sci. 60: 149–157.

Herring J.R., Fantel R.J. (1993) "Phosphate rock demand into the next century: impact on world food supply" Nat. Resour. Search. 2: 226–246.

Hidalgo P., Sindoni M., Matta F. and Nagel D.H. (2002) "Earthworm castings increase germi-nation rate and seedling development of cucumber" Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Research Report. 22 (6).

Hornok L. and Csaki G. (1986) "Effect of some cultivation factors on yield and active principle content of some medicinal plants". Kerteszeti Egyetem Kozlemengei. 50: 87-110.
Hornok L. (1992) "Cultivation and processing of medicinal plants". Akademian Kiado. Budapest, Hungary. 200-205.

Hussein M.S., El-Shrbeny S.E., Khalid M.Y. Naguib N.Y. and Aly S.M. (2006) " Growth charecters and chemical constituents of dracoce phalum moldavical . plant inrelation to compost fertilizer and planting distance". J. Sci. Hort. 108: 322-331.

Ievinsh G. (2011) “Vermicompost treatment differentially affects seed germination, seedling growth and physiological status of vege table crop species”. Plant Growth Regul., 64: 169–181.

Jakobsen I. (1995) “Transport of phosphorus and carbon in VA mycorrhizas” In: Varma A, Hock B (eds) Mycorrhiza. Springer-Verlag, Berlin, 297–324.

Jeffries P., Gianinazzi S., Peretto, S., Turnau K. and Barea J.M. (2003) “The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility” Biol. Fertil. Soils, 3: 1–16.

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 J. Microbiol. Biotechnol. 18: 459-463.

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” J. of Bio. Resource Technol., 93: 307–311.

Karagiannidis N., Thomidis T., Panou-Filotheou E. and Karagiannidis Ch. (2012) “Response of three mint and two oregano species to *Glomus etunicatum* inoculation” Aust. J. Crop Sci. 6(1): 164-169.

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. 15: 443-446.

Kirby J., Keasling J.D. (2009) “Biosynthesis of plant isoprenoids: perspectives for microbial engineering”. Annu. Rev. Plant Biol., 60: 335–355.

Lal R. (2009) “Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition” Food Security 1: 45–57.

Lazcano C., Arnold J., Tato A., Zaller J.G. and Domínguez J. (2009) “Compost and vermicompost as nursery pot components: Effects on tomato plant growth and morphology”. Spanish. J. of Agri. Res., 7: 944-951.

Lazcano C. and Dominguez J. (2011) “The use of vermicompost sustainable agriculture”.

Leake J.R., Johnson D., Donnelly D., Muckle G., Boddy L. and Read D. (2004) Network of power and influence: “The role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning” Can. J. Bot., 82: 1016–1045.

Letchamo W. and Gosselin A. (1995) “Photosynthetic potential of Thymus vulgaris selection under two light regimes and three soil water levels. Scientia Hort., 62: 89-101.

Letchamo W. and Gosselin A. (1996) “Transpiration essential oil glands epicuticular wax and morphology of Thymus vulgaris are in feluenced by light intensity and water supply” J. of Hort. Sci., 71(1): 123-134.

Letchamo W., Xu H.L., Gosselin A. (1995) “Variations in photosynthesis and essential oil in thyme”. J. Plant. Physiol., 147: 29–37.

Liuc J. and Pank B. (2005) “Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile” Scientia Pharmaceutica, 46: 63-69.

Lores M., Gómez-Brandón M., Pérez-Díaz D. and Domínguez J. (2006) “Using FAME profiles for the characterization of animal wastes and vermicomposts”. Soil Bio. and Biochem., 38: 2993-2996.

Louche-Tessandier D., Samson G., Hernandez-Sebastia C., Chagvardieff P. and Desjardins Y. (1999) "Importance of light and CO_2 on the effects of endomycorrhiza colonization on growth and photosynthesis of potato plantlets (*Solanum uberosum*) in anin vitro tripartite system" New Phytol. 142: 539-550.

