دانشگاه صنعتی شاهرود
دانشکده کشاورزی
گروه اگرو اکولوژی

تاثیرکاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک روی رشد ونمو و عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata L.*)

نرگس حاجی حسنی

اساتید راهنما:
دکتر محمدرضا عامریان
دکتر حمیدرضا اصغری

استاد مشاور:
مهندس مهدی رحیمی

بهمن ۱۳۹۲

تقدیم:

به پاس ایثارتان، گرمای مهربانیتان در این سردترین روزگاران، به پاس انسانیتی که آموختم از اعمالتان و نه از گفتارتان، به پاس مامنی که برایم در سرگردانی و ترسی فراهم نمودید، به پاس آرزوهاتان که بر آستان آرزوهایم قربانی کردید، و به پاس همه ی آن چه درک نکرده ام از خوبیتان، ای کتاب های مقدس زندگی ام که هر چه خوبیان را ورق می زنم به پایان نمی رسد؛ تقدیم شما باد، پدر و مادر بزرگوار و خانواده ی مهربانم

تقدیر و تشکر:

سپاس خدای را که حق ستایشش بالاتر از حدّ ستایشگران است و نعمت‌هایش مافوق اندیشه شمارشگران، حق جویان کوشا از ادای حقّش ناتوانند و همت‌های دور پرواز آدمیان از درک و احاطه به مقام شامخش نارسا و حوزه اعلای ربوبی‌اش از نفوذ هوشیاران بدور.

(امام علی علیه السّلام)

اینک که در پرتو لطف و عنایت پروردگار مراحل انجام این تحقیق به پایان رسیده، بر خود واجب می‌دانم که مراتب تشکر و قدردانی خود را خدمت تمام عزیزانی که در اجرای این پایان‌نامه همکاری نموده و راهگشا بودند، عرض کنم.

از اساتید راهنمای گرانقدر و فرزانه جناب آقای **دکتر محمدرضا عامریان** به خاطر راهنمایی‌ها و ارشادات علمی سازنده و همچنین به خاطر متانت و سعه‌صدر ایشان در پاسخگویی به مسائل و مشکلات عدیده اجرایی در این پایان‌نامه، و جناب آقای **دکتر حمیدرضا اصغری** به خاطر ارائه نظریات شایسته و همیاری‌های دلسوزانه ایشان در طول اجرای پایان‌نامه صمیمانه تشکر می‌کنم و برای ایشان آرزوی پیروزی و بهروزی هر چه افزونتر را دارم.

از استاد مشاور محترم و ارجمند **آقای مهندس رحیمی** که از پیشنهادات ارزنده ایشان بهره‌مند شدم، تشکر و قدردانی می‌کنم و توفیق هر چه بیشتر ایشان را در برآورده شدن اهداف متعالی از خداوند منان مسئلت دارم.

بر خود واجب می‌دانم از مسئولین و کارشناسان محترم آزمایشگاه آقایان مهندسین حسین‌پور، شاکری، مطهری نژاد و خانم مهندس عبدالهی به خاطر همکاری‌های ایشان در استفاده از دستگاه‌ها، مواد و وسایل آزمایشگاهی کمال قدردانی را بنمایم.

در نهایت سپاس و امتنان قلبی خود را به پیشگاه پدر و مادر عزیزتر از جانم و همسر عزیز و خواهر و برادر مهربانم که ارزشمندترین افتخار و پشتوانه من در زندگی هستند، به خاطر فداکاری‌ها و حمایت‌های بی‌دریغ‌شان تقدیم می‌دارم.

نرگس حاجی حسنی

دی ماه ۹۲

تعهد نامه

اینجانب **نرگس حاجی حسنی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **اکرو-اکولوژیک** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تاثیرکاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata L.*)**تحت راهنمائی **دکتر محمدرضا عامریان** و **دکتر حمیدرضا اصغری** 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 بافت های آنها استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

چکیده

آلودگی‌های محیط زیست، به ویژه در منابع آب و خاک حاصل از استفاده بی رویه‌ی از کود های شیمیایی، سبب به خطر انداختن سلامت جامعه انسانی شده‌اند. از راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، خاک و حذف آلاینده‌ها، به کارگیری کودهای بیولوژیک و آلی در تولید محصولات می‌باشد. به منظور بررسی تاثیر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata L.*)، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در بسطام انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل، قارچ میکوریزا در دوسطح (تلقیح و عدم تلقیح)، ورمی کمپوست در سه سطح (۳،۰ و۶ تن در هکتار) و اسید هیومیک در دو سطح (عدم مصرف و مصرف اسید هیومیک) بودند. تلقیح گیاه با قارچ میکوریزا موجب افزایش صفات وزن خشک ساقه، طول غلاف، تعداد ساقه های فرعی، کلونیزاسیون ریشه و میزان کلروفیل b برگ شد. کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش درصد کلونیزاسیون ریشه و میزان کلروفیل b برگ شد. کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش وزن خشک ساقه، برگ و غلاف، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، کلروفیل b گردید. که در بیشتر موارد بین مصرف ۳ تن و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست تفاوتی از لحاظ آماری نبود. تلقیح توأم ورمی کمپوست و اسید هیومیک موجب افزایش وزن خشک برگ گردید. تلقیح توأم قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست موجب افزایش وزن خشک ساقه، طول غلاف، تعداد ساقه های فرعی، کلونیزاسیون ریشه، قطر ساقه، عملکرد دانه و بیولوژیک شد. کلروفیل b، درصد پروتئین و نیتروژن دانه لوبیا چشم‌بلبلی در زمان کاربرد هم‌زمان میکوریزا و اسید هیومیک افزایش داشت. کاربرد سه گانه قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک موجب افزایش وزن خشک برگ و تعداد ساقه های فرعی گردید. استفاده از کود ورمی کمپوست، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک شاخص‌های رشد را نسبت به شاهد افزایش داد. در این بین کود ورمی کمپوست تأثیر بیشتری بر شاخص‌های رشد داشت.

کلمات کلیدی: لوبیا چشم بلبلی، میکوریزا آربوسکولار، ورمی کمپوست و اسید هیومیک

مقالات مستخرجه از پایان نامه

۱. اثر قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بـر برخـی خصوصـیات مورفولوژیـک لوبیـا چشم بلبلی. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. قشم. آبان ۱۳۹۲.

۲. اثر ورمی کمپوست، اسید هیومیک و قارچ میکـوریزا بـر شاخصـهای فیزیولوژیـک لوبیـا چشـم بلبلی. همایش پدافند غیر عامل بخش کشاورزی. قشم. آبان ۱۳۹۲.

فهرست مطالب

مطلب **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات ۱
۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ لوبیا ۴
۱-۲-۱ لوبیا چشم بلبلی ۴
۱-۲-۲ مشخصات رشدی لوبیا چشم بلبلی ۵
۱-۲-۳ نیازهای اکولوژیکی لوبیا چشم بلبلی ۶
۱-۲-۳-۱ حرارت ۶
۱-۲-۳-۲ خاک ۶
۱-۲-۴ جایگاه لوبیا در ایران و جهان ۶
۱-۳ جایگاه کودهای بیولوژیک ۷
۱-۴ قارچ میکوریزا ۸
۱-۴-۱ طبقه بندی قارچ های میکوریزا ۸
۱-۴-۱-۱ اکتومیکوریزا ۸
۱-۴-۱-۲ اندومیکوریزا ۹
۱-۴-۲ میکوریزای آرباسکولار ۱۰
۱-۴-۳ گیاهان میزبان قارچ میکوریزا آرباسکولار ۱۱
۱-۴-۴ فواید همزیستی میکوریزی ۱۲
۱-۴-۴-۱ افزایش جذب عناصر غذایی ۱۲
۱-۴-۴-۲ افزایش جذب آب ۱۳
۱-۴-۴-۳ افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماریزای ریشه ۱۳
۱-۵ ورمی کمپوست ۱۴
۱-۵-۱ خصوصیات ورمی کمپوست ۱۵
۱-۵-۲ اثرات مفید حضور ورمی کمپوست در خاک ۱۵
۱-۵-۲-۱ سطوح میکروارگانیسم ها مفید ۱۵
۱-۵-۲-۲ کاهش نسبت C:N خاک ۱۵
۱-۵-۲-۳ توانایی برای تحریک رشد گیاه ۱۶
۱-۶ مواد هیومیک ۱۷
۱-۶-۱ اسید هیومیک ۱۸
۱-۶-۲ ساختار اسید هیومیک ۱۹
۱-۶-۳ کاربرد اسید هیومیک در کشاورزی ۲۰
۱-۶-۳-۱ افزایش دانه بندی و تهویه خاک ۲۰
۱-۶-۳-۲ افزایش نگهداری آب در خا ک ۲۰
۱-۶-۳-۳ افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) ۲۰
۱-۶-۳-۴ آزادسازی فسفرهای تثبیت شده در خاک های قلیایی ۲۱
۱-۶-۳-۵ تحریک فعالیت میکروارگانیسم های خاک و افزایش جمعیت آنها ۲۱
۱-۶-۳-۶ افزایش سطح فتوسنتز ۲۱
۱-۶-۳-۷ محرک رشد و توسعه ریشه ۲۱

فصل دوم: بررسی منابع ۲۳
۲-۱ تاثیر همزیستی میکوریزا بر رشد و عملکرد گیاه ۲۴
۲-۲ میکوریزا و اثرات تغذیه ای آن در گیاه میزبان ۲۵
۲-۳ تاثیر همزیستی میکوریزا برعملکرد های فیزیولوژیکی گیاه ۲۵
۲-۴ تاثیر ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه ۲۶
۲-۵ تاثیر اسیدهیومیک بر فیزیولوژی، رشد و عملکرد گیاه ۲۸
۲-۶ تاثیر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر گیاه ۳۲
۲-۷ تاثیر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر گیاه ۳۳
۲-۸ تاثیر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر گیاه ۳۴
فصل سوم: مواد و روش ها ۳۵
۳-۱ زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش ۳۶
۳-۲ ویژگی‌های آب و هوایی ۳۶
۳-۳ مشخصات طرح آزمایشی و تیمارهای آزمایش ۳۶
۳-۴ عملیات اجرایی ۳۷
۳-۴-۱ آماده سازی زمین ۳۷
۳-۴-۲ کاشت ۳۷
۳-۴-۲-۱ مصرف قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست ۳۸
۳-۴-۲-۲ مصرف اسید هیومیک ۳۸
۳-۴-۳ داشت ۳۸
۳-۴-۴ برداشت ۳۹
۳-۴-۴-۱ نمونه برداری در طی فصل رشد ۳۹
۳-۴-۴-۲ نمونه برداری عملکرد ۳۹
۳-۵ ارزیابی صفات ۳۹
۳-۵-۱ تعیین میزان کلونیزاسیون ریشه ۴۰
۳-۵-۲ اندازه گیری فسفر قابل جذب خاک به روش اولسن (خاک های خنثی و قلیایی) ۴۱
۳-۵-۲-۱ تهیه محلول شیمیایی ۴۱
۳-۵-۲-۲ روش کار ۴۳
۳-۵-۲-۳ محاسبات ۴۳
۳-۵-۳ اندازه گیری میزان کلروفیل برگ ۴۴
۳-۵-۵ تعیین میزان پروتئین بذر ۴۴
۳-۶ برآورد شاخص‌های رشد ۴۵
۳-۶-۱ اندازه گیری سطح برگ (LAI) ۴۵
۳-۶- ۲ سرعت رشد گیاه (CGR) ۴۵
۳-۶-۳ سرعت رشد نسبی (RGR) ۴۶
۳-۶-۴ شاخص برداشت (HI) ۴۶
۳-۷ تجزیه و تحلیل آماری ۴۷
فصل چهارم:نتایج و بحث ۵۰
۴-۱ وزن خشک اندام های هوایی ۵۰
۴-۱-۱ وزن خشک ساقه ۵۰
۴-۱-۲ وزن خشک برگ ۵۳

۴-۱-۳ وزن خشک غلاف ۵۵
۴-۲ ارتفاع بوته ۵۷
۴-۳ طول غلاف ۵۸
۴-۴ تعداد دانه در غلاف ۶۰
۴-۵ ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین ۶۱
۴-۶ تعداد ساقه های فرعی ۶۲
۴-۷ قطر ساقه ۶۳
۴-۸ وزن صد دانه ۶۴
۴-۹ عملکرد دانه ۶۵
۴-۱۰ عملکرد بیولوژیک ۶۷
۴-۱۱ شاخص برداشت ۷۰
۴-۱۲ درصد کلونیزاسیون ۷۱
۴-۱۳ میزان فسفر قابل جذب خاک ۷۳
۴-۱۴ درصد پروتئین دانه ۷۴
۴-۱۵ درصد نیتروژن دانه ۷۷
۴-۱۶ کلروفیل ۸۰
۴-۱۶-۱ کلروفیل a ۸۰
۴-۱۶-۲ کلروفیل b ۸۰
۴-۱۶-۳ کلروفیل کل ۸۲
۴-۱۶-۴ کارتنوئید ۸۳
۴-۱۷ بررسی روند آنالیزهای رشد ۸۴
۴-۱۷-۱ شاخص سطح برگ (LAI) ۸۵
۴-۱۷-۲ سرعت رشد محصول (CGR) ۸۸
۴-۱۷-۳ سرعت رشد نسبی (RGR) ۹۰
۴-۱۷-۴ تجمع ماده خشک (TDM) ۹۳
نتیجه گیری ۹۷
پیشنهاد ها ۹۸
فصل پنجم:پیوست ۱۰۰
منابع ۱۰۳

فهرست اشکال

شکل **صفحه**

شکل ۴-۱- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه..... ۵۱
شکل ۴-۲- اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه..... ۵۲
شکل ۴-۳- اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ..... ۵۴
شکل ۴-۴- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر وزن خشک غلاف..... ۵۶
شکل ۴-۵- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک غلاف..... ۵۷
شکل ۴-۶- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر ارتفاع بوته..... ۵۸
شکل۴-۷- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر طول غلاف..... ۶۰
شکل ۴-۸- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد دانه در غلاف..... ۶۰
شکل۴-۹- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین..... ۶۱
شکل۴-۱۰- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر قطر ساقه..... ۶۴
شکل۴-۱۱- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن صد دانه..... ۶۵
شکل ۴-۱۲- اثرمتقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد دانه..... ۶۶
شکل ۴-۱۳- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر بر عملکرد بیولوژیک..... ۶۸
شکل ۴-۱۴- اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک..... ۷۰
شکل۴-۱۵- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون..... ۷۲
شکل ۴-۱۶- اثر متقابل ورمی کمپوست واسید هیومیک بر درصد کلونیزاسیون..... ۷۳
شکل۴-۱۷- تاثیر ورمی کمپوست برمیزان فسفر خاک..... ۷۴
شکل۴-۱۸- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه..... ۷۵
شکل۴-۱۹- اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه..... ۷۶
شکل۴-۲۰- اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد نیتروژن دانه..... ۷۷
شکل۴-۲۱- تاثیر ورمی کمپوست بر کلروفیل a..... ۸۰
شکل ۴-۲۲- اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل b..... ۸۱
شکل۴-۲۳- تاثیر میکوریزا بر کارتنوئید..... ۸۴
شکل۴-۲۴- تأثیر ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ..... ۸۶
شکل۴-۲۵- تأثیر قارچ میکوریزا بر شاخص سطح برگ..... ۸۷
شکل۴-۲۶- تأثیر اسید هیومیک بر شاخص سطح برگ..... ۸۷
شکل۴-۲۷- تأثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد محصول..... ۹۰
شکل۴-۲۸- تأثیر قارچ میکوریزا بر سرعت رشد محصول..... ۹۰
شکل۴-۲۹- تأثیر اسید هیومیک بر سرعت رشد محصول..... ۹۰
شکل۴-۳۰- تأثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد نسبی..... ۹۱
شکل۴-۳۱- تأثیر میکوریزا بر سرعت رشد نسبی..... ۹۲
شکل۴-۳۲- تأثیر اسید هیومیک بر سرعت رشد نسبی..... ۹۲
شکل۴-۳۳- تأثیر ورمی کمپوست بر تجمع ماده خشک..... ۹۵
شکل۴-۳۴- تأثیر میکوریزا بر تجمع ماده خشک..... ۹۵
شکل۴-۳۵- تأثیر اسید هیومیک بر تجمع ماده خشک..... ۹۶

فهرست جداول

جدول **صفحه**

جدول۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار)..... ۵۳

جدول۴-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک برگ (کیلو گرم در هکتار)..... ۵۵

جدول۴-۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر تعداد ساقه های جانبی در هر بوته ۶۳

جدول۴-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر شاخص برداشت..... ۷۰

جدول۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه..... ۷۶

جدول۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد نیتروژن دانه..... ۷۸

جدول۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)..... ۸۲

جدول۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)..... ۸۳

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک..... ۱۰۰

جدول پیوست۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک..... ۱۰۱

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک..... ۱۰۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

رشد جمعیت در دو دهه اخیر باعث شده است تا مصرف مواد پروتئینی افزایش چشمگیری یابد. بر این اساس افزایش تولید مواد پروتئینی به ویژه پروتئین‌های گیاهی که منابع ارزشمندتری در تغذیه هستند، اجتناب ناپذیر است. پس ازغلات، حبوبات دومین منبع مهم غذایی می باشند. حبوبات دانه های خشک خوراکی هستند که به خانواده بقولات تعلق دارند. بذور رسیده و خشک این گیاهان دارای ارزش غذایی زیادی بوده و به لحاظ قابلیت نگهداری مواد غذایی از منابع غذایی مهم سرشار از پروتئین به شمار می روند (خوفی و انویه تکیه، ۱۳۸۸). لوبیا منبع خوبی از پروتئین ها، کربوهیدارات ها، غنی از ویتامین ها، مواد معدنی محلول و نامحلول فیبرهای رژیم غذایی می باشد (زیایوای هاکیو و همکاران، ۲۰۱۳) به همین دلیل لوبیا مهم ترین عضو خانواده ی حبوبات به شمار می آید.

محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت همراه با افزایش تقاضا برای مواد غذایی، محققین بخش کشاورزی را با چالش بزرگی روبرو نموده است. به همین جهت، در شرایطی که عملا توسعه اراضی کشور مقدور نیست، بیشتر نگاه‌ها به افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف شده است. از مؤلفه‌های اساسی افزایش عملکرد محصولات، مصرف بیشتر نهاده‌ها به ویژه کودهای شیمیایی است (قربانی،۱۳۸۶). در گذشته از کودهای شیمیایی برای به حداکثر رساندن میزان محصول استفاده می شد (اومار و همکاران، ۲۰۱۲). از سال ۱۹۸۰، دانشمندان کشاورزی جهان پی به محدودیت استفاده از کودهای شیمیایی بردند (شیواکومارا، ۲۰۰۸). لذا پژوهش هایی به منظور بهبود راندمان استفاده از کودهای شیمیایی آغاز شد (اومار و همکاران، ۲۰۱۲).

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب بسیاری از معضلات زیست محیطی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی گردیده

است (کورامیتز و همکاران، ۲۰۱۲). آشکار شدن اثرات سوء ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و قیمت روبه افزایش آنها منجر شد، استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی مطرح شود (اسدی رحمانی و همکاران،۱۳۸۳). امروزه نسل سوم کودها به نام کودهای بیولوژیک پا به عرصه ی کشاورزی پایدار جهان نهاده است و نور امیدی در مسیر کشاورزی پایدار تابانده است.

در راستای دستیابی به کودهای بیولوژیک، بازیافت از ضایعات زیستی نقش اساسی دارد که موجب در کاهش آلودگی های زیست محیطی می شود. فرایند تولید ورمی کمپوست یک گزینه مهم در این راستا می باشد که می تواند ضایعات زیستی شهری و روستایی را به کودهای آلی غنی از مواد مغذی تبدیل کند (شیواکومارا، ۲۰۰۸). این روش نسبتا ارزان و نیازمند زمین کمتری می باشد (مهتا و کرن وال، ۲۰۱۲). تبدیل پسماندهای آلی به ورمی کمپوست دارای افزایش افزوده فراوانی است؛ چرا که از یک طرف پسماندها به تولیدات با ارزش تبدیل می شود و از طرف دیگر آلاینده هایی که پیامد افزایش جمعیت و شهر نشینی است را کنترل می کند (کایوشیک و جرج،۲۰۰۳). ارزش اقتصادی ورمی کمپوست در آرژانتین نشان داد که استفاده از ورمی کمپوست کشاورزان را هفت برابر ثروتمندتر از استفاده ی کمپوست کرد، به طوری که تنها یک هفتم از مقدار مورد نیاز نسبت به سایر روش ها مورد استفاده قرار گرفت (مونرو،۲۰۰۴).

شیوه دیگر دست یابی به کشاورزی پایدار، استفاده از میکروارگانیزم هایی است که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی گیاهان دارند که از آن جمله می توان به میکوریزا اشاره نمود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۸). میکوریزا رابطه همزیستی بین ریشه ی گیاهان و برخی از قارچ های موجود در خاک است (غلامی و کوچکی، ۱۳۸۰). همزیستی میکوریزایی از اجزای اساسی حدود ۸۰ درصد از سیستم های گیاهی می باشد (داروش و مصطفی، ۲۰۱۲). قارچ میکورزا موجب افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری زای ریشه، افزایش تولیدات فیتوهورمونی، افزایش رشد ریشه های موئین، تشدید فعالیت تثبیت

ازت و با تشدید میزان فتوسنتز باعث افزایش رشد و نمو گیاه میزبان می گردند (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۸).

یکی از راهکارهای مهم دیگر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از اسید هیومیک می‌باشد. اسید هیومیک ترکیبی پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می آید که می تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (آیکن و همکاران،۱۹۸۵). اسید هیومیک با ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند. این محصول تجاری حاوی بسیاری از عناصر غذایی جهت بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش دسترسی به مواد مغذی و در نتیجه افزایش دهنده رشد و عملکرد گیاه می باشد (مردایتوچایی، ۲۰۱۲).

۱-۲ لوبیا

لوبیا منبع مهم پروتئین و از بقولات مهم در جهان به شمار می رود، که شامل ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتیئن و ۵۰ تا ۵۶ درصد کربوهیدرات می باشد. در بسیاری از کشورهای درحال توسعه منبع اصلی پروتئین محسوب می شود (رحیمی و همکاران،۲۰۱۲). لوبیای معمولی شامل انواع مختلفی از لوبیاهای خشک (لوبیا قرمز، لوبیا سفید و لوبیا چیتی) و لوبیا سبز می‌باشد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۱-۲-۱ لوبیا چشم بلبلی

لوبیا چشم بلبلی[1] از قدیمی ترین منابع غذایی و گیاه زراعی از دوره نئولیتیک (۵۵۰۰-۸۰۰۰ سال قبل از میلاد) است (زیا یوای هاکیو و همکاران، ۲۰۱۳). لوبیا چشم بلبلی گیاهی دولپه یکساله از خانواده ی نخودیان[2] است (آگبوجیدی و اقو، ۲۰۱۲).

[1] *Vigna unguiculata L.*
[2] Fabaceae

لوبیا چشم بلبلی دارای اهمیت اقتصادی و غذایی بسیاری است. این گیاه منبع عمده پروتئین گیاهی است. دانه و برگ های آن دارای محتوای بالا پروتئین در حدود ۲۴/۸ درصد، ۱/۹ درصد چربی، ۶/۳ درصد فیبر، ۶/۳ درصد کربوهیدرات و ۸ تا ۹ درصد رطوبت (آب) می باشند (اولوتا و فادر، ۲۰۱۲). برگ لوبیا چشم بلبلی، غلظت نسبتا بالاتری از پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد و سدیم نسبت به دانه های آن دارا می باشد، به طوری که گاهی اوقات عناصر آهن، مس، روی، منگنز و بور ۲ تا ۲۰ برابر بیشتر در برگ ها نسبت به دانه های این گیاه یافت می شود (بلان و داکورا،۲۰۱۱). علاوه بر این، لوبیا چشم بلبلی به عنوان کود سبز و گیاه پوششی برای بهبود حاصلخیزی خاک، از طریق تثبت نیتروژن مورد استفاده قرار می گیرد (یودو و آکپان، ۲۰۱۲).

دانه های لوبیا چشم بلبلی به عنوان ماده غذایی توسط انسان مصرف می شود. برگ و ساقه ی آن در مرحله ی رسیدن بذور، غلاف نارس و دانه های آن در مرحله ی باردهی مصرف می شود. بقایای گیاه برای علوفه حیوانات مزرعه استفاده می شود، به طوری که می توان، عنوان کرد؛ تمام قسمت های گیاه لوبیا چشم بلبلی به عنوان موادغذایی و علوفه مورد استفاده قرار می گیرد (زیا یوای هاکیو و همکاران، ۲۰۱۳).

۱-۲-۲ مشخصات رشدی لوبیا چشم بلبلی

لوبیا چشم بلبلی لگوم یک ساله ی تابستانه با برگ های سه برگچه ای است (پاک مهر و همکاران،۱۳۹۰)، دوره ی رشد این گیاه ۹۰ تا ۱۲۰ روز گزارش شده است. مراحل مهم رشد فیزیولوژیکی لوبیا شامل سبز شدن حدود ۶ تا ۱۰ روز بعد از کاشت، توسعه اولین برگهای سه برگچه ای حدود ۱۵ روز بعد از سبز شدن و شروع گلدهی حدود ۳۴روز بعد از سبز شدن، می باشد. استقرار گیاه لوبیا در خاک را ۱۰ تا ۱۵ روز، رشد سبزینه ای تا شروع گلدهی را ۲۰ تا ۲۵ روز، غلاف دهی را ۱۵ تا ۲۰ روز پس از پایان مرحله گلدهی، توسعه غلاف و پر کردن دانه را ۲۵ تا ۳۰ روز بعد و رسیدن محصول ۲۰

تا ۲۵ روز بعد از توسعه غلاف بطول می انجامد. با این حال با توجه به آب و هوا در هر منطقه مر احل مختلف رشد لوبیا متفاوت خواهد بود. مراحل رشد گیاه لوبیا به هم پیوسته بوده و کاملاً قابل تفکیک نیستند، ولی مراحل مختلف رشد با توجه به درصد گلدهی و غلاف دهی و پر شدن غلاف ها معین می گردد (رضایی و کامگار حقیقی، ۱۳۸۸).