Malik M.S., Satter A. and Khan S.A. (1987) "Essential oils of the species of labiatae Part III. Studies on the essential oil of Zataria muliflora" Pakistan, J. Sci. Ind. Res.

Mamo M., Rosen C.J., Halbach T.R. and Moncrief J.F. (1998) "Corn yield and nitrogen uptake in sandy soils amended with municipal solid waste compost". J. of Produc. Agri., 11: 469-475.

Marschner H. and Dell B. (1994) "Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis" J. of Plant Soil, 159:89–102.

Martinez M.J., Ferrera R. and Chavez M.C. (2000) "Effect of vermicompost and mycorrhizal fungi on growth and photosynthetic rate of chili". Montecillo. Mexico.

Marulanda-Aguirre A., Azcon R., Ruiz-Lozano J.M. and Aroca R. (2008) "Differential effects of a Bacillus megaterium strain on Lactuca sativa plant growth depending on the origin of the arbuscular mycorrhizal fungus coinoculated": physiologic and biochemical traits. J. Plant Growth Regul., 27: 10–18.

Marulanda A., Barea J.M. (2009) "Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (AM fungi and bacteria) from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness" J. Plant Growth Regul., 28: 115–124.

McGimpsey J.A., Douglas M.H., Van Klink J.W., Beauregard D.A. and Perr N.B. (1994) "Seasonal variation in essentioal oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris L.* in New Zealand Flavour Fragvance, 9: 347-352.

Mcginnis M., Cooke A., Bilderback T. and Lorscheider M. (2003) "Organic fertilizers for basil transplant production" Acta. Hort. 491: 213-218.

Mehrvarz S., Chaichi M.R. and Alikhani H.A. (2008) "Effects of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield component of Barley (*Hordeum vulgar*)" American-Eurasian. J. Agric. and Environ, 3(6): 822-828.

Mohanty, S., Paikaray, N.K. and Rajan, A.R. (2006) "Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogeal* L.)-corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique" Geoderma, 133: 225-230.

Moradi R., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahallati M. and Nezhadali A. (2011) "Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgar var. dulce*)" Span. J. Agric. Res., 9(2): 546-553.

Muscolo A., Bovalo F., Gionfriddo, F. and Nardi F. (1999) "Earthworm humic matter produces auxin-like effects on Daucus carota cell growth and nitrate metabolism" Soil. Bio. and Biochem., 31: 1303-1311.

Narender P., Malik T.P. and Mangal J.L. (2002) "Effect of FYM and vermicompost on tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill VAR.SEL-7)" XXVIth International Horticultural Congress. Toronto ,Canada. Horticulture Art and Science for life.

Pandey R. (2005) "Management of Meloidogyne incognita in Artemisia pallens with bio-organics". Phytoparasitica. 33(3): 304-308.

Panwar J.D.S. (1991) "Effect of VAM and Azospirillum brasilense and *Glomus fasciculatum* on sorghum nutrition" J. of. Plant Soil, 110(2): 283-287.

Parakasa Rao E.V.S., Naryana M.R. and Rajeswara B.R. (1997) "The effect of nitrogen and farm yard manure on yield and nutrient uptake in davana (Artemisia pallens Wall. ExD.C.)". J. Herbs, Spices and Medicinal Plants, 5(2): 39-48.

Perner H., Rohn S., Driemel G., Batt N., Schwarz D., Kroh L.W. and George E. (2008) “Effect of nitrogen species supply and mycorrhizal colonization on organosulfur and phenolic compounds in onions” J. Agric. Food Chem. 56: 3538–3545.

Picuric-Jonanovic K., Milovanovic M. and Vrbaski Z. (1995) “ Thymus vulgaris as a source of natural antioxidant: Review of Research-Work at the Faculty of Agricultuer Belgrad, USSR,40: 141-146.

Piccalgia R. and Morothi M. (1994) “Characterization of several aromatic plants growing in northern Italy. Horticultural Abstra. 64: 1368.

Pirdashti H., Motaghian A., Bahmanyar M.A. (2010) “Effect of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultures” J. Plant Nutr, 33: 485-495.