۱-۲-۳ نیازهای اکولوژیکی لوبیا چشم بلبلی

۱-۲-۳-۱ حرارت

لوبیا چشم بلبلی، گیاهی نسبتا مقاوم به خشکی می باشد. در فصول گرم با درجه حرارت بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد رشد می کند (فابیونمی و همکاران، ۲۰۱۲). این گیاه در دماهای بالا و خشکی در مقایسه با دیگر گونه ها، سازگاری بهتری دارد (پاک مهر و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۲-۳-۲ خاک

لوبیا چشم بلبلی با طیف گسترده ای از خاک های شنی تا سنگین سازگاری دارد (فابیونمی و همکاران، ۲۰۱۲). بهترین رشد این گیاه در خاک های اسیدی ضعیف تا قلیایی ضعیف (PH=۸.۳-۵.۵) رخ می دهد (پاک مهر و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۲-۴ جایگاه لوبیا در ایران و جهان

لوبیا به خاطر درصد پروتئین و سایر ویژگی های مطلوب زراعی، بیشترین سطح زیرکشت را در بین حبوبات به خود اختصاص داده است (فرخ بخت و همکاران، ۱۳۹۰). سطح زیر کشت لوبیا در ایران ۱۱۱۰۰۰ هکتار و میزان تولید آن ۲۱۰۰۰۰ تن می باشد (رضایی و کامگار حقیقی، ۱۳۸۸). لوبیا چشم بلبلی در مناطق گرمسیری آفریقا، آسیا، آمریکا، اروپا، اقیانوسیه و در ۹۷ کشور جهان رشد می

کند (مویورا و همکاران،۲۰۱۲). قاره آسیا و آمریکا به ترتیب با بیش از ۴۰ و ۳۰ درصد بالاترین سطح زیر کشت لوبیا را به خود اختصاص داده‌اند (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). در مناطق استوایی پس از بادام زمینی و لوبیا سودانی سومین لگوم است (یودو و آکپان، ۲۰۱۲). کشور نیجریه بیش از ۶۰ درصد لوبیا چشم بلبلی دنیا را تولید می کند (سینگ و همکاران،۱۹۹۷).

۱-۳ جایگاه کودهای بیولوژیک

امروزه از کودها به عنوان ابزاری برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می شود. منتها این کودها بایستی بتوانند علاوه بر افزایش تولید و ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی، بتوانند موجب آلوده نکردن محیط زیست مخصوصا آب های زیرزمینی، تجمع مواد آلاینده نظیر نیترات را در قسمت های خوراکی محصولات کشاورزی به حداقل مقدار ممکن تنزل دهند. در نتیجه کودهای بیولوژیک با افزایش راندمان کودی، سلامتی انسان و دام را تامین می نمایند (ملکوتی،۱۳۸۴).

متاسفانه مصرف کودهای شیمیایی نامتعادل بوده و مطابقتی با نیاز واقعی گیاه ندارد (ملکوتی،۱۳۸۴). از طرف دیگر امروزه سلامت مصرف کنندگان در بهینه سازی ترکیب تغذیه ای با حداقل باقیمانده ی شیمیایی در مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است (اومار و همکاران، ۲۰۱۲). در نتیجه مواد آلی و کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه های جایگزین مناسبی برای مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و به منظور افزایش حاصلخیزی خاک به خصوص در بحث کشاورزی مورد توجه قرار گرفته اند (وو وهمکاران،۲۰۰۵). کشاورزی ارگانیک عنصر کلیدی برای توسعه پایدار محیط زیست می باشد (شیواکومارا، ۲۰۰۸).

رایج ترین کودهای بیولوژیک و آلی، با استفاده از ارگانیسم های مختلف، شامل قارچ های میکوریزی، کرم های خاکی تولید کننده ورمی کمپوست، میکروارگانیسم های تبدیل کننده مواد آلی زائد به کمپوست، باکتری های تثبیت کننده ازت مولکولی و ... تهیه می شود (ملکوتی،۱۳۸۴).

۱-۴ قارچ میکوریزا

اصطلاح میکوریزا[1] اولین بار توسط دانشمند آلمانی فرانک، در سال۱۸۸۵، بیان شد. کلمه میکوریزا یک واژه یونانی است که از دو کلمه میکو[2] به معنی قارچ و ریزا[3] به معنای ریشه گرفته شده است (موچووج،۲۰۰۹). میزان وابستگی گیاه میزبان به قارچ های میکوریزا و به عبارت دیگر پاسخ رشد گیاه میکوریزایی، به عوامل مختلف محیطی (مانند شدت نور، درجه حرارت، شر ایط خاک) و مشخصات ریخت شناسی و فیزیولوژیکی گیاه بستگی دارد. در بین این عوامل، مشخصات ر یخت شناسی ریشه گیاه میزبان از جمله عوامل مهم در برقراری همبستگی گیاه با قارچ میکوریزاست (نادیان،۱۳۹۰).

۱-۴-۱ طبقه بندی قارچ های میکوریزا

براساس نوع رابطه قارچ با گیاه و نیز چگونگی ارتباط بین میسلیوم قارچ و سلول ریشه، میکوریزا به سه گروه اکتومیکوریزا، اندومیکوریزا و اکت_اندومیکوریزا تقسیم می شود (رد،۱۹۹۸).

۱-۴-۱-۱ اکتومیکوریزا

مجموع هیف های قارچ اکتومیکوریزایی در حوالی و بین سلول های ریشه رشد می کنند، اما عملا وارد تک سلول نمی شوند. شبکه هیف کلافی ضخیم را روی سطح ریشه ایجاد می کند (کوچکی و

[1] Mycorrhiza
[2] Mycos
[3] Rhiza

همکاران، ۱۳۸۸). بیش از پنج هزار گونه قارچ (اکثرا از بازید و میست ها) در تشکیل میکوریز بیرونی با حدود دو هزار گونه از گیاهان (اکثرا از انواع درختان جنگلی سوزنی برگ و پهن برگ) دخالت دارند (ملکوتی، ۱۳۸۴).

۱-۴-۱-۲ اندومیکوریزا

قارچ های اندومیکوریزا میکرواورگانیسم های بسیار قدیمی هستند، به طوری که بررسی های فسیلی فیلوژنیک مولکولی نشان می دهد که این میکرواورگانیسم ها ۴۰۰ تا ۴۶۰ میلیون سال پیش در دوره اردوویسین و دونین به وجود آمده اند. با توجه به اینکه گسترش گیاهان نیز در سطح زمین در این دوره آغاز شده است، این تصور وجود دارد که احتمالا این قارچ ها در فرایند پیدایش گیاهان جزء ضروری بوده اند و امروزه نیز جزء مکمل بیشتر اکوسیستم های خشکی هستند (کوچکی و همکاران ،۱۳۹۰). قارچ ها اندومیکوریزا باعث تغییرات مورفولوژیک گسترده در ریشه ها نمی شوند و با ریشه ی اغلب گیاهان زراعی ایجاد همزیستی می کنند. هیف های این قارچ به شکل مستقیم در درون سلول ها رشد می کند و این هیف ها از انواع تخصصی شده تغذیه کننده هستند. برخی از این هیف ها ممکن است به ساختار متورم و شفافی تبدیل شوند که اصطلاحا "وزیکول" نامیده می شوند (پاورز و مک‌شورلی، ۱۳۸۸). وزیکول ها اندامک های متصل به غشاء در شکل های مختلف در داخل یا خارج سلول های کورتیکال هستند. وزیکول ها سازه های ذخیره سازی اند و هنگامی که پیرتر می شوند به عنوان ساختارهای تولیدمثلی خدمت می کنند. (نادیان،۱۳۹۰).

به طور کلی اندومیکوریزاها، عمومی ترین نوع میکوریزا هستند و از نظر نحوه تولید اسپور، شکل ظاهری و ساز و کار برقراری همزیستی، سه تیپ مشخص در آن ها دیده می شود (اسمیت و رد،۱۹۹۷). الف) میکوریزای آرباسکولار، ب)میکوریزای اریکاسئوس و پ)میکوریزای ارکیداسئوس.

قارچ های میکوریزا آرباسکولار از مهم تر ین قارچ ها ی انـدومیکوریزا هسـتند کـه بـا بـیش از ۹۰ در صـد گیاهان زراعی ارتباط هم زیستی برقرار می نمایند (نادیان،۱۳۹۰).

۱-۴-۲ میکوریزای آرباسکولار

میکوریزا آرباسکولار یک همزیستی بین قارچ های خاک و ریشه های گیاه است کـه نـه قـارچ و نـه ریشه می باشد، بلکه ساختاری اسـت کـه از همکـاری آن دو ایجـاد شـده اسـت (گـایور و کایوشـیک، ۲۰۱۲). ارتباط بر این اساس است که جزء گیاه کربوهیدرات ها و سایر ترکیبات آلی ضروری قـارچ را فراهم می کند، در مقابل جزء قارچ که همزیست با ریشه و خاک های مجاور است به گیـاه کمـک مـی کند تا مواد مغذی را به آسانی توسط سیستم ریشه های خود جذب کند. (هابت،۲۰۰۰). ایـن ارتبـاط بیشتر در اطراف ریشه های مویین گیاه تشکیل می شود (موچووج،۲۰۰۹). قـارچ میکـوریزا ارباسـکولار جزء میکروارگانیسم های بیوتروفیک اجباری گیاه محسوب می شود. با فراهم کردن فرم های ضـروری کربن آلی، نقش اساسی در کامل کردن چرخه ی زندگی گیاهان دارد (آلویوای و همکاران، ۲۰۱۱).

این نوع میکوریزا به دلیل نفوذ قارچ به داخل سلول های پوسـت ریشـه، از انـواع میکـوریزا درونـی (اندومیکوریزها) محسوب می شود. مبنای نامگذاری اولیه آن به نام میکوریز وزیکولار آرباسـکولار (VA)، تولید اندام های قارچی خاصی به شکل بوته کوچک (آرباسکول) و همین طور محفظه یا کیسه انباشته از مواد ذخیره (وزیکول) در درون ریشه گیاهان میزبان بوده است. مطالعات بیشتر نشان داد، در بعضـی از انواع میکوریز، وزیکول ها تشکیل نمی شوند و یا اکثرا در اواسط تا اواخر دوره رویشی گیاه ظاهر مـی گردند، وجود آربوسکولها (آرباسکول ها مکان هایی هستند که آنجا مواد در بین گیـاه میزبـان و قـارچ انتقال پیدا می کند) تنها نشانه قاطع برای تشخیص این نوع میکوریز محسـوب مـی شـود، بـه همـین دلیل ترجیحا به طور اختصار میکوریزا بوته ای (آربوسکولار) هم خوانده می شود. آربوسـکولها معمـولا در سلول های درونی پوست ریشه، تشکیل می شوند. رشد قارچ پس از نفوذ به داخل سلول در فضـای

آپوپلاستی، با تولید پی در پی انشعابات دو شاخه ای که بـه تـدریج نـازکتر و ظریفتـر مـی شـوند، در مجموع اندامی شبیه یک درختچه کوچک بوجود می آورد که به دلیل سطح تماس بسیار گسـترده بـا سلول میزبان، مبادله متابولیستها بین دو همزیست را تسهیل می کند. وزیکولها یـا انـدام هـای کیسـه مانند، معمولا در نتیجه تورم انتهای هیف قـارچی و یـا گـاهی در میـان رشـته، در درون و یـا در بـین سلولهای پوست ریشه تشکیل می شوند و به تدریج با قطـرات لیپیـدی انباشـته شـده و نقـش ارگـان ذخیره و استراحتی را پیدا می کنند (ملکوتی، ۱۳۸۴).

۱-۴-۳ گیاهان میزبان قارچ میکوریزا آرباسکولار

پتانسیل تشکیل میکوریزا ارباسکولار در بیش از ۲۵ هزار گونـه گیـاهی (از انـواع کـاملا ابتـدایی تـا عالی) گزارش شده است (ملکوتی، ۱۳۸۴). این قارچ همچنین به عنوان "همزیست جهـانی" در قلمـرو گیاهان معرفی شده است (سارانیا و کوموتاها، ۲۰۱۱). اکثـر گیاهـان مهـم زراعـی ماننـد انـواع غـلات، حبوبات، سیب زمینی، پیاز، پنبه، چای، تنباکو؛ و انواع گیاهان علوفه ای از گرامینـه هـا، لگومیتوزهـا و ...، بهترین گیاهان میزبان این نوع قارچ های میکوریزی، محسوب می شوند (ملکوتی، ۱۳۸۴). به علاوه اکثر درختان میوه مانند مرکبات، سیب، بادام، تـوت، انجیـر، گـردو، فنـدق و..؛ و بسـیاری از درختـان جنگلی، گیاهان علفی و درختان با ارزش مناطق گرمسـیری در فهرسـت گیاهـان میزبـان قـرار دارنـد (ملکوتی، ۱۳۸۴).

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که این همزیستی بر دانه بندی خاک، تهویـه خـاک، فعالیـت بعضـی میکرو ارگانیسم های خاکزی مانند ریزوبیوم ها و جذب برخی از عناصـر غـذایی میکـرو مثـل آهـن اثـرات مطلوبی می گذارد که در نتیجه افزایش عملکرد کمی و کیفی محصـولات کشـاورزی را بـه دنبـال خواهـد داشت (علیزاده و همکـاران، ۱۳۸۶). میکـوریزا آرباسـکولار(AM) قـادر بـه تغییـر رابطـه ی آب از گیـاه میزبان بوده و از گیاه میزبان در شرایط تنش خشکی محافظت می کنـد. فسـفاتاز تولیـد شـده توسـط

قارچ های AM نقش مهمی در پایداری یا تبدیل فسفر نامحلول به فسفر محلول دارد که پس از آن به آسانی توسط گیاه جذب می گردد (حسن پور و همکاران، ۲۰۱۲). گیاه میزبان در این نوع همزیستی از مزایای دیگری شامل افزایش مقاومت به تغذیه حشرات، بهبود مقاومت به خشکی، افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری زای خاک و افزایش تحمل به شوری و فلزات سنگین برخوردار می شود، همچنین این قارچ ها برای افزایش جذب برخی از عناصر غذایی ماکرو مفید می باشند. برخی عملیات رایج مانند استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی، قارچ کش ها و آفت کش ها تاثیر منفی بر بقا و گسترش همزیستی این قارچ دارد (موبسر و همکاران، ۲۰۱۲).

۱-۴-۴ فواید همزیستی میکوریزی

مهم ترین فواید میکوریزها را می توان به شرح زیر خلاصه کرد:

۱-۴-۴-۱ افزایش جذب عناصر غذایی

افزایش جذب عناصر غذایی عمدتا به دلیل انتشار میسلیوم قارچ های میکوریزی به بافتهای درونی ریشه در خاک اطراف ریشه و تشکیل یک سیستم جذب اضافی، مکمل با سیستم ریشه ای گیاه می باشد، که بهره گیری از حجم بیشتری از خاک را که ریشه های تغذیه کننده به آن دسترسی ندارد، ممکن می سازد. به همین دلیل تاثیر میکوریز در جذب عناصر کم تحرک مانند فسفر که جریان آن به سمت ریشه از طریق پخشیدگی با کندی بسیار انجام می شود، اهمیت بیشتری پیدا می کند. البته علاوه بر افزایش سطح جذب، توان جذب یونی بیشتر نسبت به سیستم جذب ریشه، انتقال سریعتر عناصر از طریق هیف ها به ریشه نسبت به مسیر خاک به ریشه و امکان استفاده ی قارچ های میکوریزی از منابع فسفاتی نامحلول و یا کم محلول را نیز در افزایش جذب موثر دانسته اند. علاوه بر فسفر، افزایش جذب عناصر دیگر، بخصوص روی، مس، گوگرد، آهن پتاسیم، ازت و کلیسم نیز گزارش شده است (ملکوتی، ۱۳۸۴).

۱-۴-۴-۲ افزایش جذب آب

افزایش جذب آب به دلیل افزایش سطح جذب کننده و توان جذبی بیشتر هیف ها نسبت به سیستم ریشه ای که نتیجه ی آن ایجاد مقاومت بیشتر گیاه نسبت به کمبود رطوبت و شرایط خشکی می باشد (ملکوتی، ۱۳۸۴). مطالعات بیشتر در خصوص تاثیر همزیستی میکوریز در شرایط استرس خشکی نشان می دهد که، این قارچ ها می توانند تاثیر مثبتی در روابط آبی و حتی به تاخیر انداختن نقطه پژمردگی در گیاهان دارند (عامریان و همکاران، ۲۰۰۱).

۱-۴-۴-۳ افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماریزای ریشه

همزیستی میکوریزایی به طور مستقیم از طریق ایجاد یک مانع فیزیکی بر روی ریشه (ایجاد غلاف قارچی در مورد اکتومیکوریزها) و یا تولید مواد ضد رشد پاتوژن مانند بعضی آنتی بیوتیک ها و به طور غیر مستقیم باعث بهبود تغذیه گیاه و تسریع رشد آن می شود.

برخی از مهم ترین فواید میکوریزا به طور خلاصه در زیر بیان شده است:

- ✓ تولید هورمون های محرک رشد گیاه مانند اکسین، سیتوکینین و...
- ✓ کمک به کاهش تنش های محیطی مانند حرارت، شوری و آلودگی خاک به سموم یا فلزات سنگین
- ✓ ایجاد خاکدانه های پایا در مجاورت سیستم ریشه ای گیاه، به وسیله شبکه هیفی ظریف و گسترده ای که موجب اتصال ذرات خاک به یکدیگر می شوند.
- ✓ تشدید فعالیت تثبیت ازت توسط انواع دی آزوتروفهای همزیست و همیار گیاهان، که احتمالا به دلیل بهبود تغذیه گیاه میزبان و امکان عرضه ی بیشتر عناصر غذایی و بخصوص فسفر به همزیست میکروبی صورت می گیرد (ملکوتی، ۱۳۸۴).

۱-۵ ورمی کمپوست

ورمی کمپوست کود آلی، سبک، فاقد هر گونه بو و عاری از بذر علفهای هرز است. این کود حاوی میکروارگانیسم های هوازی مفید مانند ازتوباکتری ها بوده و عاری از باکتری های غیرهوازی، قارچ ها و میکروارگانیسم های پاتوژن می باشد. در مقایسه با مواد مادری اولیه، ورمی کمپوست ها دارای نمک محلول کم تر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتری می باشند. گزارش شده است که ورمی کمپوست ها حاوی مواد بیولوژیکی فعال هستند که همانند مواد تنظیم کننده های رشد عمل می کنند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷) و به طور گسترده ای به عنوان مواد مغذی استفاده می شود (اومار و همکاران، ۲۰۱۲).

علی رقم روش های مرسوم صنعتی که نیازمند مواد شیمیایی و ماشین آلات گران قیمت می باشد، ورمی کمپوست تحت یک فرایند بیوتکنولوژی ساده، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست تولید می شود (باکر و همکاران،۲۰۱۲). در مرسوم ترین روش تهیه ورمی کمپوست، گونه ای خاص از کرم های قرمز رنگ مناطق گرم و مرطوب بنام ایسنیا فوتیدا[1] که به کرم ببری یا کرم کمپوستر نیز معروف می باشند، استفاده می شود. کرم ها با عبور آرام و پیوسته مواد آلی از درون دستگاه گوارش خود و تغییر حالت این مواد به مدفوع، موجب تولید ورمی کمپوست می شوند. فضولات کرم ها شامل مواد مغذی برای گیاهان بوده و به موقع برای تغذیه گیاه آزاد می شود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۸). ورمی کمپوست تولید شده منبع تنظیم کننده ای برای رشد گیاهان می باشد که از طریق اثر متقابل بین میکروارگانیسم ها و کرم های خاکی تولید شده است، و به طور معنی داری به رشد گیاه، گل دهی و عملکرد کمک می کند (راجسکار و همکاران،۲۰۱۲).

[1] Eisenia foetida

۱-۵-۱ خصوصیات ورمی کمپوست

ورمی کمپوست دارای ویژگی های بسیاری از جمله تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب، قدرت جذب و نگهداری زیاد رطوبت، سطح جذب زیاد برای آب و مواد غذایی می باشد، به طوری که استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود وضعیت تخلخل خاک و در نتیجه فراهم آوردن بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسیار مفید است. در واقع برتری ورمی کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی این است که، به خوبی تغییر ساختار یافته و تعداد ریز موجودات بیماری زای گیاهی در آن به شدت کاهش یافته است. فرآیند هوموسی شدن در مرحله رسیدگی ورمی کمپوست در سطح وسیع تری صورت می گیرد که در نهایت کود تولیدی در این روش به علت بالا بودن نسبت کربن به ازت فاقد بوی نامطبوع و فعالیت حشرات مزاحم می باشد (احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۵-۲ اثرات مفید حضور ورمی کمپوست در خاک

۱-۵-۲-۱ سطوح میکروارگانیسم ها مفید

در تحقیقات دانشگاه ایالتی اوهایو، دریافتند که ورمی کمپوست ممکن است به اندازه ی ۱۰۰۰ برابر کمپوست معمولی به عنوان microbially فعالیت کند. محققان این دانشگاه اظهار داشتند که: " ... این میکروب ها هستند که در تبدیل مواد مغذی به اشکال که به راحتی توسط گیاهان مصرف می شود، کمک می کند. در عین حال به طور گسترده ای بر این باورند که ورمی کمپوست تا حد زیادی بیش از کمپوست معمولی برای سطح فعالیت های میکروبی مفید است (مونرو،۲۰۰۴).

۱-۵-۲-۲ کاهش نسبت C:N خاک

نقش کربن آلی و نیتروژن معدنی برای سنتز سلول، رشد و سوخت ساز بدن در تمام موجودات زنده لازم و حیاتی است. حضور نسبت مناسبی از کربن و نیتروژن برای تغذیه مناسب گیاه ضروری

است. ورمی کمپوست نسبت کربن به نیتروژن را کاهش می دهد. تجزیه میکروبی هنگامی کـه نسـبت C:N حدود ۲۵٪ است رخ می دهد (ندگوا و تامپسون،۲۰۰۰).

۱-۵-۲-۳ توانایی برای تحریک رشد گیاه

بسیاری از محققان دریافته اند که ورمی کمپوست موجب تحریک رشد گیاه حتـی در زمـان تغذیـه مطلوب ، می شود. آتیه و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی های گسـترده ای در مـورد ایـن موضـوع اظهـار داشتند: مواد زائد آلی ورمی کمپوست شده، به طور مداوم دارای اثـرات مفیـدی ، مسـتقل از دسـترس بودن و انتقال مواد مغذی، بر رشد گیاه می باشد. علاوه بر ایـن، حـداکثر بهـره از ورمـی کمپوسـت در زمان مصرف ۱۰ و ۴۰٪ از ورمی کمپوست مشاهده شد. به نظـر مـی رسـد کـه افـزایش سـطح ورمـی کمپوست به بالاتر از ۴۰٪ سودمند نبوده و حتی ممکن است منجر به کـاهش رشـد و عملکـرد شـود. (مونرو،۲۰۰۴).

مزایای ورمی کمپوست را می توان به طور خلاصه اینگونه بیان کرد:

- ✓ ورمی کمپوست کود طبیعی و سازگار با محیط زیست مـی باشـد کـه از ضـایعات آلـی زیسـت تخریب پذیر و رایگان تهیه شده است.
- ✓ اثر سوء بر خاک، گیاهان و محیط زیست ندارد.
- ✓ رشد ریشه و جذب بهتر مواد مغذی را بهبود می بخشد، در نتیجه ایـن وضـعیت مـواد مغـذی ماکرو و میکرو خاک را بهبود می بخشد.
- ✓ ورمـی کمپوسـت خـواص فیزیکـی، شـیمیایی و بیولـوژیکی خـاک را بهبـود مـی بخشـد و موجب هوادهی خاک، کشت بافت و در نتیجه کاهش تراکم خاک می شود.
- ✓ کرم های خاکی زباله های آلی را به ویتامین ها، آنزیم ها، آنتی بیوتیک ها، محصولات غنـی از پروتئین و دیگران ترکیبات آلی تبدیل می کنند، پس در نتیجه ورمی کمپوست موجب حفـظ

سلامت خاک و ظرفیت نگهداری آب توسط خاک را به دلیل محتوای ماده آلی خود بهبود می بخشد (شیواکومارا، ۲۰۰۸).

- ✓ جمعیت میکروبی که شامل تثبیت گرهای نیتروژن، فسفات، و غیره هستند را بازیابی می کند.
- ✓ استفاده از آفت کش ها برای کنترل پاتوژن های گیاهی را کاهش می دهد.
- ✓ در بهبود ثبات ساختار خاک و جلوگیری از فرسایش خاک مفید می باشند.
- ✓ در افزایش کیفیت دانه میوه ها با توجه به افزایش درصد قند مفید است (جرج و همکاران،۲۰۰۴).
- ✓ ورمی کمپوست یک جایگزین مناسب برای آفت کش ها و یا روش های غیرسمی در کنترل آفات می باشد (مونرو،۲۰۰۴).

۱-۶ مواد هیومیک

مواد آلی خاک را می توان به مواد هیومیک و غیر هیومیک تقسیم کرد. کربوهیدرات ها، اسیدهای آمینه، پروتئین ها، لیپیدها، اسیدهای نوکلئیک، و لیگنین ها مواد غیر هیومیکی هستند که از گیاهان و دیگرموجودات زنده منشا می گیرند. مواد هیومیکی(HS) مواد سنتز شده در هنگام تجزیه ی بقایای گیاهان و حیوانات، با استفاده یا بدون استفاده از میکروارگانیسم ها می باشند. مواد هیومیکی از متابولیت های بیوشیمیایی یا شیمیایی-محیط زیست و یا اجزای تشکیل دهنده ی زیست توده، سنتز می شوند (نادی و همکاران، ۲۰۱۲). این مواد آبدوست، اسیدی، دارای وزن مولکولی بالا، آمورف و مواد با رنگ زرد مایل به قهوه ای-مشکی هستند (ایکساویر و همکاران، ۲۰۱۲)، که نقش حیاتی را در حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه بازی می کنند.

مواد هیومیک بر اساس قابلیت حلالیتشان به سه دسته هیومین ها، اسیدهای هیومیک و فولویک اسیدها طبقه بندی می شوند (جانگلرتجانیا و لرتچوتیموکول، ۲۰۱۲). در خاک های پیتی که به

خوبی تجزیه شده اند فراوان هستند (نوری و همکاران، ۲۰۱۱). این سه دسته هیومیک دارای ساختاری مشابه ای هستند ولی با توجه به وزن مولکولی آنها خواص متفاوت دارند (ایکساویر و همکاران، ۲۰۱۲). هیومیک اسید ها نامحلول در PH اسیدی و فولویک اسیدها محلول در آب اسیدی با PH قلیایی هستند (باریجلو و همکاران، ۲۰۱۲). فعالیت هیومیک اسیدها کمتر از فولویک اسید می باشد. هیومک اسید به دلیل متغیر بودن ویژگی های شیمیایی آن ها را پلی دیسپرس می نامند (نادی و همکاران، ۲۰۱۲).