Porras-Soriano A., Soriano-Martin M.L., Porras-Piedra A. and Azcon R. (2009) “Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions” J. Plant Physiol., 166: 1350–1359.

Poss J. A., Pond E. Menge J.A., and Jarrel W.M. (1985) “Effect of Salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without addieional phosphate” J. of Plant Soil, 88: 307-319.

Prabha M.L., Jayraaj I. A., Jayraaj R. and Rao D.S. (2007) “Effective of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants”. Asian J. of micro. Biotech. and environ. Scie., 9: 321-326.

Prakash V. (1990). “Leafy Spices” CRC Press, USA. 99-102.

Putievsky E., Sanderowich D. and Ron R. (1981) “Growing spice plants from seeds or cutting. Horticultural Abstracts. 51(1): 589.

Putnam S.E., Sutt A.M., Bicknell K., Priestley C.M. and Williamson E.M. (2007) "Natural products as alternative treatments for metabolic bone disorders and for maintenance of bone health"

Raiesi F. and Ghollarata M. (2006) "Interactions between phosphorus availability and an AM fungus (*Glomus intraradices*) and their effects on soil microbial respiration, biomass and enzyme activities in a calcareous soil" J. of Pedo. Bio., 50: 413–425.

Rasouli-Sadaghiani M., Hassani A., Barin M., Rezaee Danesh Y. and Sefidkon F. (2010) "Effects of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on growth, essential oil production and nutrients uptake in basil" J. Medic. Plants Res. 4: 2222-2228.

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: 145-149.

Redecker D., Kodner R., Graham L.E. (2000) "Glomalean fungi from the Ordovician" Sci. 289: 1920–1921.

Remy W, Taylor T.N, Hass H, Kerp H. (1994) "Four hundred-million-year-old vesicular arbuscular mycorrhizae". Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 91: 11841–11843.

Richmond A. and Lang A. (1975) "Effect of Kinetin on protein content and survival of detached" Xantium leaves. Sci. 125: 650-651.

Rillig M. C., Wright S. F., Nichols K. A., Schmid W. F. and Torn M. S. (2002) "The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: Comparing effects of five plant species" J. of Plant Soil, 238: 325–333.

Rillig M.C. and Mummey D. (2009) "Mycorrhizas and soil structure" New Phytol. 171: 41–53.

Roldan-Fagardo, B.E., Barea, B.E., Ocampo, J.A. and Azcon-Aguilar, c. (1982) "The effect of season on VA mycorrhiza of the almond tree and of phosphate fertilization and species of endophyte on its mycorrhizal dependency". J. of. Plant Soil, 68: 361–367.

Roose T. and Fowler A.C. (2004) "A mathematical model for water and nutrient uptake by plant root systems" J. Theor. Biol., 228: 173–184.

Roy D.K. and Singh B.P. (2006) "Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*)" Indian J. Agron., 51: 40-42.

Roth-Nebelsick A. and Konrad W. (2003) "Assimilation and transpiration capabilities of rhyniophytic plants from the Lower Devonian and their implications for paleoatmospheric CO2 concentration" Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 202: 153–178.

Sahni S., Sarma, B.K., Singh D.P., Singh K.P. (2008) "Vermicompost enhances performance of plant growth promoting rhizobacteria in *Cicer arietium* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii"*. Crop. Prot. 27: 369–379.

Sailo G.L. and Bagyaraj D.J. (2005) "Influence of different AM fungi on the growth, nutrition and forskolin content of Coleus forskohlii" Mycol. Res., 109: 795–798.

Sainz M.J., Taboada-Castro M.T. and Vilarino A. (1998) "Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes" J. of Plant Soil, 205: 85-92.

Sanchez-Blanco M.I., Ferrandez T., Morales M.A., Morta A. and Alarcon J.J. (2004) "Vriations in water status, gas exchange and growth in Rosmarinus officinalis plants infected with Glomus deserticola under drought condition" J. Plant Physiol., 161: 673-682.