۱-۶-۱ اسید هیومیک

زمانی تصور می‌رفت که هر موجود زنده‌ای پس از مرگ بطور کامل به عناصر تشکیل دهنده‌اش تجزیه شده، به طبیعت باز می‌گردد. گرچه این مطلب تا حدود زیادی درست است، اما از چند دهه قبل دانشمندان متوجه شدند که تجزیه بافت‌های مرده همیشه بطور کامل انجام نمی‌شود. لااقل در مورد موارد خاص و در شرایط ویژه‌ای میکرواورگانیسم‌های تجزیه کننده مواد آلی، پلیمرهای ویژه‌ای را می‌سازند که به تشکیل نفت، زغال سنگ و یا مواد هیومیک (Humic Substance) منجر می‌شود. هیومیک اسید یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵). هیومیک اسید، یک ماده آلی معدنی کاملا طبیعی است که از تجزیه نهایی مواد ارگانیک در خاک بدست می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (گاتس، ۲۰۱۲). اسید هیومیک از منابع مختلف نظیرخاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می شود و موجب تشکیل کمپلکس پایدار نامحلول با عناصر کم مصرف می گردد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۹). به همین دلیل در همه خاک‌های کشاورزی کم و بیش وجود دارد. میزان آن به مقدار ماده آلی موجود در خاک مرتبط است. به تقریب از یکصد کیلوگرم برگ

خشک، پس از چند سال حدود یک کیلوگرم هیومیک اسید حاصل می‌شود. مقدار ماده آلی ایده‌آل در خاک کشاورزی حدود ۶ درصد است. طبیعی است که مناطق مرطوب و پر باران مقدار بیشتر و سرزمین‌های خشک وکویری میزان کمتری ماده آلی داشته باشند. متأسفانه میزان ماده آلی در کشور ما، به جزء نوار ساحلی شمال در اکثر نقاط زیر یک درصد است و حتی گاهی کمتر از یکدهم درصد است. مواد هیومیکی در واقع طیف وسیعی از ترکیبات آلی ـ معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک در پیوند با انواع کاتیون‌ها می‌باشند و مجموعا ترکیب بسیار پیچیده و شگفت انگیزی را ساخته‌اند که می‌توانند میلیون‌ها سال در طبیعت دوام بیارد. هیومیک اسید از همه موجودات زنده بخصوص گیاهان در مقابل انواع استرس‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حمایت می‌کند. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ ـ ۳۰۰۰۰۰ دالتون و اسید فولویک هم با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (لیو و کوپر، ۲۰۰۰).

اسید هیومیک محصول نهایی تجزیه مواد آلی توسط موجودات هوازی تعریف می شود (گاتس، ۲۰۱۲). اسید هیومیک از منابع مختلف نظیرخاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می شود و موجب تشکیل کمپلکس پایدار نامحلول با عناصر کم مصرف می گردد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-۶-۲ ساختار اسید هیومیک

اسید هیومیک ها تک مولکولی نیستند بلکه متشکل از ساختار پیچیده ای از اسیدهای مختلف و حاوی گروه های کربوکسیل و فنول می باشند (گاتس، ۲۰۱۲). اسید هیومیک یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع های H+ مربوط به عاملهای اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی(مکانهای تبادل کاتیونی) می باشد. این اسید ماکرومولکول پیچیده آلی می باشد که با پدیده های شیمیایی و باکتریایی در خاک

تشکیل شده و نتیجه نهایی عمل هومیفیکاسیون است. دارای وزن مولکولی نسبتا بالا 10^4 تا 10^6 دالتون می باشد و ۵۰ درصد از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می دهد (رهی و همکارن، ۱۳۹۱).

۱-۶-۳ کاربرد اسید هیومیک در کشاورزی

۱-۶-۳-۱ افزایش دانه بندی و تهویه خاک

مواد هیومیکی که ۸۰ درصد مواد آلی خاک را تشکیل می دهند با انتقال بار منفی خود به ذرات رس باعث می شود که آنها همدیگر را بیشتر دفع نموده و از چسبندگی آنها کاسته شود. از سوی دیگر پلیمرهای اسید هیومیک مشابه یک چسب ارگانیک عمل نموده و ذرات معدنی خاک را به هم می چسبانند در نتیجه تونل هایی جهت نفوذ بیشتر هوا، آب و ریشه پدید می آورند و در صورت کمبود یا فقدان آن خاک دچار فرسایش می شود(جیحونی،۱۳۸۹).

۱-۶-۳-۲ افزایش نگهداری آب در خا ک

ذرات اسید هیومیک با مواد معدنی خاک پیوند تشکیل داده و شبکه ای تور مانند ایجاد می کنند که در مجموع قادرند حجم نسبتا زیادی از آب را در خود ذخیره نمایند (جیحونی،۱۳۸۹).

۱-۶-۳-۳ افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC)

ظرفیت تبادل کاتیونی به معنای حداکثر مقدار کاتیونی است که وزن معینی از خاک قادر است در خود جذب یا نگهداری نماید. ذرات اسید هیومیک و اسید فولویک دارای ظرفیت تبادل کاتیونی فوق العاده بالایی هستند و در صورتیکه به خاک افزوده شوند، ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی را ارتقا می بخشند که این به معنی جلوگیری از تثبیت و شسته شدن عناصر در خاک می باشد(جیحونی،۱۳۸۹).

۱-۶-۳-۴ آزادسازی فسفرهای تثبیت شده در خاک های قلیایی

اسید هیومیک با فسفا تها کمپلکس تشکیل داده و بدین سان اثرات بلوکه شدن و تثبیت آنها را در خاک کاهش می دهد و آن را به فرم قابل جذب برای گیاه تبدیل می کند(جیحونی،۱۳۸۹).

۱-۶-۳-۵ تحریک فعالیت میکروارگانیسم های خاک و افزایش جمعیت آنها

مواد هیومیکی منبع غذایی و محرک رشد قارچ ها و میکرو ارگانیسم های مفید تشکیل دهنده فلور خاک محسوب می شوند. مواد هیومیکی با افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی، تسریع در تولید پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک درون سلولی و بسیاری از مکانیسم های ناشناخته دیگر، به رشد و تکثیر موجودات زنده کمک می کنند(جیحونی،۱۳۸۹).

۱-۶-۳-۶ افزایش سطح فتوسنتز

موادهیومیکی با افزایش سطح فتوسنتز و کلروفیل موجب سرعت بخشیدن به تشکیل قند و مواد هیدروکربنی در اندام گیاهی می شوند(جیحونی،۱۳۸۹).

۱-۶-۳-۷ محرک رشد و توسعه ریشه

موادهیومیکی به صورت خارق العاده ای موجب افزایش سطح، قطر، حجم، طول و وزن خشک ریشه می گردد. این مواد با گرم نگه داشتن و حفظ رطوبت خاک، افزایش نفوذ پذیری جدار سلول ها نسبت به آب و مواد غذایی، افزایش متابولیسم و فعالیت آنزیمی گیاه با انگیزه افزایش سطح و میزان تنفس ریشه، افزایش سطح بیومس ریشه را موجب می شوند (جیحونی،۱۳۸۹).

با توجه به مقدمه و اهمیت موضوع اهداف زیر در تحقیق حاضر مورد مطالعه قرار می‌گیرد:

- بررسی تأثیر ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر میزان فعالیت قارچ میکوریزا بر گیاه لوبیا چشم بلبلی
- ارزیابی تأثیر توأم قارچ‌های میکوریزا با اسید هیومیک، ورمی کمپوست با قارچ‌های میکوریزا و اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی گیاه لوبیا چشم بلبلی
- ارزیابی اثرات سه گانه قارچ میکوریزا، اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد و برخی از فاکتورهای موثر بر رشد و عملکرد گیاه
- تعیین درصد پروتئین و نیتروژن دانه ی لوبیا چشم بلبلی با کاربرد فاکتورهای ذکر شده و اثرات متقابل آنها

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ تاثیر همزیستی میکوریزا بر رشد و عملکرد گیاه

اگرچه ارتباط میکوریزایی بیش از ۱۰۰ سال پیش کشف شده است، با این حال در طی ۳۰ سال اخیر، نقش میکوریزا در بهره وری گیاهان مورد توجه گرفته است. امروزه صدها دانشمند در سراسر جهان درگیر مطالعه ارتباط میکوریزایی و بحث پیرامون بهره وری گیاهان هستند (هابت، ۲۰۰۰). قارچ میکوریزا با افزایش تخصیص و در نتیجه انتقال مواد بین ریشه، ساقه، برگ و تسهیل جذب و انتقال مواد مغذی منجر به افزایش در وزن خشک ساقه می شود. این افزایش عملکرد ممکن است به دلیل افزایش سطح ریشه باشد که از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و در نتیجه افزایش سطح دسترسی به حجم بیشتری از مواد مغذی صورت می گیرد (موباسر و همکاران، ۲۰۱۲).

تاثیر میکوریزا در تحقیق ساجدی و مدنی (۱۳۸۷) بر صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. طی گزارش آنها، کاربرد میکوریزا عملکرد و اجزای عملکرد را نسبت به شرایط مشابه و بدون مصرف میکوریزا افزایش می دهد.

علیزاده و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که در گیاه ذرت، بیشترین عملکرد دانه مربوط به مصرف مایکوریزا می باشد به طوری که بین تیمار مصرف میکوریزا و عدم مصرف تفاوت معنی داری دیده شد. در تحقیق دیگر، بر گیاه پیاز[1] مشاهده شد که همزیستی با قارچ میکوریزا، ماده ی خشک آن را پنج تا شش برابر نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی افزایش می دهد. در تحقیق مشابه تلقیح با میکوریزا سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی و ریشه گیاه آکاسیا شد (دوپونویس و همکاران، ۲۰۰۵).

[1] Allium cepa L.

۲-۲ میکوریزا و اثرات تغذیه ای آن در گیاه میزبان

مطالعات زو و همکاران (۲۰۰۱) و کالوت و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که قارچ های میکوریزی غلظت روی و مس را در گیاه همزیست افزایش می دهند ولی تاثیری بر غلظت آهن و منگنز در گیاه نداشت. قارچ های میکوریزا بر رشد گیاه از طریق افزایش جذب مواد معدنی مخصوصاً مواد کم تحرکی مانند روی، مس و فسفر تاثیر دارند. نتایج تحقیقات مارشنر و دل (۱۹۹۴) حاکی از آن است که افزایش فسفر قابل جذب خاک از طریق استفاده از قارچ های میکوریزا به منظور افزایش مقاومت و جذب فسفر در شرایط متوسط تنش شوری سبب بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه می شود.

افزایش سطح جذب به کمک هیف های قارچی در گیاه ذرت میکوریزایی موجب افزایش ۲۲٪ درصدی غلظت روی شد . همزیستی میکوریزایی می تواند با افزایش طول ریشه ها و افزایش سطح جذب توسط ریشه های قارچی، جذب عناصر غیر متحرک از جمله روی را افزایش دهد. این افزایش ممکن است به دلیل تخلیه بیشتر خاک از روی، بر اثر نفوذ ریسه های نازک قارچی در حفرات ریز خاک باشد. ولی مکانیسم های افزایش روی لزوما همان مکانیسم های جذب فسفر نیستند (کوتاری و همکاران،۱۹۹۱).

قارچ های میکوریزا آربسکولار قادرند بهتر از اکتو و اریکوئید میکوریزاها روی را از خاک جذب کنند. همزیستی گیاهان با این قارچ ها می تواند حدود ۲۵٪ از روی مورد نیاز گیاه میزبان را تأمین کند. قارچ میکوریزا آرباسکولار نسبت به باکتری سودوموناس فلورسنس در افزایش ماده خشک و عملکرد سورگوم از کارایی بیشتری برخوردار بوده است (ویدادا و همکاران،۲۰۰۷). افزایش پروتئین دانه ذرت توسط قارچ میکوریزا در سطح احتمال یک درصد در تحقیق موباسر و همکاران (۲۰۱۲) دیده شد.

۲-۳ تاثیر همزیستی میکوریزا برعملکرد های فیزیولوژیکی گیاه

در بررسی آقابابائی و رئیسی (۱۳۹۰) بر روی بادام، با توجه به وابستگی ۶۰ درصدی گیاه بادام به برقراری رابطه هم زیستی با قارچ های میکوریزی مشاهده شد این همزیستی موجب افزایش ویژگی

های مهم فیزیولوژیکی، مانند افـزایش غلظـت کلروفیـل کـل (۱۹٪) و سـرعت فتوسـنتز در بـرگ هـا (۳برابر) بیشتر در گیاهان تلقیح شده نسبت به انواع شاهد آن بود.

گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح شده با میکوریزا به طـور معنـی داری وزن خشـک انـدام هـوایی، ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی داشت (پارسا مطلـق و همکـاران، ۱۳۹۰). در فلفـل[1] تلقـیح شـده بـا قـارچ *G. intraradices* کلروفیـل b و a بطـور معنـی داری نسـبت بـه گیاهـان غیرمیکوریزایی افزایش یافت (دیمر، ۲۰۰۴). افزایش معنی دار محتوای کلروفیل برگ گیـاه در پاسـخ بـه تلقیح با قارچ AM در مطالعات پژوهشگران مختلـف از جملـه آلـن و همکـاران (۱۹۸۱) گمـا و همکـاران (۱۹۹۷) گزارش شده است. قارچ ها با جذب عناصر سمی از خاک سـبب بـالارفتن سـطح EC در خـاک شده، و به عنوان یک عامل برای تجزیه مواد آلی، انتقال مواد مغذی به گیاه میزبان، دانه بندی خاک و سرکوب کننده پاتوژن ها مطرح می باشند (موباسر و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۴ تاثیر ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه

ورمی کمپوست نقش عمده ای در بهبود رشد و عملکرد محصولات زراعی مختلف سبزیجات، گـل و میوه جات دارد. برای مثال استفاده از ورمی کمپوست موجب جوانه زنی بالا (تـا حـدود ۹۳٪) در مـاش در مقایسه با گروه شاهد (۸۴٪) شد (ناگاوالما و همکاران، ۲۰۰۶). ورمی کمپوست رشد گیاهـان را بهتـر از مواد مغذی معدنی تحریک می کند که ایـن بـه دلیـل اثـرات مسـتقیم و غیرمسـتقیم مـواد هیـومیکی موجود در ورمی کمپوست است که مانند تنظیم کننده هـای رشـد گیـاهی عمـل مـی کننـد (ارانکـون و همکاران، ۲۰۰۳؛ اتیه و همکاران، ۲۰۰۰). چن و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که با افزایش غلظـت مواد هیومیکی موجود در ورمی کمپوست، افزایش در رشد گیاه مشاهده شد. ایـن محققـان یکـی از علـل

[1] piper nigrum L.

افزایش رشد گیاه توسط مواد هیومیکی را تأثیر این مواد بر جذب و افزایش نفوذپذیری یونهای فلزی بیان نمودند. و در تحقیق آرگویلو و همکاران (۲۰۰۶) بر گیاه داروئی سیر[1] می توان اثر مصرف ورمی کمپوست را بر افزایش قابل توجه عملکرد گیاه مشاهده کرد.

سطوح مختلف ورمی کمپوست در گیاه ذرت، بر عملکرد دانه ، تعداد دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف در سطح ۱٪ در تحقیق علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) مؤثر می باشد افزودن ورمی کمپوست به خاک ممکن است نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده باشد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه موجبات افزایش عملکرد دانه را نیز فراهم کنند.

به رغم مقدار فسفات بالا در اکثر خاک های جهان مقدارزیادی از این عنصر به عنوان تری-کلسیم فسفات در آب نامحلول می باشد، از این رو- غیر قابل دسترس برای گیاهان است. کومار و دومینیک (۲۰۰۱) در مطالعه خود نشان دادند که ورمی کمپوست ها با میکروارگانیسم های تثبیت کننده نیتروژن و میکروارگانیسم های حل کننده فسفات سطوح نیتروژن و فسفر قابل دسترس گیاه را به طور قابل توجهی افزایش می دهند. عمجزی و حمید پور (۲۰۱۲) در پژوهش خود با بررسی اثرات فسفر، ورمی کمپوست و زئولیت در برخی از ویژگی های رشد و ترکیبات شیمیایی گیاه آهار در یک آزمایش گلخانه ای به این نتیجه رسیدند که ورمی کمپوست ایجاد کننده ی بالاترین مقدار پارامترهای رشد بوده و اختلاف معنی داری در مقایسه با دیگر فاکتورها دارد.

آتیه و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که ورمی کمپوست نسبت به آمونیوم نیتروژن قابل دسترس گیاه را بیشتر می کند. به طور مشابه، کار در NSAC[2] نشان داد که" کود ورمی کمپوست مقادیر بالاتری از نیتروژن از کود کمپوست معمولی فراهم می آورد". همچنین برخی از مطالعات بیانگر این مطلب

[1] Allium sativum L.
[2] Nova Scotia Agricultural College

بود که میزان عرضه چندین مواد مغذی، از جمله فسفر، پتاسیم، گوگرد و منیزیم، با ورمی کمپوست در مقایسه با کمپوست معمولی افزایش یافته است (مونرو،۲۰۰۴).

۲-۵ تاثیر اسیدهیومیک بر فیزیولوژی، رشد و عملکرد گیاه

اسید هیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تغییر می دهد (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۰). اسیدهای هیومیک کمپلکس هایی را با فلزات سنگین تشکیل می دهند و نقش مهمی در باروری خاک دارند (ایکساویر و همکاران، ۲۰۱۲). اریک و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیق خود بر گیاه پیاز؛ و حافظ (۲۰۰۳) بر گیاه کدو گزارش کردند که برنامه های کاربردی اسید هیومیک منجر به افزایش قابل توجهی در ماده آلی خاک می شود، که رشد گیاه و تولید محصول را بهبود می بخشد (مرادیتوچایی، ۲۰۱۲). سبزواری و همکاران(۱۳۸۸) در تحقیقی عنوان نمودند که با توجه به ملاحظات زیست محیطی، اخیرا استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی درافزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (رهی و همکارن، ۱۳۹۱).

در بررسی گلخانه ای انجام شده توسط محققین در اثر مواد هیومیکی بر محتوی کلروفیل برگها در گندم، نشان داده شد که اسپری برگی اسید فولویک روی برگ های گندم سبب افزایش معنی داری در محتوی کلروفیل برگ ها شد (سبزواری و خزاعی،۱۳۸۸).

از مزایای مهم اسید هیومیک میتوان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب

افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه های جانبی می شود. اسید هیومیک به طور معنـی داری سـرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوی عناصر غذایی گیاه را افزایش می دهـد (قربـانی و همکـاران، ۱۳۸۹).

اسیدهیومیک می تواند بطور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشـد قسـمت هـوایی و ریشـه گیاه توسط اسیدهیومیک بهبود داده می شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته تر است، حجم ریشـه را افزایش داده و باعث اثربخشـی سیسـتم ریشـه مـی گـردد (رهـی و همکـارن، ۱۳۹۱). همچنـین اسـید هیومیک از طریق اثر بر فعالیت آنزیم های ریشه، باعث تقویت سیستم ریشه گیاهان می شـود (سـبزواری و همکاران، ۱۳۸۹).

کایوسر و اعظم (۱۹۸۵) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که محلول پاشی اسید هیومیک به میـزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰٪ افزایش در طول ریشه و ۲۲٪ افزایش در ماده خشـک را بـه همـراه داشـت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افـزایش معنـی داری نشـان داد. محققـین در یـک آزمایش گلخانه ای اثر اسید هیومیک را بر وزن تر و خشک و عملکرد یولاف بررسی کردند و دریافتنـد کـه با کاربرد ۱۰۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای هـر گلـدان وزن تـر و خشـک گیـاه بـه طـور معنـی داری افزایش یافت (میشرا و سریواستاوا، ۱۹۸۸). طاهر و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقات خود به بررسی اثـر سطوح مختلف هیومیک اسید بر گیاه گندم پرداختند. نتایج آنها نشان داد کـه سـطوح مختلـف هیومیـک اسید اختلاف معنی داری بین وزن ساقه و ارتفـاع بوتـه و میـزان جـذب ازت در رشـد گنـدم دارد. دریـک آزمایش مزرعه ای اثر اسید هیومیک بر عملکرد گوجه فرنگی و پنبه نشان داد که اسید هیومیک متوسـط عملکرد گوجه فرنگی و پنبه را به ترتیب به میزان ۱۰ و ۱۱ درصد نسبت بـه شـاهد افـزایش داد (بـرون و همکاران،۱۹۹۳).

محققین به مطالعه روی اثرات کودهای زیستی و معدنی و مواد هیومیک بـر رشـد و عملکـرد لوبیـا چشم بلبلی پرداختند و بدین نتیجه رسیدند که کودهای شیمیایی با استفاده از مواد هیومیـک رشـد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی را افزایش می دهد (مرادیتوچایی، ۲۰۱۲).

نتایج تحقیق انجام شده در زمینه اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم دوروم نشان داد که اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشـه گنـدم شـد. نتـایج حـاکی از آن است که عملکرد دانه و باروری سنبله در هـر دو تیمـار افـزایش یافـت. گـزارش شـده اسـت کـه اسـید هیومیک بـا افـزایش فعالیـت آنـزیم رابیسـکو سـبب افـزایش فعالیـت فتوسـنتزی گیـاه شـد (دلفـاین و همکاران،۲۰۰۵). اسید هیومیک بر گیاه بنت گراس[1] به طور معنی داری سرعت فتوسنتز، توسعه بیوماس ریشه و محتوی مواد غذایی گیاه را افزایش می دهد (لیو و همکاران،۱۹۹۶). فرناندز-اسـکوبار و همکـاران (۱۹۹۶) در یک آزمایش مزرعه ای دریافتند که کاربرد اسید هیومیک رشـد سـاقه و انباشـتگی، پتاسـیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ های زیتون افزایش داد.

هاکان و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش گلخانه ای اثر هیومیک اسید را بر رشـد ذرت در خـاک هـای آهکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که دوزهای مختلـف محلـول پاشـی هیومیـک اسید تاثیر متفاوت و معنی داری در وزن خشک گیاه دارند و محلـول اسـید هیومیـک اثـر مثبـت و معنـی داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم دارد.

اثر مواد هیومیکی در جذب نیترات توسط ریشه ی ذرت نشان داد که اسید هیومیک، جذب نیتـرات و فعالیت آنزیم ATPآز را در غشاء پلاسمای سلول های ریشه، به طور معنی دار افزایش می دهد که بـه نظـر می رسد فعال شدن پمپ پروتون غشاء، پاسـخ اولیـه بـه اسـید هیومیـک در جـذب عناصـر غـذایی باشـد (پینتان و همکاران، ۱۹۹۹). فسفر به عنوان یک عنصر موثر در رشد و توسعه سیستم ریشـه بـه ویـژه در مناطق دیمکاری از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. وانگ و همکـاران (۱۹۹۵) در آزمـایش مزرعـه ای،

[1] Creeping bentgrass L.

اسید هیومیک را به همراه کود فسفر به خاک اضافه کردند و مشاهده نمودند که میزان جـذب فسـفر ۲۵٪ نسبت به عدم حضو ر اسید هیومیک افـزایش یافـت. مـالکولم و واگـان (۱۹۷۹) نشـان دادنـد کـه مـواد هیومیکی در افزایش فعالیت چندین آنزیم به ویژه آنزیم فسفاتاز نقش موثری را ایفا می کنند.

کاربرد اسیدهیومیک، کلروز گیاهان را بهبود می بخشد که این امر حاصـل توانـایی اسـیدهیومیک در نگهداری آهن خاک به فرم قابل جذب می باشد. این پدیده می تواند در خا ک های قلیایی و آهکـی کـه معمولاً کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی را دارند مؤثرتر می باشد.

درتحقیقی که به منظور بررسی اثر ترکیبات هیومیک بر بهبود کارایی کلات آهن برروی درختان لیمـو انجام شد اعلام شد، درختانی که توسط مخلوطی ازکلات آهن با مواد هیومیک کـوددهی شـده بودنـد در آنها جذب آهن نسبت به درختانی که با کلات آهن به تنهایی تغذیه شده بودند، بهبود یافته بود. ترکیبات هیومیکی باعث افزایش وزن میوه نیز گردیدند (سانچز-سانچز و همکاران ،۲۰۰۲).

کاربرد اسید هیومیک در سـویا باعـث افـزایش جـذب آب، سـرعت جوانـه زنـی و تـنفس در تحقیـق ایسواران و چانکار (۱۹۷۱) شد. در این بررسی مشاهده شد که سرعت و درصد جوانه زنی بـذور کـاهو و گوجه فرنگی تیمار شده در پتری دیش های حاوی اسید هیومیک افزایش یافت. تیمار اسید هیومیـک در گندم از طریق کلات کردن عناصرکلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه بـه ایـن عناصـر می شود (مکووایک و همکاران،۲۰۰۱).

ورلیندن و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود اثر هیومیک اسید بر چند گراس را مـورد مطالعـه قـرار دادند آن ها دریافتند که کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مـی شـود. در بررسـی انجام شده در زمینه تاثیر اسید هیومیک و کلسیم بر جوانه زنی بذور گوجه فرنگی حکایت گـر آن اسـت که نتایج نشان داد که اسید هیومیک رشد و محتـوی نیتـروژن و کلسـیم گیاهچـه و میـزان نیتـروژ ن و پتاسیم ریشه چه را افزایش داد (ترکمن و همکـاران،۲۰۰۴). ایهراگیبـل و همکـاران (۲۰۰۸) اثـر اسـید هیومیک را بر جوانه زنی ذرت مورد بررسی قرار دادند. آن ها گزارش کردند کـه اسـید هیومیـک مـی

تواند بر طویل تر شدن ریشه چه بذرهای ذرت تاثیر داشته باشد. اسید هیومیک همچنین می تواند موجب رشد ساقه ی اصلی گردد.

۲-۶ تاثیر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر گیاه

تلقیح قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست با افزایش اکوسیستم میکروبی خاک متشکل از مجموعه‌ای از میکروارگانیسم های سودمند، خاکی مفیدتر ایجاد می کند (اوان بیک، ۲۰۱۲). کاوندر و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی روی گیاه سورگوم دانه ایی، مشاهده نمودند که کاربرد توأم میکوریزا و ورمی کمپوست موجب افزایش محسوس عملکرد بیولوژیک گردید، آن ها اظهار داشتند که این افزایش ناشی از اثر مستقیم ورمی کمپوست بر درصد هم زیستی میکوریزایی نبود، بلکه حاصل اثر عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست بر توسعه و گسترش مستقیم و غیر مستقیم شبکه قارچ و تأثیر حاصله آن بر تحریک رشد ریشه گیاه میزبان بوده است (درزی و همکاران، ۱۳۸۷؛علیزاده و علیزاده،۲۰۱۱). در توضیح این امر می توان عنوان کرد کرم های موجود در ورمی کمپوست، با تغذیه اسپور قارچ میکوریزا سبب انتقال و تجمع این اسپورها در نزدیکی ریشه گیاه می شود (گنج، ۱۹۹۳؛ توفن و همکاران،۲۰۰۲).

در تحقیق خورشیدی و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده شد که بیشترین وزن خشک ساقه گیاه آویشن مربوط به زمان کاربرد توام ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و قارچ میکوریزا مشاهده می باشد. اثر متقابل ورمی کمپوست و قارچ میکوریزا بر محتوای روغن برگ های گیاه گربه دشتی[1] در تحقیق لئون-آنزوئتو (۲۰۱۱) معنی دار شد، ولی اثر معنی داری بر وزن خشک ساقه نداشتند.

[1] lemon grass

۲-۷ تاثیر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر گیاه

به منظور تولید یک محصول خوب، درشت مغذی های در دسترس در خاک، باید در طیف وسیعی از نیتروژن (۰.۱ تا ۰.۵ درصد)، فسفر (۰.۰۸ تا ۰.۵درصد)، پتاسیم (۱.۵ تا ۳ درصد) موجود باشند. اگر چه درشت مغذی ها مانند کلسیم و منیزیم در مقادیر کمتر استفاده می شود، و تنها در تولید محصول غنی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم مهم هستند. منیزیم در فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برای فعالیت آنزیم ها بیش از هر ماده مغذی معدنی دیگری درگیر است، در نتیجه، سهم قابل توجهی برای رشد گیاه و توسعه ی آن دارد. کلسیم نقش مهمی را در طیف گسترده ای از فعالیت های فیزیولوژیک و پروسه های بیوشیمیایی در گیاهان از جمله تنظیمات پاسخ اتیلن در گیاهان، رسیدن میوه، پیری گل و ریزش گل دارد. عناصر کم مصرف مانند آهن، مس، روی، منگنز، مولیبدن و بور در تشکیل کلروفیل، تقسیم سلولی و رشد، تشکیل کربوهیدرات، و همچنین تعمیر و نگهداری سیستم آنزیمی گیاه مفید هستند. مواد مغذی گیاهی بر روی مولکول اسید هیومیک جذب و به آرامی و به تدریج به خاک منتشر می شوند و در دسترس برای رشد گیاه و فرآیندهای توسعه قرار می گیرد. این موضوع تایید شده است که استفاده ورمی کمپوست و اسید هیومیک در کشاورزی تاثیر معنی داری بر مقدار این مواد مغذی دارد (تیون و همکاران، ۲۰۱۰).

تلقیح هیومیک اسید و ورمی کمپوست از طریق فراهم نمودن بستر مناسب برای استقرار بوته موجب رشد و بهبود فتوسنتز می شود. کاربرد توام آن ها اثر معنی دار بر سطح برگ و ارتفاع گیاه ریحان در تحقیق بفروزفر و همکاران (۲۰۱۳)، داشت. با توجه به توانایی ورمی کمپوست در افزایش دسترسی مواد مغذی، ظرفیت نگه داری آب، بهبود خواص فیزیکی خاک و فعالیت بیولوژیکی و نقش اسید هیومیک در افزایش جذب مواد مغذیی، بهبود خواص فیزیکی خاک و سنتز مواد شبه هورمونی، می توان عنوان کرد در نتیجه این دو امر هم افزایی رخ خواهد داد.

۲-۸ تاثیر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر گیاه

یکی از اثرات مشترک مواد هیومیک و قارچ های میکوریزا افزایش مقدار فتوسنتز از طریق اثر بر مواد محرک رشد گیاه از جمله سایتوکینین و جذب عناصر غذایی می باشد (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵).

ال-خاطب و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود اظهار داشتند کاربرد توام اسیدهیومیک و میکوریزا سبب افزایش معنی داری در پارامترهای رشد شامل ارتفاع، قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک و تر برگ ها، ساقه و ریشه شده است. تیمارهای تلقیح شده با میکوریزا و اسید هیومیک محتوای کل کربوهیدرات های برگ، ساقه و ریشه و کلروفیل a وb را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱ زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش

این تحقیق درسال زراعی ۱۳۹۱- ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع درشهر بسطام به اجرا درآمد. بخش بسطام دارای مساحت حدود ۳۱۰۰ کیلومتر مربع است که از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طول شمالی ۵۴/۵۸ و عرض شمالی ۳۶/۳۵ و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۰۰ متر می باشد.

۳-۲ ویژگی‌های آب و هوایی

بر اساس تقسیم‌بندی‌های اقلیمی منطقه بسطام دارای اقلیم معتدل سرد و مرطوب کوهستانی با میزان بارندگی متوسط ۱۸۵ میلی متر و رطوبت نسبی ۶۳ درصد می باشد و بارندگی‌ها عمدتا در فصل پاییز و بهار رخ می‌دهد. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی شاهرود، میانگین سالانه دما در این شهر ۱۴/۴ درجه سانتی گراد و بر اساس اطلاعات ایستگاه تبخیر سنج بسطام میانگین دما در این شهر حدود ۱۲ درجه سانتی گراد است.

۳-۳ مشخصات طرح آزمایشی و تیمارهای آزمایش

آزمایش به صورت فاکتوریل با سه فاکتور در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل، فاکتور اول، قارچ میکوریزا در دو سطح شاهد (m_1) و مصرف میکوریزا (m_2)، فاکتور دوم، ورمی کمپوست در سه سطح شاهد (v_1)، مصرف سه تن در هکتار (v_2) و مصرف شش تن در هکتار (v_3)، و فاکتور سوم اسید هیومیک در دو سطح شاهد (a_1) و مصرف اسید هیومیک (a_2) بودند.

۳-۴ عملیات اجرایی

۳-۴-۱ آماده سازی زمین

مساحت کل مزرعه آزمایشی حدود ۸۰۰ متر مربع بود. جهت خرد شدن کلوخه ها همچنین یکنواخت شدن خاک مزرعه، زمین مذکور، دیسک زده شد. پس از تحویل گرفتن زمین قبل از انجام کاشت اقدام به نمونه گیری از خاک محل انجام آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتی متری جهت تعیین محتوای فسفرخاک گردید. هر تکرار از ۱۲ کرت به ابعاد ۳×۴/۵ مترمربع، تشکیل شد. هر کرت متشکل از ۴ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر، در نظر گرفته شد. مرز بین کرت ها با یک پشته کشت نشده مشخص شد و بین تکرارها ۳ متر فاصله در نظر گرفته شد. جوی‌های آبیاری به نحوی تعبیه شدند که آب آبیاری اضافی هر تکرار توسط یک جوی خروجی در انتهای کرت‌ها از مزرعه خارج شود.

۳-۴-۲ کاشت

کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۲۲ انجام شد. عملیات کاشت با دست انجام شد. به این صورت که یک طرف پشته و با فاصله ردیف ۳۵ سانتی متر و عمق کاشت ۴-۳ سانتی‌متر از یکدیگر بذور به صورت خطی کاشته شد. قبل از کاشت نقشه طرح بر روی کاغذ اجرا شد. کشت و تخصیص تیمار ورمی کمپوست و میکوریزا به کرت ها، براساس این نقشه انجام گرفت. با فاصله ۱۵ روز بعد از زمان کاشت، فاکتور اسید هیومیک نیز طبق نقشه طرح اعمال شد.

۳-۴-۲-۱ مصرف قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست

قارچ میکوریزا به نام *Glomus intraradices L.* از شرکت زیست فناور توران شاهرود تهیه گردید. با توجه به نقشه ی طرح در محل های از قبل تعیین شده، شیاری به عمق ۱۵ سانتی متر در یک طرف پشته ها ایجاد شده ابتدا ورمی کمپوست اعمال گردید و روی آن با مقداری خاک پوشانده شد و ۱۰ گرم از قارچ میکوریزا را در هر شیار اضافه و سپس روی این قارچ مقداری خاک ریخته، و ۲-۳ بذر روی آن قرار داده شد و سرانجام بذرها با خاک پوشانده شدند.

۳-۴-۲-۲ مصرف اسید هیومیک

۱۵ روز بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۴/۷ برای اولین بار به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار، اسید هیومیک به وسیله ی آب آبیاری در کرت های مورد نظر اعمال شد. دو هفته بعد از آن برای بار دوم اسید هیومیک اعمال شد.

۳-۴-۳ داشت

اولین آبیاری بعد از هیرم کاری، سه روز بعد از کاشت و بعد از آن هر ۷ روز یک بار به صورت جداگانه برای هر کرت انجام گرفت. به منظور رسیدن به تراکم بوته مناسب، در مرحله ۲ تا۶ برگی اقدام به تنک و حذف علف های هرز گردید. مبارزه با علف‌های هرز توسط وجین دستی و در دو نوبت انجام گرفت.

۳-۴-۴ برداشت

۳-۴-۴-۱ نمونه برداری در طی فصل رشد

برای مطالعه و بررسی خصوصیات رشدی لوبیا چشم بلبلی در طی فصل رشد ۶ مرحله نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری اول در تاریخ ۱۳۹۱/۴/۲۱ انجام گردید و نمونه برداری بعد با فواصل ۱۴روز تا برداشت نهایی ادامه داشت. درهر نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، تعداد ۳ بوته با احتساب نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای کرت و یک ردیف کاشت از حاشیه‌ها، به طور تصادفی انتخاب شدند. بوته‌ها با ریشه برداشته و در پاکت‌های شماره‌گذاری شده قرار گرفتند.

۳-۴-۴-۲ نمونه برداری عملکرد

برداشت نهایی در آخر فصل رشد و زمانی که ۸۰ درصد بوته‌ها و غلاف‌ها خشک شده بودند انجام شد. قبل از برداشت، برای محاسبه عملکرد نهایی در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و از سطح باقی مانده یک مترمربع به طور تصادفی انتخاب و عملکرد نهایی محاسبه گردید.

۳-۵ ارزیابی صفات

پاکت‌های مخصوص نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل و در آنجا ابتدا قسمت‌های مختلف بوته مثل برگ، ساقه، ریشه و غیره جدا شده و سپس به اندازه‌گیری سطح برگ، ارتفاع بوته، ارتفاع ریشه، طول غلاف ها و شمارش گره‌ها و غلاف‌ها اقدام شد. قسمت های مختلف گیاه به صورت جداگانه درون آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. پس از خشک شدن نمونه‌ها، وزن

خشک ساقه، برگ، ریشه، غلاف و گره‌ها توسط ترازوهای با دقت ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت شدند.

۳-۵-۱ تعیین میزان کلونیزاسیون ریشه

برای تعیین درصد همزیستی میکوریزایی ریشه‌ها، قسمتی از ریشه تازه گیاه به صورت تصادفی نمونه برداری (حدود ۰/۵ گرم) شد. جهت رنگ‌آمیزی ریشه‌ها ابتدا ریشه ها را از محلول ۵۰ درصد الکل خارج کرده و پس از شستشوی کامل ریشه‌ها با آب جهت رنگبری به داخل فالکون های حاوی محلول KOH ده درصد منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس ریشه‌ها شسته شدند و جهت خنثی کردن محیط قلیایی به مدت ۲-۵ دقیقه در محلول HCl یک دهم مولار قرار داده شدند. ریشه‌ها را در محلول رنگ‌آمیزی (شامل نسبت‌هایی از ۳۲۵ میلی لیتر اسید لاکتیک، ۳۰۰میلی لیتر گلیسیرین،۰/۶۵ گرم رنگ تریپان بلو و ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر) به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. بعد از رنگ‌آمیزی، نمونه ها در محلول گلیسیرین و اسید لاکتیک به نسبت مساوی نگهداری شدند تا رنگ اضافی ریشه ها خارج شود. ریشه های مویین به قطعات یک سانتی متری تقسیم گردیدند و در نهایت با میکروسکوپ مشاهده شدند و درصد کلونیزاسیون ریشه از رابطه ی زیر محاسبه شد:

۱۰۰*(تعداد قطعات مشاهده شده/تعداد قطعات آلوده شده به میکوریزا) = درصد کلونیزاسیون

۳-۵-۲ اندازه گیری فسفر قابل جذب خاک به روش اولسن (خاک های خنثی و قلیایی)

بعد از برداشت محصول، نمونه برداری خاک از عمق ۳۰-۵ سانتی متری ناحیه توسعه ریشه جهت اندازه گیری فسفر خاک انجام شد.

۳-۵-۲-۱ تهیه محلول شیمیایی

۱) محلول استخراج کننده بی کربنات سدیم ۰/۵ مولار: مقدار ۴۲ گرم بی کربنات سدیم خالص را در یک لیتر آب مقطر تازه تهیه شده حل کرده و با اضافه کردن سود یا اسید کلریدریک، pH آن را در ۸/۵ تنظیم می کنند. در صورت تجاوز pH بیش از ۸/۵ می توان از محلول بی کربنات سدیم ۰/۵ مولار برای پایین آوردن آن استفاده نمود.

۲) اسید سولفوریک چهار مول: ۵۶ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ را به آرامی به ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر در ضمن بهم زدن اضافه کرده بعد از سرد شدن حجم آن را به ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شد.

۳) مولیبدات آمونیوم چهار درصد: چهار گرم مولیبدات آمونیوم $(NH4)_6\ Mo_7O_{24}.4H_2O$ در صد میلی لیتر آب مقطر حل گردید.

۴) پتاسیم آنتیمونی تارتارات ۰/۲۷۵ درصد: ۰/۲۷۵ گرم پتاسیم آنتیمونی تارتارات $KSbOC4H_4O_6$ در صد میلی لیتر آب مقطر حل گردید.

۵) اسید آسکوربیک ۱/۷۵ درصد: ۱/۷۵ گرم اسید آسکوربیک را در آب مقطر حل سپس به حجم صد میلی لیتر رسانده شد. این محلول روزانه باید تهیه شود.

۶) محلول مخلوط مواد زیر را به ترتیب با مزور به درون ظرف پانصد میلی لیتری اضافه گردید و به آرامی مخلوط گردید تا کاملا یکنواخت شود.

الف) پنجاه میلی لیتر اسید سولفوریک چهار مول

ب) پانزده میلی لیتر محلول مولیبدات آمونیوم

ج) سی میلی لیتر اسید آسکوربیک

د) پنجاه میلی لیتر پتاسیم آنتیمونی تارتارات

ه) دویست میلی لیتر آب مقطر

این محلول باید روزانه تهیه می شود.

۷) محلول استاندارد: ppm ۵۰۰ فسفر- مقدار ۱/۰۹۸۴ گرم پتاسیم دی هیدروژن فسفات در پانصد میلی لیتری آب مقطر حل گردید.

۸) محلول ppm ۲۰ فسفر- چهل میلی لیتری از محلول ppm ۵۰۰ فسفر را با محلول عصاره گیری (بی کربنات سدیم) به حجم یک لیتر رسانده شد.

۹) سری استانداردها: از محلول ppm ۲۰ فسفر به ترتیب ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، ۵۰، ۷۰ میلی لیتری برداشته با بی کربنات سدیم به حجم یک لیتر برسانیم (با توجه به غلظت فسفر در هر منطقه می توان غلظت استانداردها را تغییر داد) برای استاندارد صفر از بی کربنات سدیم استفاده می شود. این محلول دارای ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱، ۱/۲، ۱/۴ پی پی ام فسفر می باشد.

۳-۵-۲-۲ روش کار

۱) مقدار ۱ گرم خاک را توزین و درون یک ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری ریخته شد.

۲) ۰/۵ گرم پودر زغال اکتیو عاری از فسفر به آن افزوده شد.

۳) ۲۰ میلی لیتر بیکربنات سدیم به آن اضافه کرده و به مدت ۳۰ دقیقه بر روی یک تکان دهنده مکانیکی قرار داده می شود.

۴) با عبور از یک کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف گردید.

۵) بعد از صاف شدن نمونه ها به ترتیب ۲۰۰۰، ۶۰۰، ۶۰۰ میکرو لیتر از آب مقطر و استاندارها و محلول مخلوط را به درون کووت ها اضافه کرده و بعد از کامل شدن رنگ آبی آن را در طول موج nm ۶۶۰ دستگاه اسپکترو فوتومتر قرائت گردید.

۶) غلظت فسفر را با استفاده از یک منحنی استاندارد تعیین نمایید

۳-۵-۲-۳ محاسبات

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

که در آن:

a=p (ppm) میزان فسفر در نمونه عصاره

b=P (ppm) میزان فسفر در بلانک

v= محلول عصاره گیری اضافه شده

s= وزن نمونه توزین شده

۳-۵-۳ اندازه گیری میزان کلروفیل برگ

از بافت تازه برگ برای سنجش کلروفیل برگ استفاده شد. ۰/۰۱ گرم از بافت برگ توسط پانچ جدا شده و ۷ میلی لیتر دی متیل سولفوکسید به آن اضافه گردید و نمونه ها به مدت ۴ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از گذشت این زمان نمونه ها را از آون خارج کرده و بعد از سرد شدن با قرار دادن در دستگاه اسپکتوفتومتر مدل Jenway 6305، میزان جذب نمونه های حاوی کلروفیل در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. داده های به دست آمده را در فرمول های زیر قرار داده و میزان کلروفیل و کارتنوئید اندازه گیری شد. اعداد به دست آمده را در 100*(V/W) ضرب کرده تا بر حسب میلی گرم بر گرم به دست آید. (V حجم محلول کلروفیل بر حسب میلی لیتر و W وزن برگ بر حسب گرم می باشد).

chl_a (µg/ml) = (12.25 A663) – (2.55 A645)

chlb (µg/ml)= (20.31 A645) – (4.91 A663)

chl (Total)= chla + chlb

carotenoids(µg/ml)= (1000 A470 – 1.90 chla -63.14 chlb) /214

۳-۵-۵ تعیین میزان پروتئین بذر

بذور لوبیا چشم بلبلی در این مرحله برای پروتئین گیری آسیاب شد. سپس مقدار ۱۰ گرم از آن برای تعیین میزان پروتئین به مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان (شاهرود) منتقل شد.

۳-۶ برآورد شاخص‌های رشد

۳-۶-۱ اندازه گیری سطح برگ (LAI[1])

در استفاده کارامد از انرژی خورشیدی توسط گیاهان حداکثر تشعشع خورشیدی بایستی دریافت گردد. برگ ها مهم ترین اندام فتوسنتزی مطرح هستند و بنابراین نحوه ی رشد، توزیع و تغییرات سطح برگ به عنوان سطح جاذب تشعشع خورشیدی از اهمیت بالایی برخوردار است. شاخص سطح برگ بیان کننده سطح برگ (فقط یک طرف) به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است. برای بیان شاخص سطح برگ فقط سطح برگ های سبز گیاه در نظر گرفته می شود.

LAI = LA/ GA

GA : مساحت زمین

LA : سطح برگ

به منظور محاسبه ی شاخص سطح برگ از دستگاه Leaf aria mater و کاغذ شطرنجی استفاده شد.

۳-۶- ۲ سرعت رشد گیاه (CGR[2])

در میان شاخص سرعت رشد محصول، سطح برگ و دوام آن اهمیت بیشتری در بررسی های فیزیولوژیکی تولید ماده خشک گیاهی دارند. سرعت رشد محصول عبارت از میزان تجمع ماده خشک در گیاه در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک است (درینی و همکاران، ۱۳۸۷) سرعت رشد محصول می تواند با استفاده از فرمول زیر بیان شود:

$$CGR = (w_2-w_1) / (T_2- T_1)$$

W_2 و W_1 : تغییرات وزن خشک (گرم در مترمربع)

1- Leaf Area Index

2- Crop Growth Rate

T_2 و T_1 : فاصله زمانی بین دو نمونه برداری بر حسب روز (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷).

۳-۶-۳ سرعت رشد نسبی (RGR[1])

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی مشخص است.

$$RGR = (Lnw_2 - Lnw_1) / (T_2 - T_1)$$

۳-۶-۴ شاخص برداشت (HI[2])

شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به وزن ماده خشک یا عملکرد بیولوژیکی می باشد. شاخص برداشت در محدوده ی مشخصی قابل افزایش است. به نژاد گردان و فیزیولوژیست ها نیز بر این عقیده اند که این شاخص در بهترین شرایط از ۶۰ درصد در حبوبات بالاتر نخواهد رفت. برای بالا بردن شاخص برداشت دو روش مجزا وجود دارد یک راه اینکه صورت کسر فرمول یعنی عملکرد را افزایش داد و راه دوم اینکه با کاهش مخرج کسر شاخص برداشت را بالا برد ولی کاهش مخرج کسر (کاهش عملکرد بیولوژیکی) معمولا توصیه نمی شود (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷).

[1] Relative Growth Rate
[2] Harvest Index

۳-۷ تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTATC استفاده شد. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل[1] ترسیم شدند.

[1] Excel

فصل چهارم

نتایج و بحث

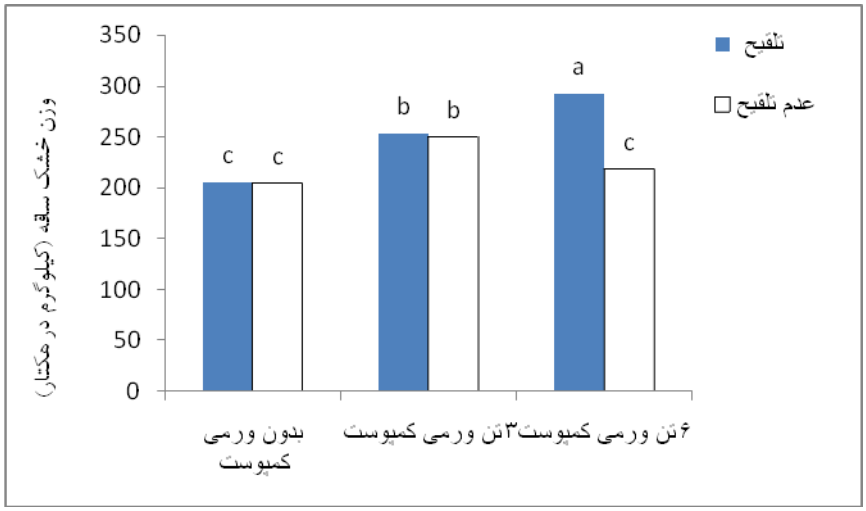
در این فصل با بررسی و تجزیه آماری اطلاعات مربوط به صفاتی چون وزن خشک اندام های هوایی و ریشه، وزن خشک و طول غلاف در سه نمونه برداری پایانی، درصد کلونیزاسیون میکوریزایی، درصد پروتئین و نیتروژن بذر و فسفر خاک و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در مرحله برداشت پرداخته شده است. شاخص‌های رشد لوبیا از جمله شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی بررسی شدند.

۴-۱ وزن خشک اندام های هوایی

۴-۱-۱ وزن خشک ساقه

اثرات اصلی میکوریزا و ورمی کمپوست در سطح احتمال ۱٪ بر وزن خشک ساقه در زمان برداشت معنی دار شدند (جدول پیوست ۱).

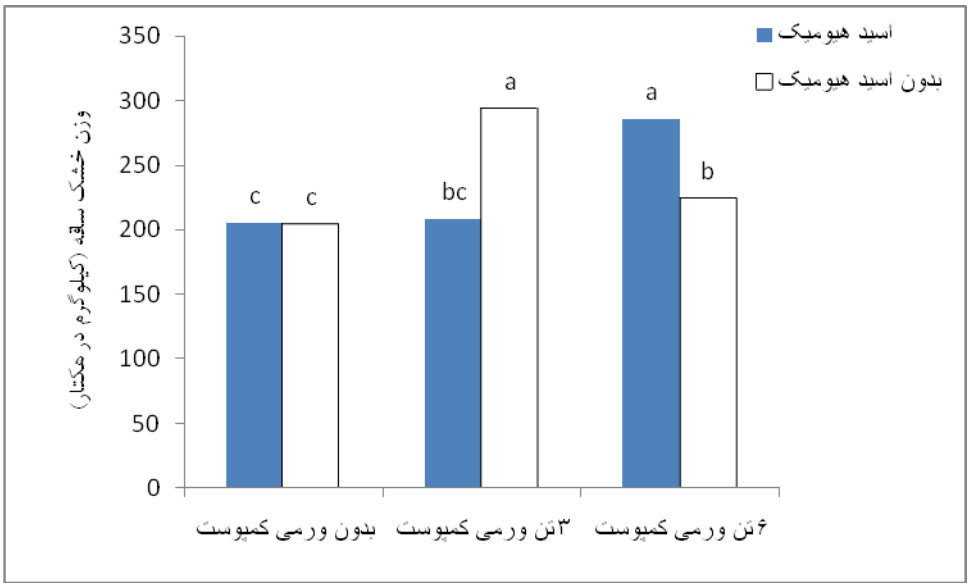
با توجه به جدول پیوست۱، اثر متقابل ورمی کمپوست با میکوریزا در سطح احتمال ۱٪ بر وزن خشک ساقه معنی دار شد. از بین تیمارها، تیمار تلقیح شده با میکوریزا همزمان کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست، بیشترین تاثیر را بر وزن خشک ساقه داشت.در زمان کاربرد و عدم کاربرد میکوریزا، مصرف ۳ تن ورمی کمپوست نسبت به عدم مصرف آن موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه گردید (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه

اثر متقابل قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست به طور قابل توجهی منجر به افزایش وزن خشک ساقه در نوعی شلغم شد (انتشاری و همکاران، ۲۰۱۲). ورمی کمپوست غنی از میکروارگانیسم و حاوی مقدار زیادی هورمون های گیاهی (اکسین، جیبرلین، سیتوکینین) است که بر رشد و توسعه گیاه موثر است (انتشاری و همکاران،۲۰۱۲). میکوریزا با تاثیر مثبت در توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه میزبان و در نتیجه افزایش سطح جذب ریشه ها از طریق نفوذ هیف های قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک و افزایش کارایی جذب آب و عناصر غذایی، تولید ماده خشک را افزایش می دهد (ساجدی و ساجدی، ۱۳۸۸). در پژوهش هایی که روی ذرت انجام شد، نتایج نشان داد که تلقیح با قارچ میکوریزا موجب افزایش معنی دار وزن خشک کل اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد شد (ثمر بخش و همکاران، ۲۰۰۹؛ علی زاده و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین فنگ و همکاران (۲۰۰۲) با کشت گیاه ذرت در دو سطح پایین و بالای فسفر عنوان کردند که گیاه میکوریزی از رشد بهتر و ماده خشک بیشتری برخوردار است.

اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک ساقه معنی دار گردید (جدول پیوست ۱) ($p\leq ۰/۰۱$). در زمان کاربرد اسید هیومیک افزایش مصرف ورمی کمپوست از ۳ به ۶ تن در هکتار تاثیر معنی داری بر وزن خشک ساقه داشت (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه

اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک ساقه معنی دار گردید (جدول پیوست ۱) ($p\leq ۰.۰۱$)، به طوری که کمترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین با توجه به جدول پیوست۷، اثرات سه گانه میکوریزا و ورمی کمپوست و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ بر وزن خشک ساقه معنی دار شد. بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار مصرف ۳تن در هکتار ورمی کمپوست در زمان تلقیح با میکوریزا و عدم کاربرد اسید هیومیک با ۳۱۸/۸۵۲ کیلوگرم در هکتار بود که از لحاظ آماری با تیمار مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست در زمان تلقیح با میکوریزا

و کاربرد اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار مصرف ۶تن در هکتار ورمی کمپوست در زمان عدم کاربرد اسید هیومیک و میکوریزا با ۱۶۶/۰۵۰ کیلوگرم در هکتار بود، که از لحاظ آماری با تیمار مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست در زمان تلقیح میکوریزا و کاربرد اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول۴-۱).

جدول۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار)

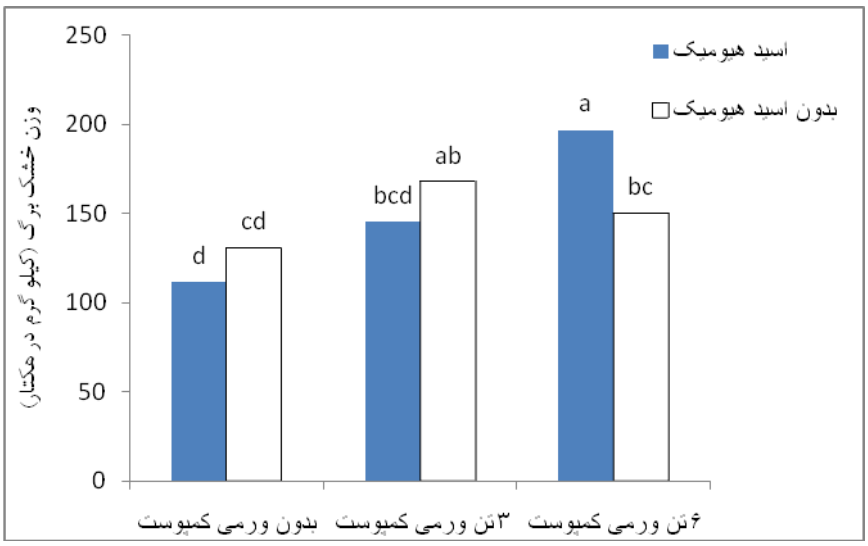
عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	e	۱۹۹/۵۰۹
		مصرف اسید هیومیک	de	۲۰۸/۱۲۸
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	de	۲۰۸/۹۸۰
		مصرف اسید هیومیک	e	۲۰۲/۴۰۴
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	c	۲۶۸/۹۱۷
		مصرف اسید هیومیک	d	۲۲۹/۲۹۹
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	a	۳۱۸/۸۵۲
		مصرف اسید هیومیک	ef	۱۸۷/۳۹۸
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	f	۱۶۶/۰۵۰
		مصرف اسید هیومیک	c	۲۷۰/۲۷۰
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۲۸۲/۱۹۵
		مصرف اسید هیومیک	ab	۳۰۱/۵۰۶

۴-۱-۲ وزن خشک برگ

با توجه به مندرجات جدول پیوست۱ تاثیر ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ معنی دار بود ($p\leq ۰/۰۱$).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول پیوست۱)، اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک برگ معنی دار می باشد ($p\leq ۰/۰۱$). به طوری که بیشترین وزن خشک برگ در زمان

کاربرد توام اسید هیومیک و مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست مشاهده شد، در حالی که با تیمار مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون کاربرد اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفتند. عدم کاربرد ورمی کمپوست کمترین وزن خشک برگ را به خود اختصاص داد، که از لحاظ آماری با تیمار کاربرد ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست + اسید هیومیک اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۳). مصرف ورمی کمپوست موجب افزایش قابل توجهی در وزن خشک برگ در مقایسه با تیمار شاهد بر گیاه گوجه فرنگی گردید (مناکوماری و شیکر،۲۰۱۲ ؛ کومارچاندا و همکاران، ۲۰۱۱)



شکل ۴-۳- اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ

اثرات سه گانه ورمی کمپوست و اسید هیومیک و میکوریزا بر وزن خشک برگ معنی دار بود ($p\leq ۰/۰۱$) (جدول پیوست۱). همانطور که در جدول ۴-۲ مشاهده می شود، بیشترین وزن خشک برگ در تیمار مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست + کاربرد اسید هیومیک در زمان تلقیح قارچ میکوریزا مشاهده شد.

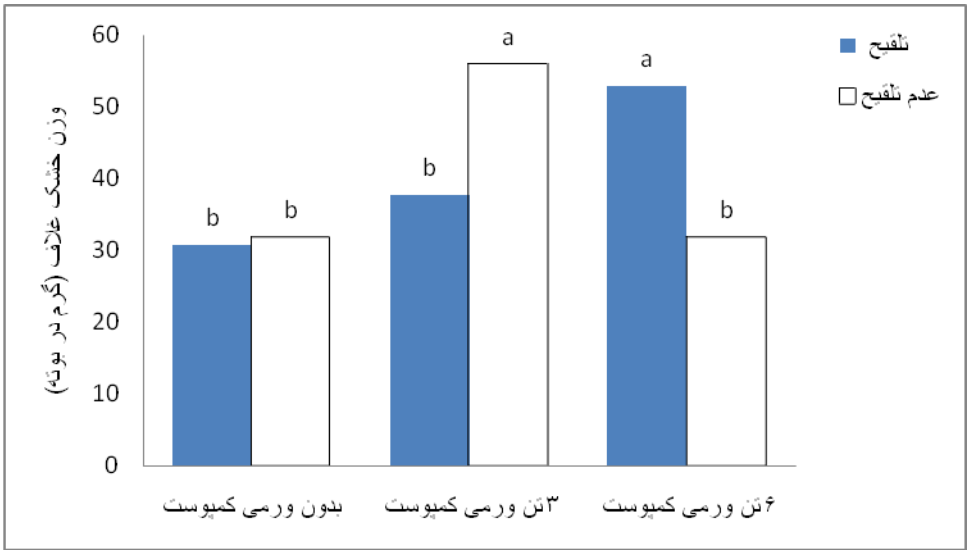
جدول۴-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر وزن خشک برگ (کیلو گرم در هکتار)

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۱۰۱/۸۳۵	d
		مصرف اسید هیومیک	۱۰۶/۹۷۱	bc
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۱۵۸/۶۸۵	d
		مصرف اسید هیومیک	۱۱۵/۰۹۵	cd
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۱۸۸/۰۶۱	ab
		مصرف اسید هیومیک	۱۳۹/۴۱۹	bcd
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۱۴۶/۷۶۰	bcd
		مصرف اسید هیومیک	۱۵۰/۲۸۸	bcd
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۱۷۷/۷۳۸	ab
		مصرف اسید هیومیک	۱۷۶/۱۴۸	cd
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۱۲۱/۳۸۰	ab
		مصرف اسید هیومیک	۲۱۶/۶۷۵	a

۴-۱-۳ وزن خشک غلاف

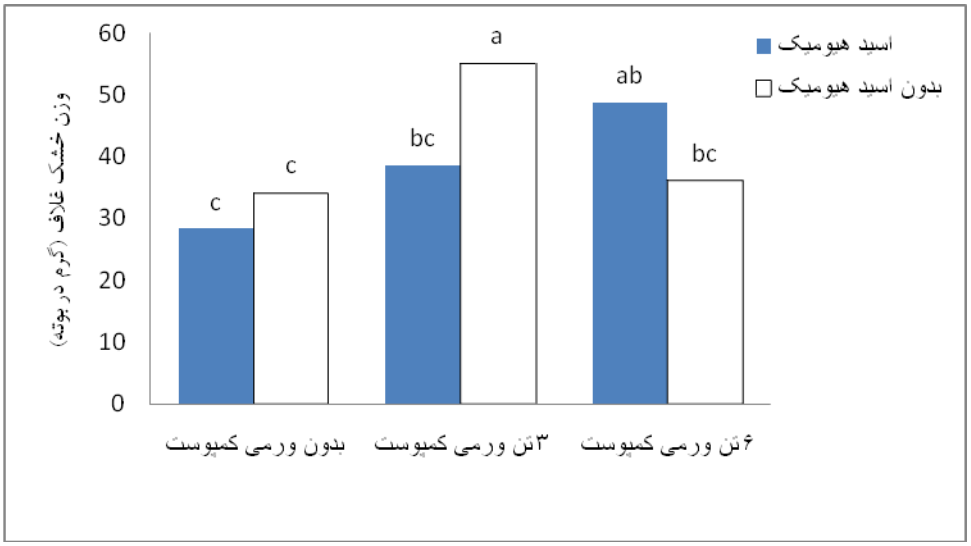
در جدول پیوست ۱ نتایج تجزیه واریانس وزن خشک غلاف، مربوط به زمان برداشت گیاه ذکر شده است. نتایج حاکی از آن بود که در این مرحله اثر ورمی کمپوست بر وزن خشک غلاف معنی دار است ($p\leq ۰/۰۱$).

اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر وزن خشک غلاف در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد در حضور قارچ میکوریزا در زمان کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست موجب افزایش معنی دار وزن خشک غلاف گردید. قارچ میکوریزا با افزایش سطح ورمی کمپوست از ۳ به ۶ تن در هکتار سبب افزایش وزن خشک غلاف شد (شکل۴-۴).



شکل ۴-۴- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر وزن خشک غلاف

نتایج این آزمایش مطابق جدول پیوست۱ نشان می دهد اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک غلاف در سطح احتمال۱٪ معنی دار می باشد. با توجه به مقایسه میانگین ها (شکل۴-۵)، بیشترین وزن خشک غلاف مربوط به تیمار کاربرد ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست در زمان عدم کاربرد اسید هیومیک (۵۵/۱۰۳ گرم در بوته) بود که با تیمار کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست + مصرف اسید هیومیک اختلاف معنی داری نداشت. کمترین میزان وزن خشک غلاف در زمان عدم استفاده از ورمی کمپوست در اثر کاربرد اسید هیومیک (۲۸/۳۱۵ گرم در بوته) و در زمان عدم کاربرد اسید هیومیک (۳۴/۱۸۸ گرم در بوته) بدست آمد که بین این دو با تیمار های کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون اسید هیومیک و کاربرد ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست + مصرف اسید هیومیک اختلاف آماری مشاهده نشد.



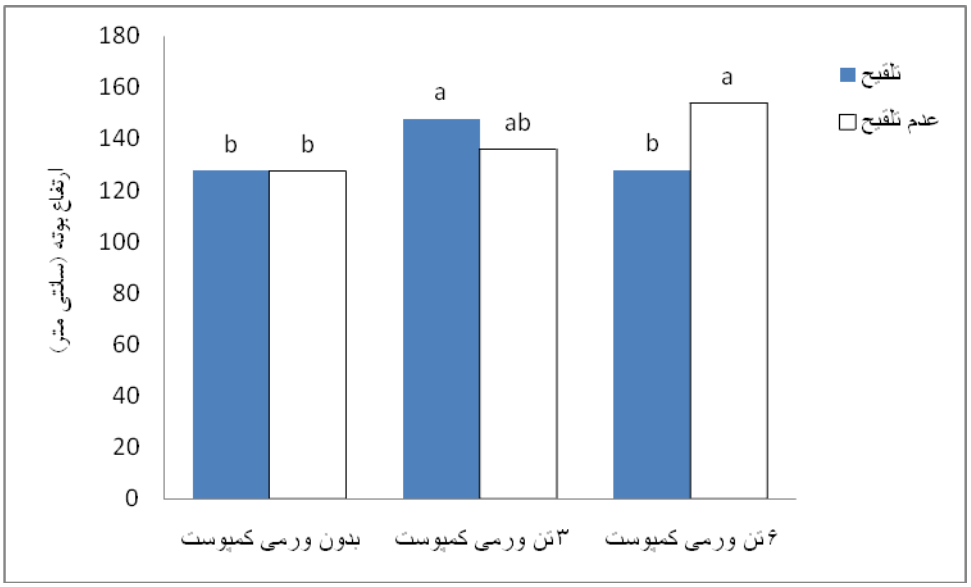
شکل ۴-۵- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک غلاف

۴-۲ ارتفاع بوته

نتایج جدول پیوست ۱ حاکی از آن است که اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا تاثیر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت ($p\leq ۰/۰۱$). با افزایش میزان ورمی کمپوست در زمان عدم تلقیح قارچ میکوریزا، ارتفاع بوته نیز افزایش داشت. تلقیح و عدم تلقیح با میکوریزا فقط در حضور ۳ تن ورمی کمپوست ارتفاع ساقه را به طور معنی داری افزایش داد که این میزان ارتفاع با شرایط ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون حضور میکوریزا در یک گروه قرار گرفتند. (شکل۴-۶).

یوسفی راد و همکاران (۱۳۸۸) در گیاه جو و موباسر و همکاران (۲۰۱۲) در گیاه ذرت گزارش دادند که میکوریزا سبب افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شد. نتایج تحقیق سینها و همکاران (۲۰۱۰) بیانگر افزایش ارتفاع ساقه در اثر مصرف ورمی کمپوست نسبت به تیمار شاهد در دو گونه نخود و نخودفرنگی بود. آنها اظهار کردند که دلیل عمده رشد گیاه با کاربرد ورمی کمپوست، مربوط به تثبیت نیتروژن است. افزایش ارتفاع گیاه در تیمارهای کودی می تواند ناشی از بهبود ساختمان خاک، افزایش

ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و تأمین عناصر غذایی در کرتهای تحت تیمار این کودها باشد. تهامی زرندی (۲۰۱۰) در تحقیق گزارش کرد که استفاده از کودهای آلی و زیستی ارتفاع گیاه ریحان را افزایش داده است.

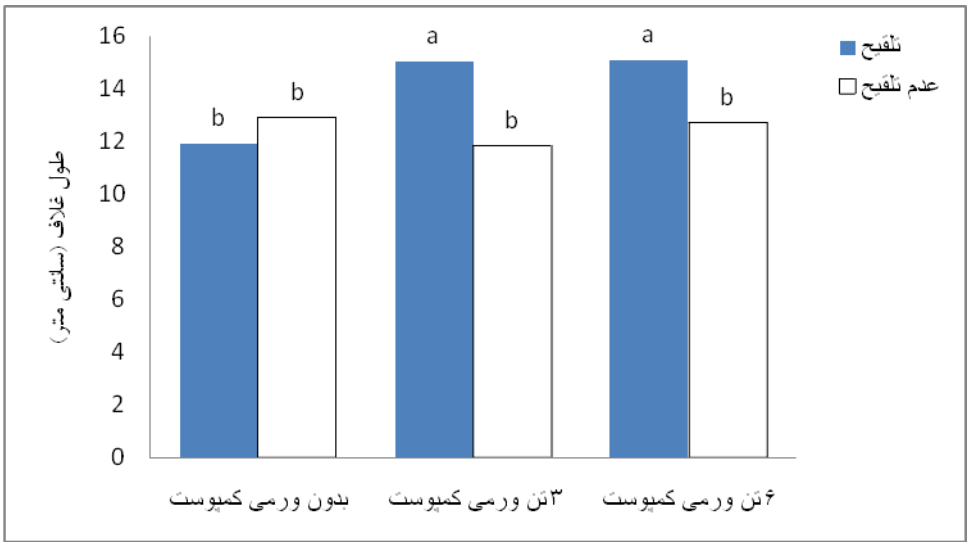


شکل ۴-۶- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر ارتفاع بوته

۴-۳ طول غلاف

نتایج مندرج در جدول پیوست ۱ بیانگر آن است که اثر اصلی قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست در برداشت نهایی بر طول غلاف معنی دار شد ($p\leq ۰/۰۱$)، به طوری که قارچ میکوریزا طول غلاف را نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش داد. همچنین افزایش سطح ورمی کمپوست سبب افزایش طول غلاف گردید.

اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا تاثیر معنی داری بر طول غلاف داشت (جدول پیوست۱) ($p\leq$ ۰/۰۱). نتایج مقایسه میانگین (شکل۴-۷)، حاکی از آن است که افزایش مصرف ورمی کمپوست از ۳ به ۶ تن در هکتار در زمان تلقیح قارچ میکوریزا تاثیر معنی داری بر طول غلاف نداشت و هر دو تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. همچنین بین کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در زمان عدم تلقیح قارچ میکوریزا تفاوت معنی داری دیده نشد.



شکل۴-۷- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر طول غلاف

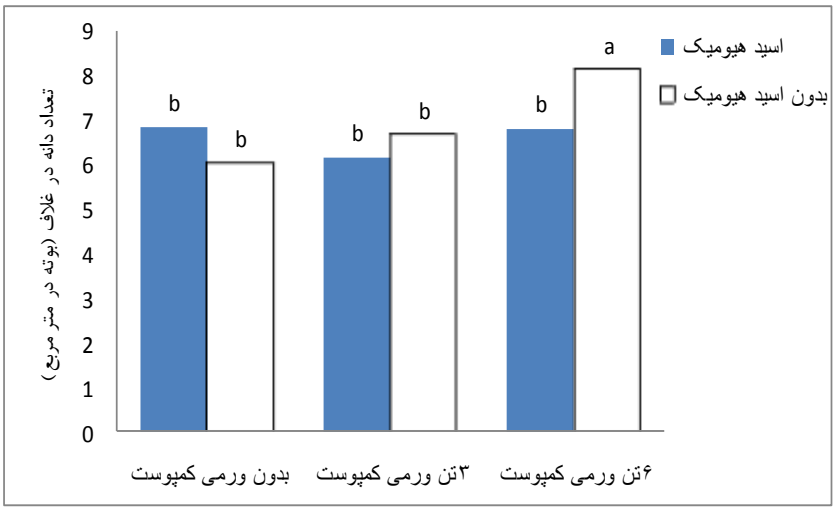
۴-۴ تعداد دانه در غلاف

نتایج آزمایش نشان داد (جدول پیوست۱) در زمان برداشت، اثر ورمی کمپوست بر تعداد دانه در غلاف معنی دار بود ($p\leq$۰/۰۱).

اثر اصلی میکوریزا بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. نتایج نشان داد، قارچ میکوریزا سبب کاهش دانه در غلاف گردید. که با نظر ارمان و همکاران (۲۰۱۱) مشابه است، آن ها

گزارش نمودند که تلقیح قارچ *G. intraradices* در گیاه نخود سبب افـزایش معنـی‌داری در تعـداد دانه در هر بوته گردید، متناقض است.

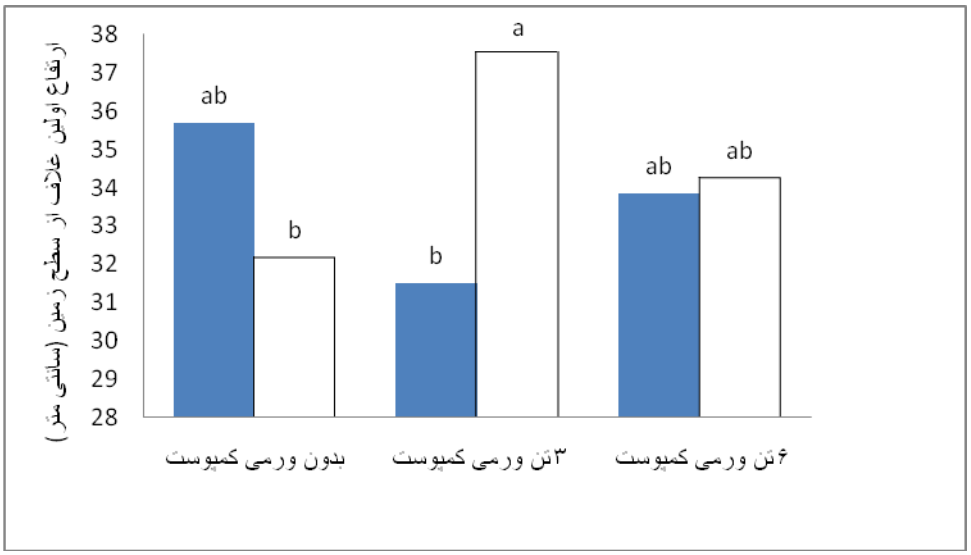
با توجه به نتایج موجود در جدول پیوست۱، اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بـر تعـداد دانه در غلاف معنی دار بود ($p\leq$۰/۰۵). نتایج حاکی از آن است که اختلاف معنی داری بین تیمارهـای دارای سطوح مختلف ورمی کمپوست در زمان کاربرد اسید هیومیک وجود نداشـت، اگـر چـه افـزایش ورمی کمپوست به ۶ تن در هکتار موجب افزایش تعداد دانه در غلاف گردید. بیشترین تعـداد دانـه در غلاف با ۸/۰۸۵ دانه، مربوط به تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و کـاربرد ۶ تـن ورمـی کمپوسـت در هکتار بود، مابقی تیمار ها در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل۴-۸). مرادی (۱۳۸۸) افزایش تعـداد دانه در بوته ناشی از مصرف کودهای آلی را گزارش کرد. بهبود وضعیت تغذیـه ای گیـاه و همچنـین افزایش آب در دسترس گیاه ناشی از بهبود خواص فیزیکی خاک در اثر مصرف کودهای آلـی و دامـی باعث افزایش تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر می شود (سعید نژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹).



شکل ۴-۸- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد دانه در غلاف

۴-۵ ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین

با توجه به نتایج مندرج در جدول پیوست ۲، اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. با توجه به نتایج بدست آمده در صورت عدم کاربرد اسید هیومیک، افزایش مصرف ورمی کمپوست به سه تن در هکتار تاثیر قابل توجهی بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین داشت (شکل۴-۹). از آن جایی که فرایند تثبیت ازت بیشتر موجب رشد رویشی و افزایش سطح برگ بیشتر و تعداد شاخ و برگ بیشتری در گیاه می شود و از طرف دیگر جذب فسفر بهتر توسط گیاه باعث توسعه سیستم ریشه ای گیاه شده و کمک مؤثری در جذب عناصر غذایی و آب از خاک می شود، نفوذ نور را به پائین جامعه گیاهی مشکل تر ساخته، لذا در تیماری که از کودهای بیولوژیک استفاده شده، فاصله اولین غلاف از سطح زمین افزایش یافته است (مردان و کاظمی،۱۳۹۰).



شکل۴-۹- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین

۴-۶ تعداد ساقه های فرعی

اثرات اصلی میکوریزا و ورمی کمپوست تاثیر معنی داری بر تعداد ساقه های فرعی در سطح احتمال ۱٪ داشتند (جدول پیوست ۲). قارچ میکوریزا آرباسکولار میزبان خود را با بهبود جذب فسفر، آب و مواد غذایی مانند نیتروژن، منیزیم و آهن بهره مند می سازد و سبب افزایش تعداد شاخه های فرعی می گردد (بوهرر و همکاران،۲۰۰۳). احتمالاً به دلیل کمبود مواد غذایی تعداد ساقه فرعی در تیمار شاهد کاهش یافته بود که خود نشان دهنده این حقیقت است که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک با تأمین عناصر غذایی، باعث افزایش تعداد ساقه جانبی در ریحان شد. بهبود بستر رشد گیاه و افزایش رشد رویشی گیاه به خصوص تا پیش از مرحله گلدهی، می تواند منجر به ظهور تعداد ساقه های فرعی بیشتر در گیاه شود (مؤدب و نبوی کلات، ۱۳۹۱). مطالعات انجام شده در این زمینه، نشان داده است که استفاده از ورمی کمپوست نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش تعداد ساقه های فرعی می گردد (مناکوماری و شیکر، ۲۰۱۲؛ کومارچاندار و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به نتایج مندرج در جدول پیوست۲، اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست، همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر تعداد ساقه های فرعی در سطح احتمال۱٪ معنی دار بود. اعمال اسید هیومیک در زمان مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست اثر معنی داری بر تعداد ساقه های فرعی داشت. تعداد ساقه های جانبی در بوته های تلقیح شده با قارچ میکوریزا با افزایش مصرف ورمی کمپوست از ۳ به ۶ تن در هکتار به طور قابل توجهی افزایش یافتند.

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۴-۳ اثر سه گانه میکوریزا، اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر تعداد ساقه های جانبی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول پیوست ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان می دهد که کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در زمان تلقیح میکوریزا و عدم کاربرد اسید هیومیک تفاوت معنی داری نداشتند. همچنین مشاهده می شود که تلقیح قارچ میکوریزا در زمان اعمال اسید هیومیک و مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست موجب افزایش معنی داری در

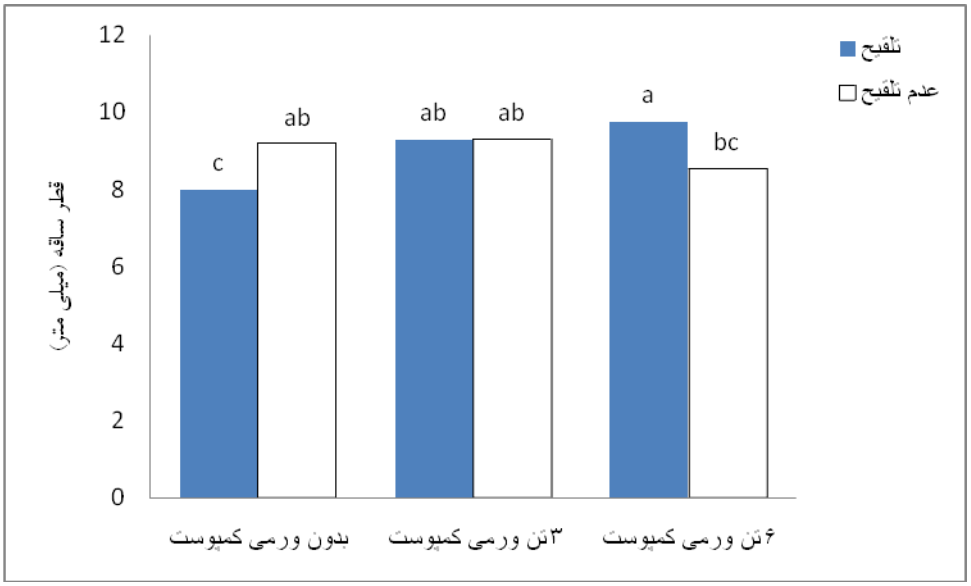
تعداد ساقه های فرعی شد و با شرایط عدم مصرف اسید هیومیک در حضور میکـوریزا و مصـرف ۶ تـن در هکتار ورمی کمپوست، اختلاف معنی دار داشتند.