Sangwan P., Garg V.K. and Kaushik C.P. (2010) “Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wasts” J. of Environ., 30: 123-130.

Sansamma G. and Pillai G.R. (2000) “ Effect of vermicompost on yield economic of guinea grass grown as an intercrop in coconut grdens”. India J. of Agron., 45(4): 693-697.

Schelz Z., Molnar J. and Hohmann J. (2006) “Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils. Fitoterapia. 77(4): 279-285.

Sed H.A. and Moram G.S. (2000) “Antimicrobial effect of some plant essential oils against some of microorganisms”. Annals. Of. Agri. Sci. Moshtohor. 38(3): 1615-1622.

Seeram N.P. (2008) “Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease” J. Agric. Food Chem. 56: 627–629.

Sharma A.K. (2002) “Biofertilizers for Sustainable Agriculture". Agrobios, India. 407 .

Shivaputra S.S., Patil C.P., Swamy G.S.K. and Patil P.B. (2004) “Cumulative effect of VAM fungi and vermicompost on nitrogen, phosphorous, potassium and chlorophyll content of Papaya leaf” Mycorrhiza News. 16: 15-16.

Shivaputra S.S., Patil S.P., Swamy G.S.K. and Patil P.B. (2009) “Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya” Mycorrhiza News. 16: 12-13.

Singh M. and Ramesh S. (2002) “Response of sweet basil (*Ocimum basilicum*) to organic and inorganic fertilizer in semi-arid tropical conditions” J. Med. Arom. Plant Sci., 24(4): 947-950.

Singh A., Singh R.K., Bhunia A.K. and singh N. (2003) “Efficacy of plant essential oils as antimicrobial agents against *Listeria monocytogenes* in hotdogs”. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie. 36(8): 787-794.

Singh R., Sharma R.R., Kumar S., Gupta R.K. and Patil R.T. (2008) “Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)”. J. of Bio. Resource Technol., 99: 8507-8511.

Smith S.E. and Read D.J. (2008) “Mycorrhizal symbiosis” 3rd edn. Academic, London.

Smith F.A., Grace E.J., Smith S.E. (2009) “More than a carbon economy: nutrient trade and ecological sustainability in facultative arbuscular mycorrhizal symbioses” New Phytol. 182: 347–358.

Solaiman A.R.M., Rabbani M.G. and Moll M.N. (2005) “Effects of inoculation of Rhizobium and arbuscular mycorrhiza, poultry litter, nitrogen, and phosphorus on growth and yield in chickpea” Kore. J. Crop Sci., 50: 256-261.

Stahl-Biskup E. (2002) “Thyme as a herbal drug—pharmacopoeias and other product characteristics”. In: Stahl-Biskup, E., Sáez, F. (eds) “Thyme, the genus *Thymus*”. Taylor and Francis, London: 293–316.

Sturmer S.L. (2004) “Efeito de deferments isolados fungicos da mesma comunidade micorrizica no crescimento e absorcao de fosforo em soja e trevo vermelho” Rev. Brasil. Ci. Solo., 28: 611-622.

Sumi H. (2003) “Fibrinolysis-accelerating activity of the essential oils and shochu aroma”. Aroma. Res., 4(3): 264-267.

Suthar S. (2010) “Evidence of plant hormone-like substances in vermiwash: an ecologically safe option of synthetic chemical for sustainable farming”. Ecol. Eng., 36: 1089–1092.

Tang, M., Chen, H., Huang, J.C. and Tian, Z.Q. (2009) "AM fungi effects on the growth and physiology of *Zea mays L*. seedlings under diesel stress". Soil Bio. Biochem., 41: 936–940.

Tasang A., and Maum M.A. (1999) "Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of Strophostyles helvola in coastalforedunes. University of Waterloo, Canada" Plant. Ecol., 144: 159–166.

Thakur A.K. and Panwar J.D.S. (1997) "Response of Rhizobium-vesicular arbuscular mycorrhizal symbionts on photosynthesis, nitrogen metabolism and sucrose translocation in greengram (*Phaseolus radiates*)" Ind. J. Agric. Sci., 67(6): 245-248.