جدول۴-۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر تعداد ساقه های جانبی در هر بوته

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	c	۱۴/۴۴۴
		مصرف اسید هیومیک	a	۲۴/۲۰۹
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	b	۱۸/۱۶۶
		مصرف اسید هیومیک	b	۱۹/۳۳۳
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	b	۱۹/۲۲۱
		مصرف اسید هیومیک	c	۱۴/۵۰۲
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	b	۲۰/۴۸۷
		مصرف اسید هیومیک	cd	۱۱/۵
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	cd	۱۲/۱۶۷
		مصرف اسید هیومیک	d	۱۰/۸۵
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	b	۱۸/۶۶۶
		مصرف اسید هیومیک	a	۲۵/۶۶۷

۴-۷ قطر ساقه

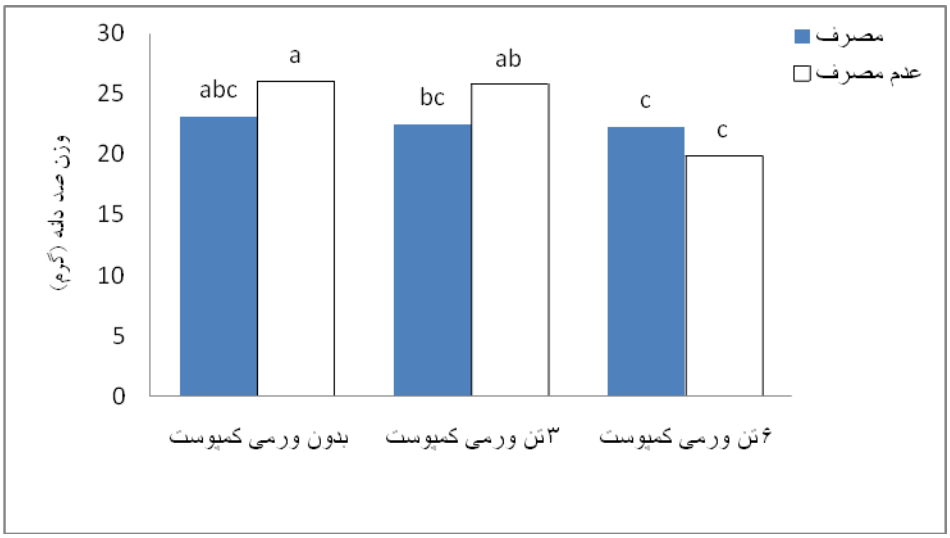
با توجه به نتایج مندرج در جدول پیوست ۱، اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر قطـر سـاقه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین های مربوطه نشان داد بیشترین قطـر سـاقه مربوط به کاربرد همزمان میکوریزا و مصرف ۶ تن در هکتار ورمـی کمپوسـت مـی باشـد کـه از لحـاظ آماری با تیمار های مصرف ۳ تن ورمی کمپوست در هکتار در زمـان تلقـیح و عـدم تلقـیح میکـوریزا و تیمار شاهد در یک گروه قرار گرفت. تیمارهای کودی مختلف در زمان عـدم تلقـیح میکـوریزا اخـتلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۴-۱۰).



شکل۴-۱۰- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر قطر ساقه

۴-۸ وزن صد دانه

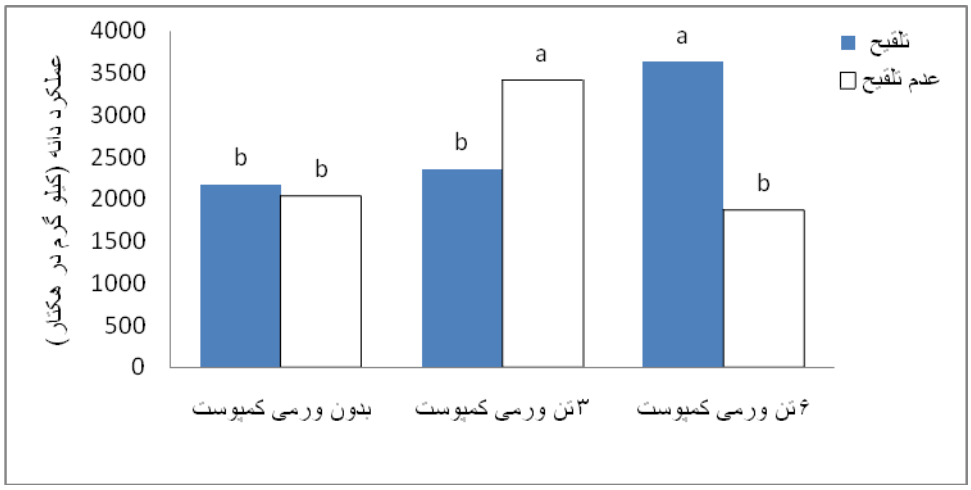
مطابق جدول تجزیه واریانس کاربرد ورمی کمپوست بر وزن صد دانه معنی دار شد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول پیوست۲). با توجه به نتایج آورده شده در جدول پیوست۲، اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی داری بر وزن صد دانه داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها حاکی از این بود که کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در زمان اعمال اسید هیومیک تاثیری بر وزن صد دانه نداشت. بیشترین و کمترین وزن صد دانه را به ترتیب تیمار شاهد و تیمار مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون مصرف اسید هیومیک به خود اختصاص دادند (شکل ۴-۱۱).



شکل۴-۱۱- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر وزن صد دانه

۴-۹ عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (پیوست۲)، اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد دانه ی لوبیا چشم بلبلی معنی دار شد ($p\leq ۰/۰۱$). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربرد میکوریزا به همراه مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست بیشترین عملکرد دانه را با ۳۲۶۸ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد که از لحاظ آماری با تیمار کاربرد ۳ تن در هکتار در زمان عدم تلقیح با قارچ میکوریزا در یک گروه آماری قرار گرفتند. این در حالی است که در شرایط بدون تلقیح میکوریزا و حضور ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست کاهش معنی دار داشت، بطوریکه عدم تلقیح میکوریزا باعث ۵۱/۳۶ درصد کاهش نسبت به حضور میکوریزا شد. اگر چه در حضور میکوریزا بین عدم مصرف و مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین مصرف ۳ تن و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست در حضور میکوریزا اختلاف معنی داری مشاهده گردید (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲- اثرمتقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد دانه

هدف نهایی از زراعت لوبیا چشم بلبلی، عملکرد دانه است. عملکرد هر جامعه گیاهی، نحوه فعالیت آن را در طی فصل رشد و نمو و نحوه ی استفاده از تشعشع، مواد غذایی، آب و سایر منابع محیطی نشان می دهد. تسهیم و تخصیص مواد فتوسنتزی در گیاهان مختلف، تابع خصوصیات ژنتیکی گیاه و نیز شرایط محیطی است. ظرفیت مخزن، روابط بین مبدا و مخزن، نسبت بین هورمون های مختلف، شرایط محیطی به خصوص دما و رطوبت از مهم ترین عوامل تاثیرگذار بر شکل گیری عملکرد گیاهان زراعی هستند (اوانس، ۱۹۹۳). به نظر می رسد که کاربرد ورمی کمپوست و همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه ی لوبیا چشم بلبلی از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، موجب افزایش فتوسنتز شده و این امر سبب تولید فرآورده ی بیشتر و بهبود رشد از جمله عملکرد دانه گردیده است. بدلیل وجود اثرات افزایشی مثبت بین عناصر غذایی، افزایش فراهمی و جذب متعادل نیتروژن، منجر به افزایش جذب و تجمع عناصر غذایی پرمصرف اولیه مانند فسفر و پتاسیم در اندام های هوایی و زمینی و در نتیجه افزایش بیشتر عملکرد دانه و زیست توده شد.

علیـزاده و همکـاران (۱۳۸۸) نیـز گـزارش دادنـد کـه بـرهمکنش سـطوح مختلـف ورمـی کمپوست و میکـوریزا بـر عملکـرد دانـه گیـاه ذرت در سـطح ۱ ٪ مـؤثر مـی باشـد. در همـین زمینـه علیزاده و علیزاده (۲۰۱۱) بـه نتیجـه ی مشـابهی دسـت یافتنـد. بـه نظـر مـی رسـد اسـتفاده ورمـی کمپوسـت از طریـق تـاثیر مثبـت بـر درصـد همزیسـتی و گسـترش قـارچ، باعـث بهبـود رشـد و در نهایت افزایش عملکرد دانه می گردد.

۴-۱۰ عملکرد بیولوژیک

نتـایج منـدرج در جـدول پیوسـت ۲ بیـانگر ایـن اسـت کـه اثـر اصـلی ورمـی کمپوسـت بـر عملکـرد بیولوژیـک در سـطح ۱٪ معنـی دار مـی باشـد. بـا توجـه بـه مقایسـه میـانگین هـا کـاربرد ورمـی کمپوسـت نسـبت بـه تیمـار شـاهد سـبب افـزایش عملکـرد بیولوژیـک گردیـد. ورمـی کمپوست به علـت افـزایش عناصـر غـذایی قابـل دسـترس، اصـلاح خـواص فیزیکـی خـاک و بهبـود جـذب عناصـر غـذایی از طریـق تحریـک میکروارگانیسـم هـای خـاک و عرضـه مـداوم و پایـدار عناصـر معـدنی بـه گیـاه باعـث افـزایش فعالیـت هـای رشـدی گیـاه مـی شـود کـه در نتیجـه ایـن افـزایش رشـد، عملکـرد بیولوژیـک افـزایش مـی یابـد. مناکومـاری و شـیکر (۲۰۱۲) طـی تحقیـق خود اعـلام داشـتند مصـرف ورمـی کمپوسـت عملکـرد گیـاه گوجـه فرنگـی را، ۴۷ درصـد بیشـتر از تیمار شاهد افزایش می دهد.

همانطور که در جدول پیوست۲ ملاحظه می شود. اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا در سـطح احتمال ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک معنی دار مـی باشـد (شـکل۴-۱۳). کمتـرین عملکـرد بیولوژیـک در تیمار های بدون ورمی کمپوست در زمان تلقیح و عدم تلقیح میکوریزا مشاهده شد. بیشـترین عملکـرد در تیمار تلقیح شده با میکوریزا و کاربرد مصرف ۶ تن در هکتار (با ۶۰۵۱ کیلوگرم در هکتـار) بدسـت

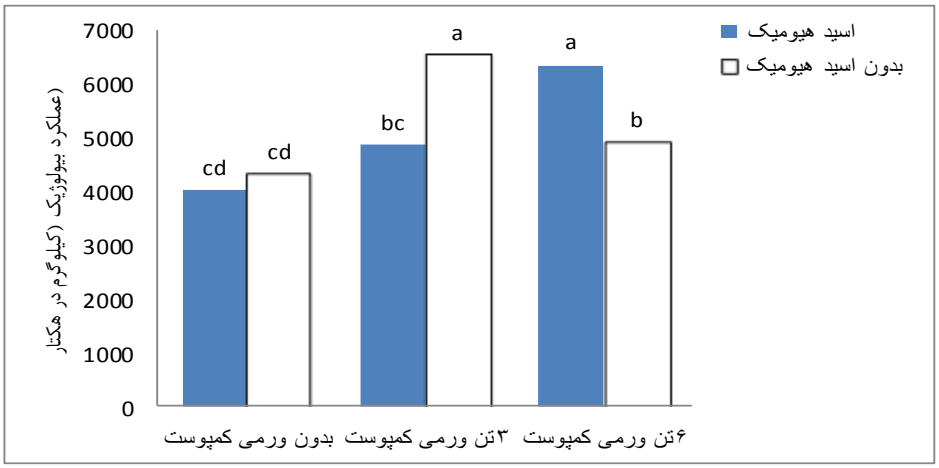
آمد که از لحاظ آماری با تیمار مصرف ۳ تن در هکتار + عدم تلقیح میکوریزا در یک گروه آماری قرار گرفتند.

درزی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیق خود عنوان کردند که کاربرد توام ورمی کمپوست و قارچ میکوریزا موجب افزایش عملکرد رازیانه شد. مصرف ورمی کمپوست از طریق تأثیر مثبتی که بر درصد هم زیستی میکوریزایی و گسترش هیف های خارجی دارد و متعاقب آن تأثیری که قارچ میکوریزا بر گسترش و رونق رشد ریشه گیاه میزبان می گذارد، موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش عملکرد بیولوژیک در رازیانه گردید. در تحقیق انجام شده بر توت فرنگی مشخص شد، استفاده همزمان قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست اثر بیشتری بر عملکرد توت فرنگی نسبت به کاربرد قارچ میکوریزا بدون استفاده از ورمی کمپوست می گذارد (بیک و همکاران،۲۰۱۲).

شکل ۴-۱۳- اثر متقابل میکوریزا و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک در زمان برداشت (جدول پیوست ۲) نشان داد اثر متقابل ورمی کمپوست و اسیدهیومیک بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد. نتایج مقایسه میانگین ها (شکل۴-۱۴) نشان داد که بیشترین عملکرد در زمان عدم کاربرد اسید هیومیک و

مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آمد که از لحاظ آماری با عملکرد در زمان کـاربرد اسـید هیومیک و مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتنـد و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در زمان برداشت در شرایط بـدون اعمـال ورمـی کمپوسـت مشـاهده شد.



شکل ۴-۱۴- اثر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک

۴-۱۱ شاخص برداشت

شاخص برداشت در واقع نشان دهنده وضعیت تخصیص مواد فتوسنتزی بین رشـد رویشـی و رشـد زایشی گیاه می باشد. هرچه شاخص برداشت بالاتر باشد نشان دهنده آن است که گیاه درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی را به قسمت محصول اقتصادی اختصاص داده است. البته شاخص برداشت بالا زمانی مناسب است که گیاه از لحاظ عملکرد دانه و چه از لحاظ عملکرد بیولوژیک به پتاسـیل ژنتیکـی خـود نزدیک شده باشد و سهم عمده ای از عملکـرد بیولوژیـک، مربـوط بـه عملکـرد اقتصـادی گیـاه باشـد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۸).

نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست۲، نشان داد که اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر شاخص برداشت معنی دار شد (p≤۰/۰۱). در بررسی بر روی گلرنگ مشاهده شد که بیشترین شاخص برداشت از تیمار تلقیح شده با قارچ میکوریزا بدست آمد (میرزا خانی و همکاران، ۲۰۰۹). قارچ میکوریزا با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر وافزایش عملکرد دانه ها سبب بالا رفتن شاخص برداشت در لوبیا شده است.

جدول مندرج در پیوست۲ بیانگر آن است که اثر سه گانه ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر شاخص برداشت معنی دار می باشد (p≤۰.۰۱). نتایج مقایسه میانگین های جدول ۴-۴نشان داد، تیمار شاهد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود اگرچه با تیمارهای کاربرد ۳ تن ورمی کمپوست بدون تلقیح میکوریزا در زمان مصرف و عدم مصرف اسید هیومیک، کاربرد ۶ تن ورمی کمپوست با تلقیح میکوریزا در زمان مصرف و عدم مصرف اسید هیومیک و تیمار تلقیح شده با میکوریزا در زمان مصرف اسید هیومیک بدون کاربرد ورمی کمپوست در یک گروه آماری قرار گرفتند.

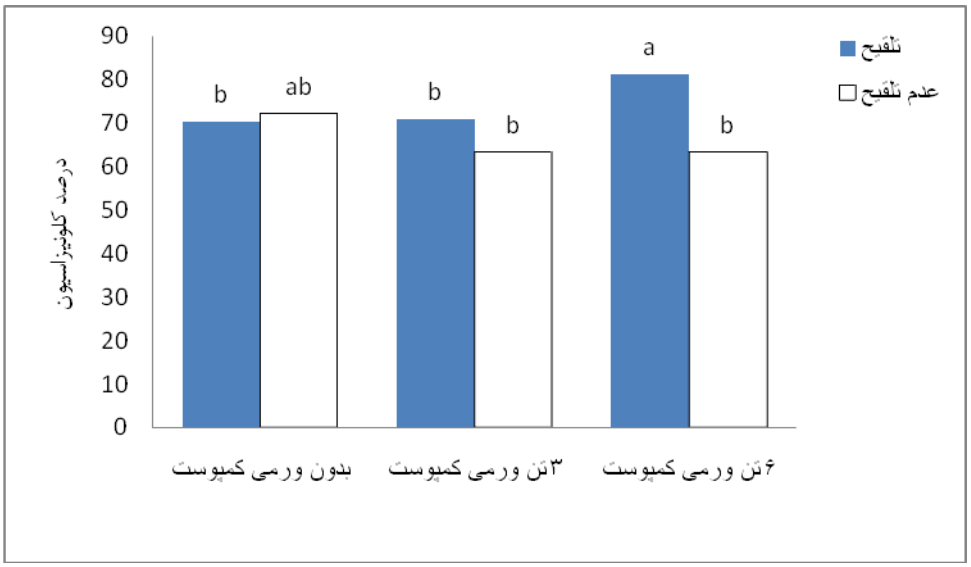
جدول۴-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر شاخص برداشت

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۶۴/۳۰۰ a
		مصرف اسید هیومیک	۳۳/۷۵۰ cd
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۴۲/۰۷۰ bcd
		مصرف اسید هیومیک	۶۰/۵۰۰ ab
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۵۸/۷۵۰ ab
		مصرف اسید هیومیک	۵۴/۲۴۰ abc
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۴۳/۱۷۷ bcd
		مصرف اسید هیومیک	۴۳/۱۱۰ bcd
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۲۸/۲۰۷ d
		مصرف اسید هیومیک	۴۱/۵۲۰ bcd
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	۵۳/۵۰۷ abc
		مصرف اسید هیومیک	۵۳/۴۰۰ abc

۴-۱۲ درصد کلونیزاسیون

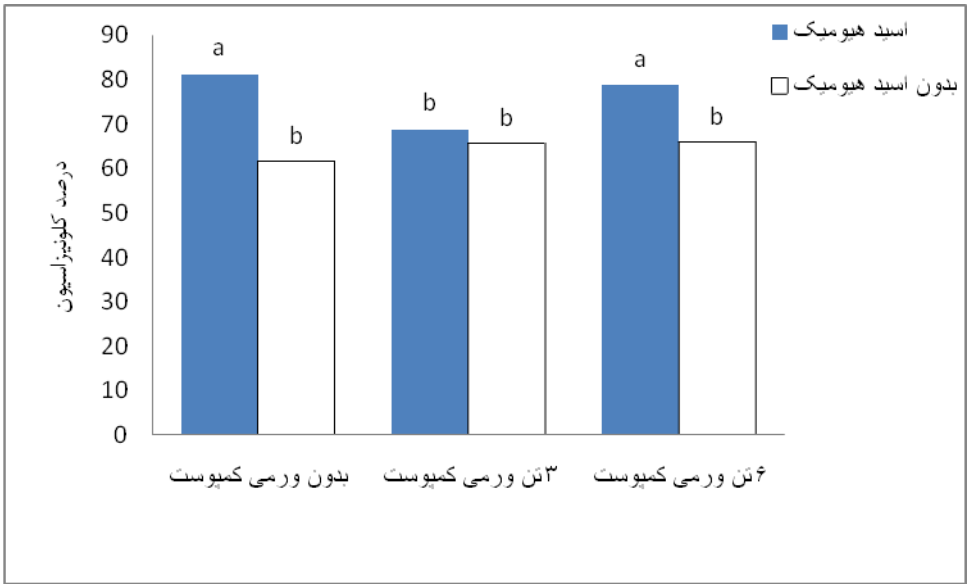
با توجه به نتایج آورده شده در جدول پیوست ۲، اثرات اصلی میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد کلونیزاسیون در سطح ۱٪ معنی دار شدند. نتایج حاکی از این بود که کلونیزاسیون ریشه‌های تلقیح شده با میکوریزا به جهت کمک به گیاه برای جذب بیشتر آب و عناصر غذایی، بیشتر از ریشه‌های گیاهان تلقیح نشده بود. در تحقیقات گوبتا و همکاران (۲۰۰۲) در ریشه گیاه نعنا، حامدا و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه برنج، درزی و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه رازیانه، آراموگام و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه لوبیا چشم بلبلی و دیگو و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه انگور فرنگی اظهار کردند که گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزایی نسبت به گیاهان تلقیح نشده با قارچ میکوریزا از درصد کلونیزاسیون بالاتری برخوردار بودند. به نظر می‌رسد که تلقیح میکوریزایی، شرایط مناسبی را برای بهبود درصد همزیستی ریشه در لوبیا فراهم آورده است. قارچ با جذب بیشتر فسفر محلول در خاک منجر به افزایش طول ریشه در نتیجه افزایش درصد کلونیزاسیون می گردد (آمیجی و همکاران، ۱۹۸۹؛ تامسون و همکاران، ۱۹۸۶).

همان طور که در جدول پیوست ۲ مشاهده می شود، اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون ریشه ی لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بر طبق نتایج، قارچ میکوریزا به همراه ۶ تن ورمی کمپوست بیشترین درصد کلونیزاسیون ریشه لوبیا چشم بلبلی را با ۸۱/۱۵۵ درصد به خود اختصاص داد (شکل ۴-۱۵). شیوایوترا و همکاران (۲۰۰۴) در گیاه خربزه درختی، حامدا و همکاران (۲۰۰۷) و علیزاده و علیزاده (۲۰۱۲) گزارش دادند استفاده از میکوریزا و ورمی کمپوست موجب افزایش درصد کلونیزاسیون شد. آن ها اظهار داشتند مواد مغذی موجود در ورمی کمپوست موجب تحریک رشد قارچ می گردد.



شکل۴-۱۵- اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون

در نتایج این تحقیق اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی دار بود. تیمار شاهد کمترین درصد کلونیزاسیون را با ۶۱/۳۲ درصد به خود اختصاص داد در حالی که با تیمار های مصرف ۳ تن ورمی کمپوست و تیمار ۶ تن ورمی کمپوست در زمان عدم کاربرد اسید هیومیک در یگ گروه آماری قرار گرفتند. به طور کلی کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بدون کاربرد اسید هیومیک نتوانسته اند موجب اختلاف معنی داری بر درصد کلونیزاسیون شوند (شکل۴-۱۶).



شکل ۴-۱۶- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر درصد کلونیزاسیون

۴-۱۳ میزان فسفر قابل جذب خاک

مطابق جدول تجزیه واریانس مندرج در پیوست ۱سطوح مختلف ورمی کمپوست بر فسفر قابل جذب خاک در سطح احتمال ۰/۰۱ تاثیر معنی داری داشت. نتایج مقایسه میانگین ها (شکل۴-۱۷)، حاکی از این بود که مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست موجب کاهش فسفر قابل جذب خاک نسبت به تیمار شاهد گردید. ورمی کمپوست با افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم های مفید خاک (نظیر قارچ های میکوریزا و میکروارگانیزم های حل کننده فسفات)، موجب کاهش فسفر خاک می گردد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷).

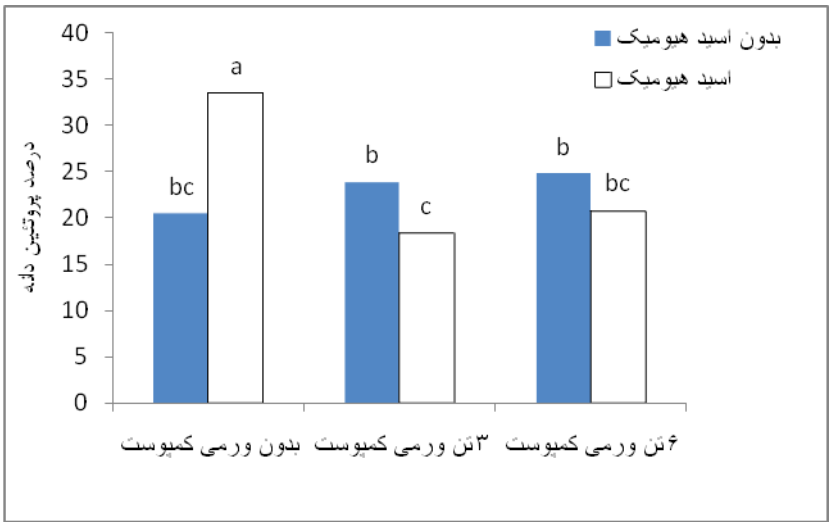
شکل۴-۱۷- تاثیر ورمی کمپوست برمیزان فسفر خاک

۴-۱۴ درصد پروتئین دانه

با توجه به نتایج مندرج در جدول پیوست۳، اثر ورمی کمپوست بر درصد پروتئین معنی دار می باشد ($p\leq ۰/۰۱$). مصرف ورمی کمپوست نسبت به عدم مصرف آن درصد پروتئین را کاهش داد.

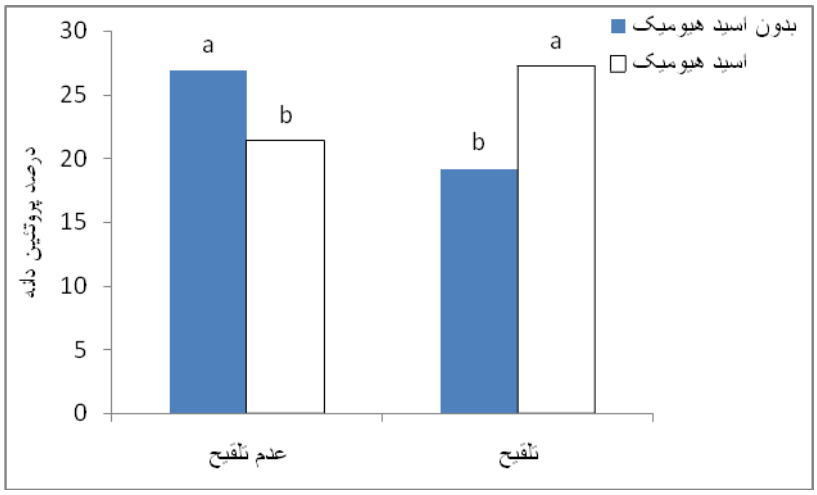
مطابق با نتایج به دست آمده مشاهده گردید که اثر متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا بر درصد پروتئین معنی دار بود ($p\leq ۰.۰۱$) (جدول پیوست۳).

اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک تاثیر معنی داری بر درصد پروتئین داشت ($p\leq ۰/۰۱$) (جدول پیوست۳). مقایسه میانگین ها نشان داد بین کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در زمان عدم کاربرد اسید هیومیک تفاوت معنی داری دیده نشد. به طور کلی افزایش مصرف ورمی کمپوست از ۳ به ۶ تن در هکتار تاثیر قابل توجهی بر درصد پروتئین دانه نداشت (شکل ۴-۱۸).



شکل۴-۱۸- اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه

اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک نیز بر درصد پروتئین معنی دار شد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول پیوست۳). نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از آن است که کاربرد جداگانه هر یک از تیمار ها کمترین درصد پروتئین را به خود اختصاص دادند. همچنین مشاهده گردید قارچ میکوریزا در زمان کاربرد اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد آن درصد پروتئین دانه را به طور معنی داری افزایش داد (شکل۴-۱۹). قارچ میکوریزا با گسترش شبکه هیف های خود موجب افزایش جذب عناصری مانند روی، نیتروژن و فسفر می شود. ورمی کمپوست و اسید هیومیک نیز موجب افزایش این عناصر می شوند. نیتروژن متصل به ترکیبات آلی (در ساختمان گلوتامات و گلوتامین) برای ساختن اسیدهای آمینه و ترکیبات با وزن مولکولی زیاد مانند پروتئینها مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین، روی یکی از اجزای ضروری آنزیم RNA پلیمراز و جزئی از ساختمان ریبوزوم است که در تشکیل پروتئین نقش دارد. نهایتا موجب افزایش درصد پروتئین و نیتروژن دانه می گردند.



شکل۴-۱۹- اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه

در بررسی اثرات سه گانه ورمی کمپوست، اسید هیومیک و قارچ میکوریزا بر درصد پروتئین در جدول پیوست۳ مشخص گردید که اثرات سه گانه این عامل ها بر درصد پروتئین معنی دار بود ($p\leq ۰/۰۱$). مطابق نتایج جدول ۴-۵ بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار تلقیح شده با میکوریزا در زمان و کاربرد اسید هیومیک عدم مصرف ورمی کمپوست بود که با تیمار کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون مصرف اسید هیومیک و تلقیح قارچ میکوریزا در یک گروه آماری قرار گرفتند.

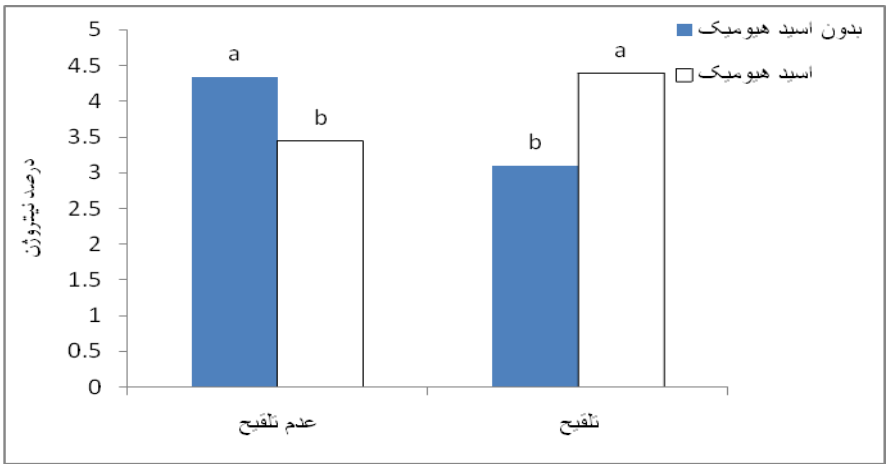
جدول۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	g	۱۳/۶۷۱
		مصرف اسید هیومیک	cd	۲۷/۹۰۰
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	cd	۲۷/۳۴۲
		مصرف اسید هیومیک	a	۳۹/۰۶۰
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۳۲/۹۲۲
		مصرف اسید هیومیک	ef	۲۰/۶۴۶
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	fg	۱۴/۷۸۷
		مصرف اسید هیومیک	fg	۱۶/۱۸۲
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	ab	۳۴/۰۳۸
		مصرف اسید هیومیک	fg	۱۵/۳۴۵
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	fg	۱۵/۳۷۹
		مصرف اسید هیومیک	de	۲۶/۲۲۶

۴-۱۵ درصد نیتروژن دانه

جدول پیوست ۳ بیانگر آن است که استفاده از ورمی کمپوست تاثیر معنی داری بر درصد نیتروژن دانه ی لوبیا چشم بلبلی داشته است ($p\leq ۰/۰۱$). مصرف ورمی کمپوست سبب کاهش چشمگیری در درصد نیتروژن دانه گردید. تیمار شاهد با ۴/۳۵ درصد بیشترین درصد نیتروژن دانه را به خود اختصاص داد.

همانطور که در جدول پیوست ۳ مشخص گردید اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد نیتروژن دانه معنی دار بود ($p\leq ۰/۰۱$). مقایسه میانگین ها نشان داد قارچ میکوریزا در زمان کاربرد اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد آن درصد نیتروژن دانه را به طور معنی داری افزایش داد (شکل۴-۲۰). کاربرد توام میکوریزا و اسید هیومیک نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از آن ها، موجب افزایش درصد نیتروژن دانه شد. میکوریزا و اسید هیومیک موجب افزایش عنصر نیتروژن در خاک می شوند. ووکویک و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش میزان نیتروژن در خاک محتوی کل نیتروژن در دانه گندم به طور معنی داری رو به افزایش گذاشت.



شکل۴-۲۰- اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد نیتروژن دانه

اثرات متقابل ورمی کمپوست و میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ بر درصد نیتروژن دانه معنی دار بودند (جدول پیوست۳).

اثرات سه گانه ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک نیز بر درصد نیتروژن معنی دار شد ($p\leq ۰/۰۱$) (جدول پیوست۳). نتایج جدول ۴-۶ حاکی از آن است که کاربرد اسید هیومیک در زمان عدم مصرف ورمی کمپوست و میکوریزا موجب افزایش درصد نیتروژن دانه شد. بیشترین درصد نیتروژن مربوط به تیمار تلقیح شده با میکوریزا در زمان و کاربرد اسید هیومیک عدم مصرف ورمی کمپوست بود که با تیمار کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست بدون مصرف اسید هیومیک و تلقیح قارچ میکوریزا در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴-۵).

جدول۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر درصد نیتروژن دانه

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	g	۲/۲۰۵
		مصرف اسید هیومیک	cd	۴/۵۰۰
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	cd	۴/۴۱۰
		مصرف اسید هیومیک	a	۶/۳۰۰
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۵/۳۱۰
		مصرف اسید هیومیک	ef	۳/۳۳۰
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	fg	۲/۳۸۵
		مصرف اسید هیومیک	fg	۲/۶۱۰
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	ab	۵/۴۹۰
		مصرف اسید هیومیک	fg	۲/۴۷۵
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	fg	۲/۴۹۵
		مصرف اسید هیومیک	de	۴/۲۳۰

۴-۱۶ کلروفیل

۴-۱۶-۱ کلروفیل a

نتایج جدول تجزیه واریانس در پیوست۳ نشان داد که مقادیر مختلف ورمی کمپوست تاثیر معنی داری بر کلروفیل a در سطح احتمال ۱٪ داشت. از میان سه سطح ورمی کمپوست به کار رفته، اگرچه بین کاربرد ۳ و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی کاربرد ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست موجب افزایش ۱۸/۱۷ درصدی میزان کلروفیل a نسبت به تیمار شاهد شد (شکل۴-۲۱).

شکل۴-۲۱- تاثیر ورمی کمپوست بر کلروفیل a

۴-۱۶-۲ کلروفیل b

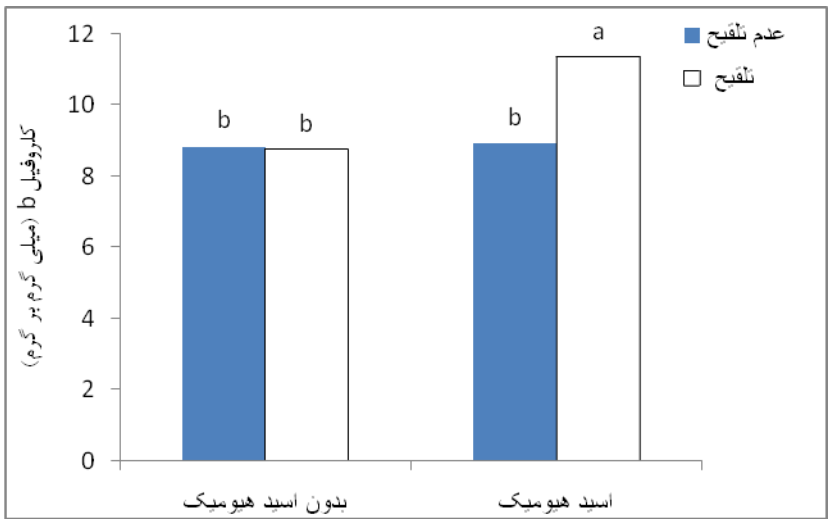
نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، بیانگر آن است که اثرات اصلی قارچ میکوریزا، اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر کلروفیل b در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بودند (جدول پیوست۳). کاربرد

جداگانه اسید هیومیک و میکوریزا در مقایسه با تیمار شاهد کلروفیل b را به طور قابل توجهی افـزایش دادند، کاربرد ورمی کمپوست نیـز سـبب افـزایش معنـی دار کلروفیـل b شـد. کـاراکورت و همکـاران (۲۰۰۸) اثر اسید هیومیـک را بـر عملکـرد و کیفیـت میـوه هـای فلفـل بررسـی کردنـد و دریافتنـد، اسیدهیومیک به طور معنی داری در محتوی کلروفیل برگ ها موثر بوده و اثر خود را به طور اساسـی بر محتوی کلروفیل b برگ ها داشته است.

بررسی شریفی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که تلقیح قارچ AM با ریشهٔ گیـاه ریحـان بـه طـور معنی داری سبب افزایش شاخص های رشد و کلروفیل a و b در مقایسه با بوته های شاهد شـد. یکـی از مهم ترین شاخص های فعالیت فیزیولوژیک گیاه که وابسته به محتوای کلروفیل در گیـاه مـی باشـد فتوسنتز است. از این رو ممکن است همزیستی میکوریزی سبب جابه جایی قاعـده گـرای محصـولات فتوسنتزی به سمت ریشه ها شده و بدین سان محرکی برای انجام فعالیـت فتوسـنتزی بیشـتر باشـد. براساس گزارش دیمیر (۲۰۰۴) همزیستی با قارچ میکـوریزا میـزان فتوسـنتز در فلفـل را نسـبت بـه گیاهان شاهد بهبود می بخشد. افزایش میزان فتوسنتز در گیاهان تلقیح شـده بـا میکـوریزا بـه علـت بهبود جذب فسـفر و افـزایش محتـوای کلروفیـل مـی باشـد (حبیـب زاده و همکـاران،۱۳۹۱). اسـید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب تر در اختیار گیاه، میزان ساخت رنگیزه هـا را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت تر می نمایـد. کـاربرد اسـید هیومیـک در گیـاه اقاقیا سبب افزایش معنی دار محتوای کلروفیل گردید (ال-خاطب و همکاران؛۲۰۱۱).

مطابق جدول تجزیه واریانس پیوست ۳، اثر متقابل میکوریزا و اسـید هیومیـک بـر کلروفیـل b در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین ها نشان می دهد که کاربرد توام قارچ میکـوریزا و اسید هیومیک موجب افزایش قابل توجـه کلروفیـل b در مقایسـه بـا تیمـار شـاهد گردیـد. کـاربرد جداگانه میکوریزا و اسید هیومیک با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتنـد (شـکل ۴-۲۲). ال-

خاطب و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود افزایش چشمگیر کلروفیل b را در زمان مصرف همزمان قارچ میکوریزا و اسید هیومیک گزارش دادند.



شکل ۴-۲۲- اثر متقابل میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل b

با توجه به نتایج آورده شده در جدول پیوست۳، اثرات سه گانه ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. طبق نتایج جدول۴-۷ بالاترین میزان کلروفیل b را تیمار تلقیح شده با میکوریزا ضمن کاربرد اسید هیومیک با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست به خود اختصاص داد. با توجه به سطح معنی داری تیمارها، قارچ میکوریزا در زمان عدم کاربرد ورمی کمپوست و اسید هیومیک نتوانست اختلاف معنی داری نسبت به تیمار شاهد بر کلروفیل b داشته باشد.

جدول۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	d	۷/۱۳۸
		مصرف اسید هیومیک	cd	۸/۵۳۸
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	d	۷/۳۰۱
		مصرف اسید هیومیک	ab	۱۰/۹۸۳
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	bcd	۸/۹۲۳
		مصرف اسید هیومیک	abc	۱۰/۴۳۱
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	abc	۱۰/۲۵۴
		مصرف اسید هیومیک	abc	۱۰/۶۶۷
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	abc	۱۰/۳۹۹
		مصرف اسید هیومیک	d	۷/۷۵۶
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	cd	۸/۶۲۹
		مصرف اسید هیومیک	a	۱۲/۲۸۲

۴-۱۶-۳ کلروفیل کل

بر اساس نتایج به دست آمده اثرات اصلی ورمی کمپوست ($p\leq۰/۰۱$) و اسید هیومیک ($p\leq۰/۰۵$) بر کلروفیل کل معنی دار بودند (جدول پیوست۳). کاربرد جداگانه دو تیمار اسید هیومیک و ورمی کمپوست کلروفیل کل را در مقایسه با تیمار شاهد به طور قابل توجهی افزایش داد. اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می شود (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۰).

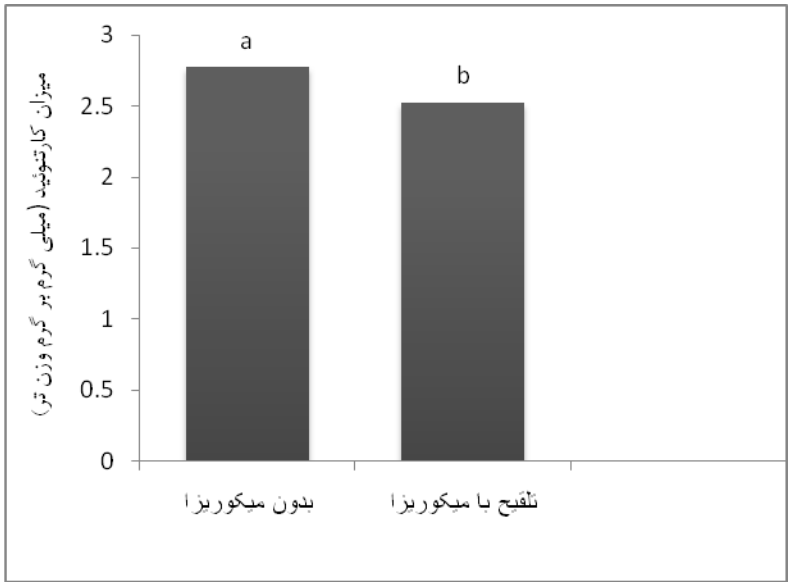
در بررسی اثرات سه گانه ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل کل (جدول پیوست۳) مشخص گردید که اثرات سه گانه این عامل ها در سطح ۵٪ درصد معنی دار بود. بیشترین کلروفیل کل در کاربرد همزمان قارچ میکوریزا و اسید هیومیک با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست مشاهده شد (جدول۴-۸).

جدول۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک بر کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)

عدم مصرف ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	c	۱۷/۲۰۸
		مصرف اسید هیومیک	bc	۲۰/۵۸۵
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	c	۱۷/۲۳۸
		مصرف اسید هیومیک	bc	۲۰/۴۸۵
مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۲۰/۶۵۸
		مصرف اسید هیومیک	ab	۲۳/۳۱۴
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	ab	۲۳/۰۲۴
		مصرف اسید هیومیک	ab	۲۴/۰۶۷
مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست	بدون میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	ab	۲۲/۷۱۰
		مصرف اسید هیومیک	c	۱۸/۲۲۵
	تلقیح میکوریزا	عدم مصرف اسید هیومیک	bc	۱۹/۶۹۵
		مصرف اسید هیومیک	a	۲۵/۳۳۴

۴-۱۶-۴ کارتنوئید

جدول مندرج در پیوست۳، بیانگر آن است که قارچ میکوریزا تاثیر معنی داری بر میزان کارتنوئید در سطح احتمال ۵٪ داشت. طبق نتایج مقایسه میانگین، قارچ میکوریزا موجب کاهش کارتنوئید برگ ها نسبت به تیمار شاهد گردید (شکل ۴-۲۳). که با نتایج ال-خاطب و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه اقاقیا در تناقض است، آن ها بیان نمودند که محتوای کارتنوئید در تیمار تلقیح شده با میکوریزا افزایش معنی داری دارد.



شکل۴-۲۳- تاثیر میکوریزا بر کارتنوئید

۴-۱۷ بررسی روند آنالیزهای رشد

به منظور بررسی تاثیر عوامل آزمایش بر پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه لوبیا چشم بلبلی و تجزیه و تحلیل رشد آن، برخی از شاخص های فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت. شناخت و بررسی خصوصیات فیزیولوژی رشد در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای آن از اهمیت زیادی برخوردار است. تجزیه و تحلیل رشد، عبارت است از بیان چگونگی تجزیه رشد گیاه به صورت حاصل جبری یک مجموعه از عوامل می باشد. به طور کلی هدف از مطالعه خصوصیات فیزیولوژیکی، توصیف یا تشریح چگونگی واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی است (محلوجی و افیونی،۱۳۸۳).

۴-۱۷-۱ شاخص سطح برگ (LAI)[1]

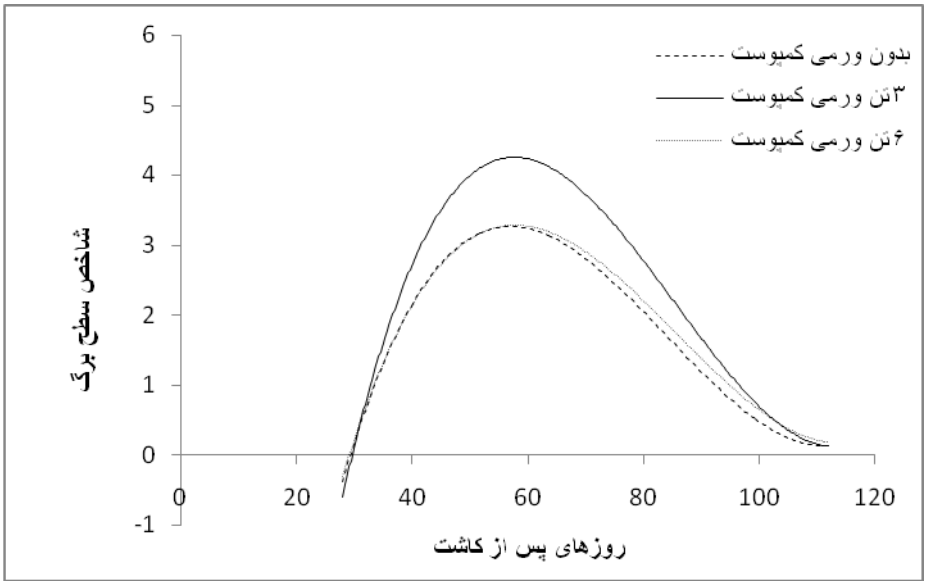
مساحت برگ از پارامترهای مهم است که برای مطالعه رشد، همانند سازی و بسیاری از فرآیندهای زراعی و اکولوژی از جمله فتوسنتز، تعرق و بیلان انرژی محیطی مورد استفاده قرار می گیرد (پاینه و همکاران،۱۹۹۱). شاخص سطح برگ بیان کننده ی نسبت سطح برگ به سطح زمینی است که آن برگ ها اشغال می نمایند (جواهری و همکاران،۱۳۸۳). معمولا LAI مساوی با ۳-۵ جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات کاشته شده لازم است (سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۸). تئورر (۱۹۷۹) نشان داد که منحنی تغییرات سطح برگ یک منحنی لگاریتمی رشد است که در اواسط فصل رشد به حداکثر رسیده و سپس با مرگ برگهای پیرتر کاهش می یابد (تئورر،۱۹۷۹). با توجه به شکل های (۴-۲۴، ۴-۲۵و ۴-۲۶) مشاهده می شود که تغییرات شاخص سطح برگ در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است به طوری که با رشد گیاه افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود با از بین رفتن برگهای پیرتر کاهش می یابد.

در این پژوهش تاثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت (شکل۴-۲۴). نتایج این بررسی نشان داد که در ۵۶ روز پس از کاشت بوته های لوبیا چشم بلبلی به حداکثر میزان LAI در طول دوره رشد رسیدند. در این زمان بیشترین شاخص سطح برگ از مصرف ۳ تن ورمی کمپوست بدست آمد. غنی بودن کودهای آلی از عناصر غذایی و آزادسازی آهسته و مداوم آن ها باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و با فراهم آوردن شرایط جهت ایجاد سیستم ریشه ای گسترده و کارامد در خاک، در نهایت موجب افزایش رشد رویشی گیاه خواهد شد (خلید و همکاران،۲۰۰۶). روند تغییرات شاخص سطح برگ در پاسخ به کاربرد قارچ

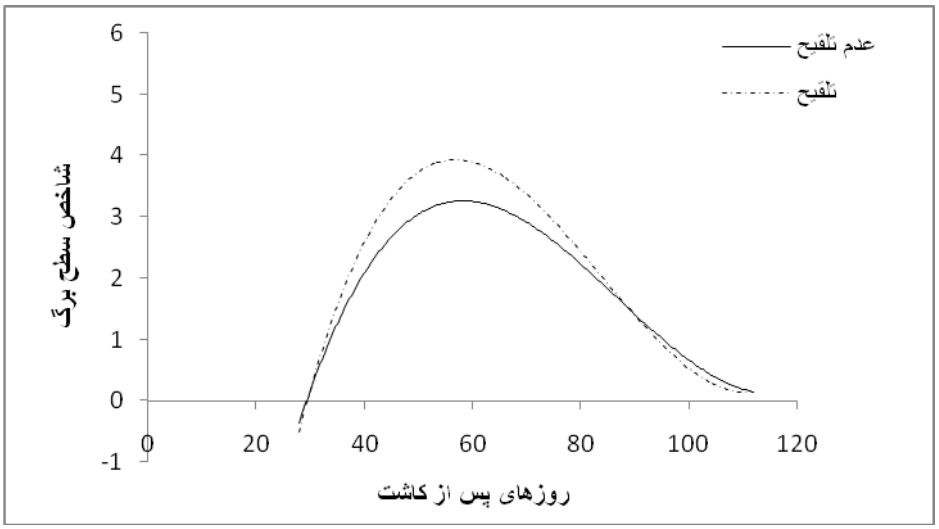
[1] Leaf Area Index

میکوریزا نشان داد که این باکتری موجب افزایش میزان LAI بوته‌های تلقیح یافته شدند (شکل۴-۲۵). حداکثر میزان LAI در ۵۶ روز پس از کاشت حاصل شد.

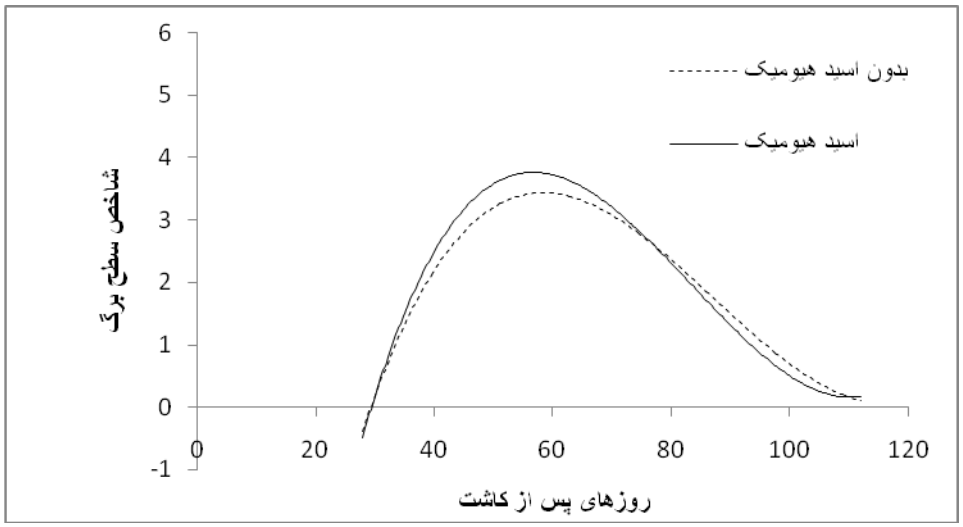
تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر اسید هیومیک در شکل ۴-۲۶ نشان داده است، اسید هیومیک تأثیر قابل توجهی بر روند شاخص سطح برگ نسبت به شاهد گذاشت. حداکثر میزان شاخص سطح برگ در ۵۶ روز پس از کاشت بدست آمد. در انتهای فصل رشد شاخص سطح برگ کاهش یافت (شکل۴-۲۳). قربانی و همکاران (۱۳۸۹) در آزمایشات خود نشان دادند که اسید هیومیک تأثیر معنی داری بر شاخص سطح برگ داشت. اسید هیومیک به دلیل افزایش میزان نیتروژن گیاه سبب افزایش شاخص سطح برگ و سرعت بالاتر گسترش سطح برگ شده است (قربانی و همکاران،۱۳۸۹).