Thanunathan K., Nataranjan S., Senthilkumar R. and Arulmurugank. (1997) " Effect of different sources of organic amendments on growth and yield of onion in mine spoil. Madras. J. of Agri., 84(7): 382-384.

Tomati U., Galli E., Grappeli A. and Dihena G. (1990) "Effect of earthworm casts on protein synthesis in radish (Raphanus sativum) and lettuce (Lactuca sativa) seeding" Biol. Fert. Siol, 9: 2880-2890.

Toussaint J.P., Smith F.A. and Smith S.E. (2007) "Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition" Mycorrhiza 17: 291–297.

Uma B. and Malathi M. (2009) "Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of Amaranths species" Res. J. Agric. Biol. Sci. 5: 1054–1060.

Vadiraj B.A., Siddagangaiah A. and Poti N. (2004) "Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric". South Indian Hort. 46: 176-179.

Vessey J.K. (2003) "Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers". J. of Plant Soil, 255: 571–586.

Whipps J.M. (2004) “Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens” Can. J. Bot. 82: 1198–1227.

Wilson G.W.T., Rice C.W., Rillig M.C., Springer A. and Hartnett, D.C. (2009) “Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi”: results from long-term field experiments. Ecol. Lett., 12: 452–461.

Wright, D.P., Scholes, J.D. and Read, D.J. (1998) “Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens L*”. Plant, Cell and Environ., 21: 209–216.

Wu J., Sun B., Wang Y., Xin G.,Ye, Sh. And Peng Sh. (2011) “Arbuscular mycorrhizal fungal colonization improves regrowth of Bermuda grass (*Cynodom dactylon L.*) after cutting” Pak. J. Bot,. 43(1): 85-93.

Yadav A. and Garg V.K. (2011) “Industrial wastes and sludges management by vermicomposting”. Rev. Environ. Sci. Biotechnol.

Yazdani M., Pirdashti H., Tajik M. A., Bahmanyar, M. A. (2008) “Effect of *Trichoderma* spp. and different organic manures on growth and development in soybean (*Glycine max* (L) Merril)” Electron. J. Crop Pro. 1(3): 65-82.

Yamaura T., Tanaka, S. and Tabata M. (1992) “Localization of the biosynthesis and accumulation of monoterpenoids in glandular trichomes thyme. Planta Medica. 58: 153-158.

Abstract

Although the use of chemical fertilizers may be effective on production increase, but due to decreased soil organic matter and accumulation of toxic substances in soil can cause illness amplification and loss in the product. The effect of organic fertilizers on parameters such as soil texture, water holding capacity, and reduce the acidity cause physical and chemical correction of soil and conditions improve of soil. Therefore a research has been down in order to investigate vermicompost and mycorrhiza effect and their combination on qualitative and quantitative characteristics *Thymus vulgaris* in the year 1390 in experimental farm of agriculture collage of shahrood. Experimental design was on the basis of randomized complete block design with 12 treatments in 3 replication. The treatment included vermicompost in 4 levels (0, 2, 4, and 6 ton.ha^{-1}) and mycorrhiza in 3 levels (without inoculation, inoculation with *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices*). According to the results of the interaction of vermicompost and mycorrhiza on colonization, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, total chlorophyll, essential oil content and essential oil yield were significant. Also vermicompost has had a significant effect on the height and dry weight. So that the most increase obtained with the use of 6 ton.ha^{-1} vermicompost and the lowest amount in control treatment. Just mycorrhiza has had a significant effect on colonization, chlorophyll b and total chlorophyll content. Thymol and carvacrol, which are major constituents in the essence, in this experiment were not affected by treatments also carvacrol in the essential oil was not made. But the main effect of vermicompost and also interaction with mycorrhiza on thymol yield was significant. Since the cultivation of medicinal plants for plant quality health of fertilizers should not be used According to the results obtained for production increases of thyme can be substituted vermicompost instead fertilizers that to be removed a step toward sustainable agriculture and environmental health.
Keywords: Thymus, vermicompost, mycorhizae