شکل۴-۲۴- تأثیر ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ



شکل۴-۲۵- تأثیر قارچ میکوریزا بر شاخص سطح برگ



شکل۴-۲۶- تأثیر اسید هیومیک بر شاخص سطح برگ

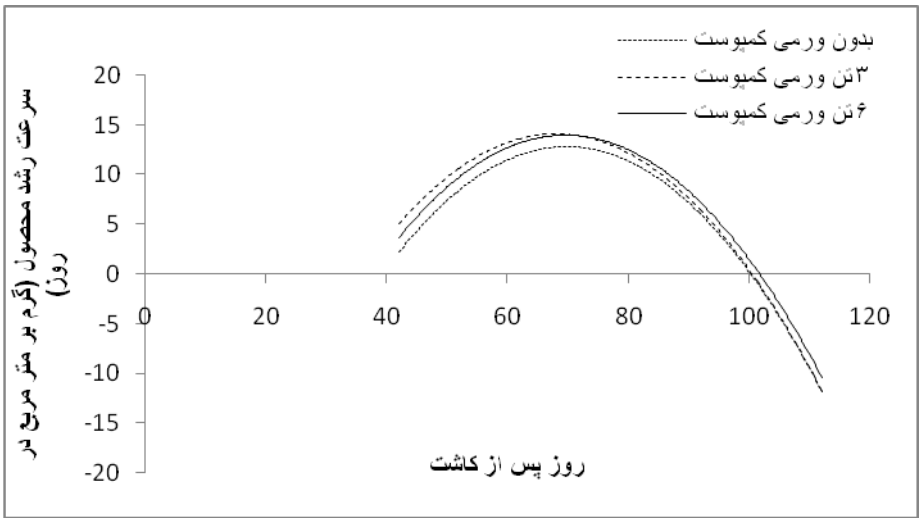
۴-۱۷-۲ سرعت رشد محصول (CGR)[1]

پارامتر سرعت رشد یکی از شاخص هایی است که با عملکرد گیاهان زراعی همبستگی بالایی نشان می دهد، و عبارت است از افزایش وزن ماده خشک یک جامعه گیاهی در واحد سطح و در واحد زمان و معمولا بر حسب گرم بر مترمربع بیان می شود (جواهری و همکاران،۱۳۸۳). سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب درصد کمی از نور خورشید پایین و با نمو گیاه و توسعه سطح برگ و نفوذ کمتر نور از لابلای جا معه گیاهی به سطح خاک سریعاً افزایش می یابد. شاخص سطح برگ بالاتر موجب جذب درصد بیشتری از تشعشع وارد شده به کانوپی گیاه شده و موجبات افزایش سرعت رشد محصول را فراهم می نماید (درینی و همکاران، ۱۳۸۷). بعد از این سیر صعودی و پس از اینکه سرعت رشد محصول به حداکثر خود می رسد، سیر کاهشی به خود می گیرد. این کاهش ابتدا با آهنگی ملایم و متعاقب آن با سرعت بیشتری ادامه می یابد (جواهری و همکاران،۱۳۸۳). برخی موارد در پایان فصل رشد مقدار CGR منفی می گردد که محققین وضعیت مشابهی را برای تغییرات گزارش نموده اند (درینی و همکاران، ۱۳۸۷).

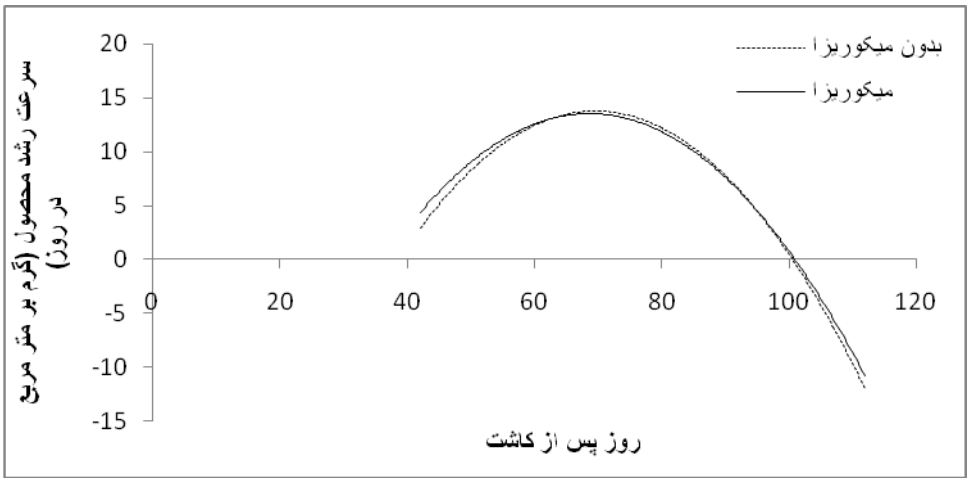
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با کاربرد ورمی کمپوست، سرعت رشد محصول نیز افزایش می یابد که این امر می تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیشتر نور توسط کانوپی باشد. همانگونه که در شکل۴-۲۷ مشاهده می شود، تیمار شاهد کمترین سرعت رشد گیاه را به خود اختصاص داده است.

[1] Crop Growth Rate

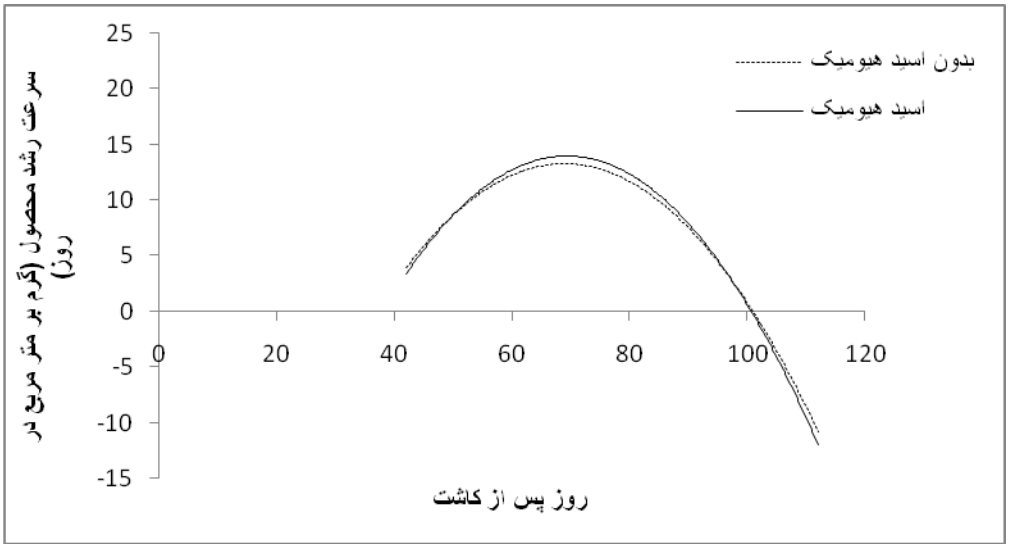
تأثیر قارچ میکوریزا بر سرعت رشد محصول در شکل۴-۲۸ مشاهده می شود. سرعت رشد محصول در پاسخ به اسید هیومیک در شکل۴-۲۹ نشان داده است. در ۵۶ روز پس از کاشت میزان CGR در تیمار شاهد کمتر از زمان کاربرد اسید هیومیک به دست آمد.



شکل۴-۲۷- تأثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد محصول



شکل۴-۲۸- تأثیر قارچ میکوریزا بر سرعت رشد محصول



شکل۴-۲۹- تأثیر اسید هیومیک بر سرعت رشد محصول

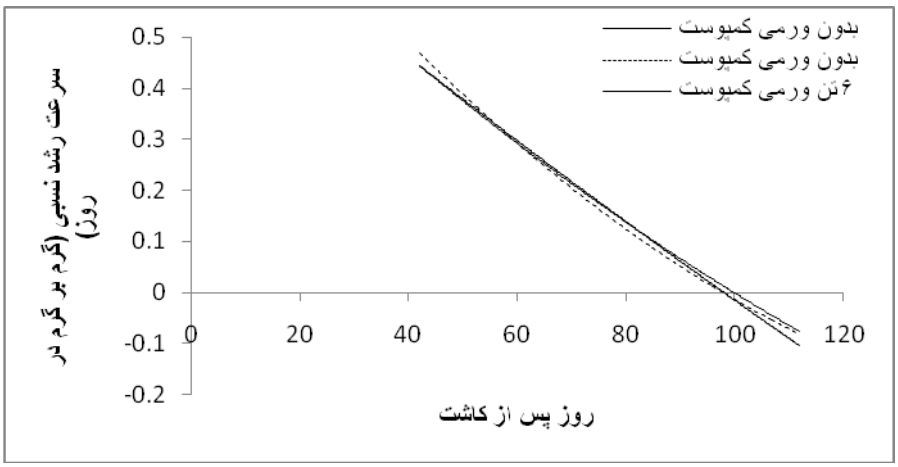
۴-۱۷-۳ سرعت رشد نسبی (RGR)[1]

سرعت رشد نسبی افزایش ماده خشک نسبت به بیوماس کل گیاه در واحد زمان است (کامپوس و همکاران،۲۰۰۸) و نشان دهنده توانایی گیاهان در جذب و کارایی مصرف منابع است میانگین سرعت رشد نسبی با توجه به اندازه گیری های انجام شده در دو زمان متوالی نمونه برداری محاسبه می شود، و در طول فصل زراعی معمولا سیر نزولی دارد (کریمی،۱۹۹۰). میزان سرعت رشد نسبی گیاه یا RGR پس از جوانه زنی به کندی افزایش یافته و در یک دوره کوتاه زمانی به سرعت افزایش یافته و پس از آن سیر نزولی نشان می دهد. سرعت رشد نسبی با افزایش رشد و سن گیاه بدلیل افزایش بافت های نگه د ارنده ساختمانی و سایه اندازی کاهش می یابد. در اواخر فصل رشد با افزایش ریزش برگ ها حتی ممکن است منفی گردد. این موضوع توسط کریمی و سیدیک (۱۹۹۱) در مورد گندم گزارش

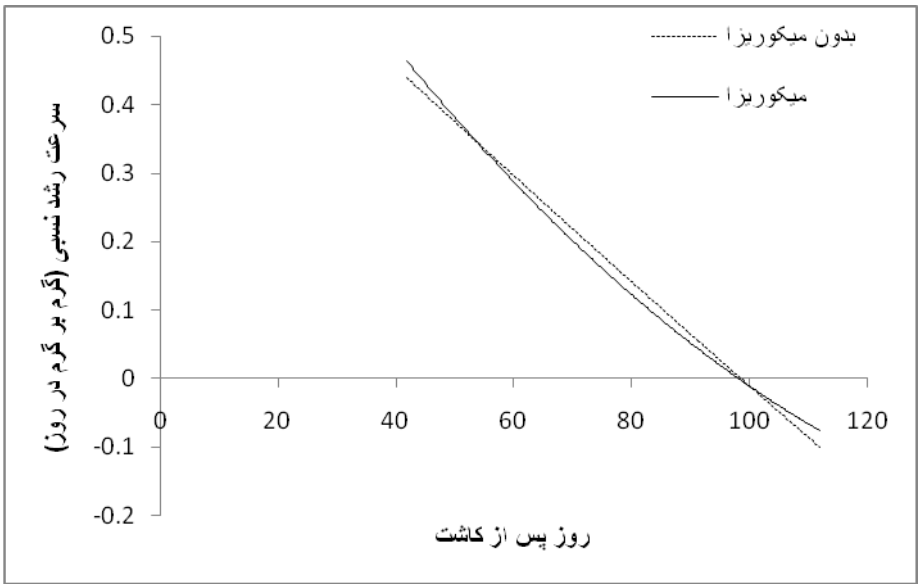
[1] Relative Growth Rate

شده و نتیجه مشابهی نیز در مورد سویا توسط کامرانی (۱۳۶۷) به دست آمده است . با افزایش سن گیاه قسمت عمده ای از ساختمان بافت های فعال گیاهی تحلیل رفته و همچنین برگ های تحتانی در سایه قرار گرفته و یا به علت پیری قدرت فتوسنتز خود را از دست می دهند و در نتیجه میزان سرعت رشد نسبی در طول فصل کاهش می یابد (درینی و همکاران، ۱۳۸۷).

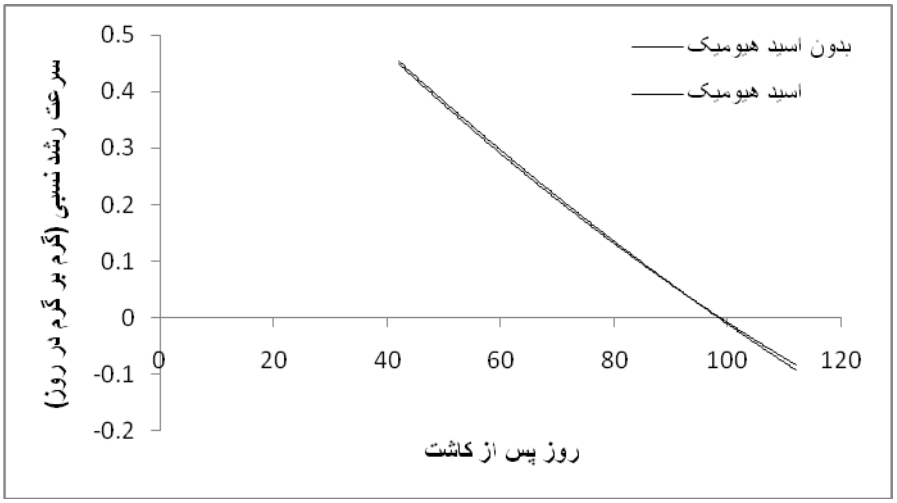
میزان سرعت رشد نسبی در دومین نمونه برداری (۴۲ روز پس از کاشت)، در بالاترین حد خود قرار داشت، با گذشت زمان و رشد بیشتر گیاه مقدار سرعت رشد نسبی کاهش پیدا کرد. با توجه به شکل۴-۳۰ مشاهده می شود که با کاربرد ورمی کمپوست RGR نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داده است. سرعت رشد نسبی در پاسخ به تلقیح قارچ میکوریزا افزایش نسبتا بیشتری نسبت به تیمار شاهد نشان نداد (شکل۴-۳۱). کاربرد اسید هیومیک تاثیر کمی بر سرعت رشد نسبی نسبت به تیمار شاهد داشت (شکل ۴-۳۳).



شکل۴-۳۰- تأثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد نسبی



شکل۴-۳۱- تأثیر میکوریزا بر سرعت رشد نسبی



شکل۴-۳۲- تأثیر اسید هیومیک بر سرعت رشد نسبی

۴-۱۷-۴ تجمع ماده خشک (TDM)[1]

معمولا تجمع ماده خشک گیاه به عنوان کمیتی که مشخص کننده رشد گیاه است به کار می رود. وزن خشک کل در طول فصل رشد به صورت تجمعی افزایش می یابد و یکی از فاکتورهای مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص های رشد گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. منحنی روند تجمع ماده خشک به صورت سیگموئیدی است. در مراحل اولیه رشد و هنگامی که گیاه هنوز بسیارکوچک است، افزایش واقعی وزن خشک در روز نیز اندک و ناچیز می باشد، ولی همزمان با بزرگتر شدن گیاه، ازدیاد وزن گیاه در روز نیز افزایش می یابد. البته افزایش لگاریتمی رشد نمی تواند به طور نامحدود ادامه یابد و با فرا رسیدن مرحله رسیدن به علت تکمیل چرخه زندگی رشد متوقف می شود. میزان رشد کم در مراحل اولیه را می توان مربوط به تعداد نسبتاً کم سلول هایی که تقسیم می شوند، کوچک بودن سطح برگ برای دریافت نور و انجام دادن فتوسنتز و شاید درصد نسبتاً زیاد مواد فتوسنتزی که به ریشه ها فرستاده می شود، دانست. در ادامه رشد گیاه مناطق مریستمی بیشتری در گیاه ایجاد می شود و همچنین برگهای بیشتری به عنوان منبع انرژی فتوسنتز وارد عمل خواهند شد. بنابراین هر گیاهی ضمن بزرگ شدن، قادر خواهد بود انرژی بیشتری را دریافت و از آن استفاده کند. کاهش میزان رشد در مرحله بلوغ به عوامل متعددی نسبت داده می شود، با زیاد شدن سن گیاه قسمت زیادی ازساختمان گیاه غیرفعال می شود، برگ های تحتانی در سایه قرار گرفته و یا به علت پیری قدرت فتوسنتز خود را از دست می دهند، چنین برگ هایی ریزش می کنند و این امر نشان دهنده از دست دادن وزن خشک است. قسمت های زیادی از گیاه، شامل ساقه و سایر بافت ها، فعالیت متابولیکی کمی دارند و لذا سهم مهمی در رشد ندارند. به علاوه هنگامی که گیاه در مزرعه بزرگ تر می شود، رقابت با

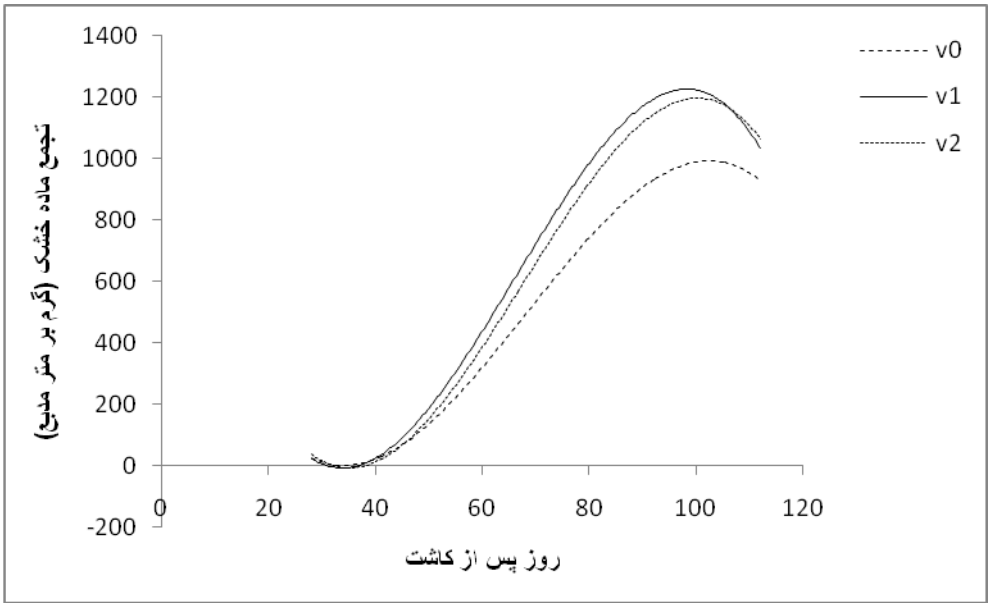
[1] Total Dry Matter

گیاهـان مجـاور بـرای آب، مـواد غـذایی و نـور نیـز مـی تواننـد باعـث کـاهش رشـد شـود (درینـی و همکاران،۱۳۸۷).

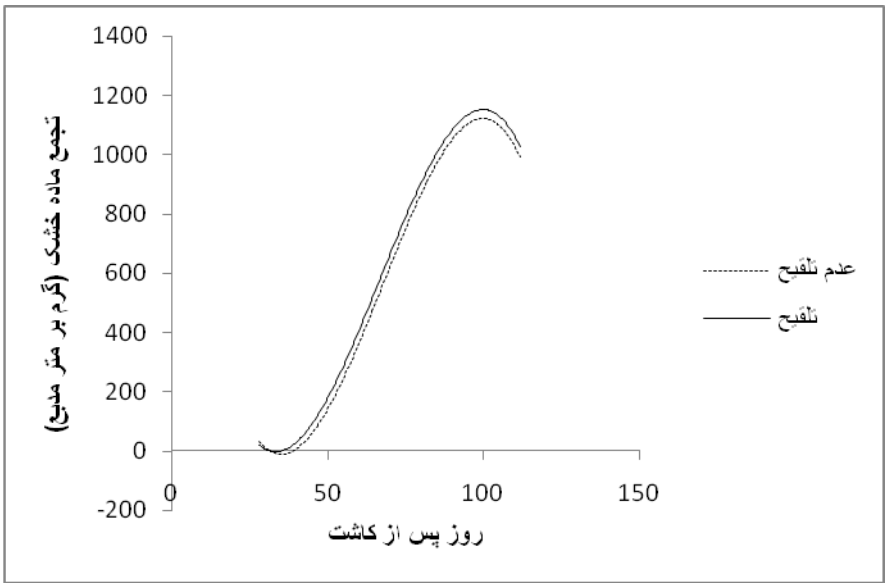
همان گونه که در شکل۴-۳۳ مشاهده می شود تولید مـاده خشـک در طـی فصـل رشـد در زمـان کاربرد ورمی کمپوست نسبت بـه تیمـار شـاهد افـزایش یافـت. در ایـن تحقیـق مصـرف ۳ تـن ورمـی کمپوست عملکرد کل ماده خشک بیشتری را نسبت به تیمارهای دیگر نشان داد. نتایج نشـان داد کـه در تمام تیمارها حداکثر تجمع ماده خشک در گیاه در ۹۸ روز پس از کاشت مشاهده شد.

در رابطه با تغییرات تجمع ماده خشک تحت تأثیر تلقیح میکوریزا مشاهده شد، این قارچ تأثیر قابل توجهی بر روند تجمع ماده خشک نسبت به تیمار شاهد گذاشت. حداکثر میزان تجمع ماده خشک در ۹۸ روز پس از کاشت بدست آمد. در انتهای فصل رشد تجمع ماده خشک کاهش یافت (شکل۴-۳۴).

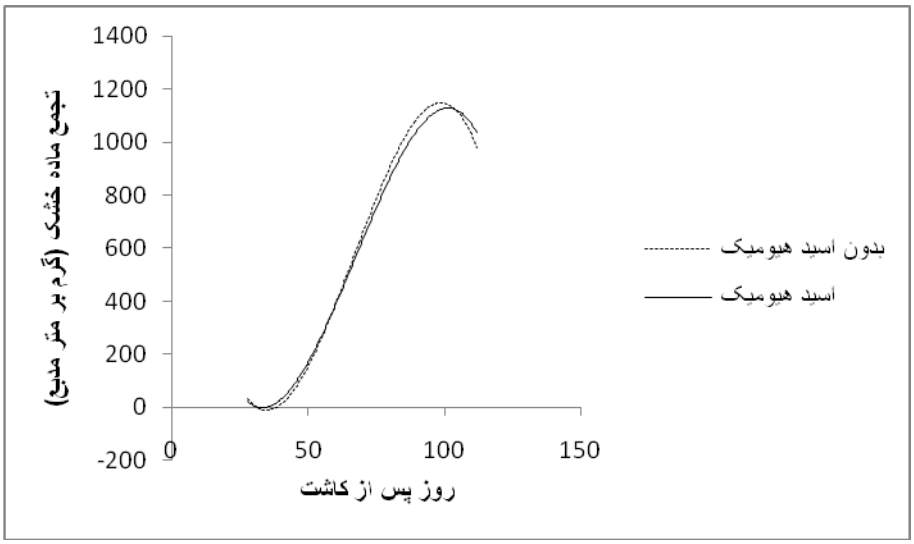
نتایج این تحقیق نشان داد که با کاربرد اسیدهیومیک در ۹۸ روز پس از کاشت به بـالاترین میـزان خود رسید. در اواخر فصل رشد کاربرد اسید هیومیک تجمع ماده خشک نسبت به تیمار شاهد کـاهش کمتری داشت (شکل۴-۳۵).



شکل۴-۳۳- تأثیر ورمی کمپوست بر تجمع ماده خشک
(v0 =بدون ورمی کمپوست، v1 -۳تن ورمی کمپوست، v2 -۶تن ورمی کمپوست)



شکل۴-۳۴- تأثیر میکوریزا بر تجمع ماده خشک



شکل۴-۳۵- تأثیر اسید هیومیک بر تجمع ماده خشک

نتیجه گیری

۱. تلقیح گیاه با قارچ میکوریزا موجب افزایش صفات وزن خشک ساقه، طول غلاف، تعداد ساقه های فرعی، کلونیزاسیون ریشه و میزان کلروفیل b برگ شد.

۲. کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش درصد کلونیزاسیون ریشه و میزان کلروفیل b برگ شد.

۳. کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش وزن خشک ساقه، برگ و غلاف، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، کلروفیل b گردید. که در بیشتر موارد بین مصرف ۳ تن و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست تفاوتی از لحاظ آماری نبود.

۴. تلقیح توأم قارچ میکوریزا و ورمی کمپوست موجب افزایش وزن خشک ساقه، طول غلاف، تعداد ساقه های فرعی، کلونیزاسیون ریشه، قطر ساقه، عملکرد دانه و بیولوژیک شد. تلقیح توأم ورمی کمپوست و اسید هیومیک موجب افزایش وزن خشک برگ گردید.

۵. کلروفیل b، درصد پروتئین و نیتروژن دانه لوبیا چشم بلبلی در زمان کاربرد همزمان میکوریزا و اسید هیومیک افزایش داشت.

۶. کاربرد سه گانه قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک موجب افزایش وزن خشک برگ و تعداد ساقه های فرعی گردید.

۷. استفاده از کود ورمی کمپوست، قارچ میکوریزا و اسید هیومیک شاخص‌های رشد را نسبت به شاهد افزایش داد. در این بین کود ورمی کمپوست تأثیر بیشتری بر شاخص‌های رشد داشت.

پیشنهاد ها

این تحقیق در یک سال زراعی و در یک مکان صورت گرفت و می تواند در شرایط دیگر نتایج متفاوتی داشته باشد، به این دلیل موارد زیر برای دست یافتن به نتایج تکمیلی و دقیق تر پیشنهاد می گردد:

- ✓ _ در این تحقیق تنها از گونه گلوموس اینترارادیس استفاده شد. پیشنهاد می گردد این آزمایش با گونه های دیگر میکوریزا و اثرات متقابل آنها با ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر لوبیا چشم بلبلی و گونه های دیگر انجام گیرد و نتایج آن با این تحقیق مقایسه شود.
- ✓ مطالعات گسترده تر در مورد اثر تلقیح میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر گیاهان زراعی به ویژه غلات و دیگر حبوبات برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان تر، انجام شود.
- ✓ از آنجایی که تلقیح دو گانه قارچ میکوریزا و میکروارگانیزم های دیگر از جمله باکتری های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، می تواند اثر میکوریزا را تشدید کند لذا برای رسیدن به نتایج مفید تر می تواند بر لوبیا چشم بلبلی مورد بررسی قرار گیرد.
- ✓ این آزمایش به صورت مزرعه ای و در خاک مزرعه انجام گرفت، بنابراین ممکن است جمعیت میکروبی خاک نیز بر نتایج حاصله اثر گذاشته باشند. لذا پیشنهاد می گردد انجام این آزمایش در مزارع دیگر با خاک های متفاوت هر منطقه انجام گیرد.
- ✓ استفاده از سویه های مختلف باکتری بر لوبیا چشم بلبلی به منظور انتخاب مفید ترین سویه برای یک منطقه

فصل پنجم

پیوست

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک غلاف	طول غلاف	تعداد دانه در غلاف	قطر ساقه	ارتفاع بوته	فسفر خاک
بلوک	۲	۵۸/۰۰۸^{ns}	۲۰۶۵/۳۹۷^{ns}	۷۵۰/۱۷۶**	۵/۶۱۰**	۹/۵۶۲**	۰/۷۸۱^{ns}	۱۴۹۶/۶۷۴**	۰/۳۷۳^{ns}
کود ورمی کمپوست (A)	۲	۹۳۷۹/۱۰۱**	۸۵۶۵/۱۹۵**	۷۷۱/۴۴۶**	۶/۹۱۹**	۴/۲۵۷**	۱/۶۷۴^{ns}	۷۶۶/۴۰۹^{ns}	۱/۱۵۰**
قارچ میکوریزا (B)	۱	۶۳۳۳/۱۳۶**	۸۷/۵۲۵^{ns}	۳/۶۲۳^{ns}	۲۱/۵۳۰**	۵/۲۱۷**	۰/۰۰۴^{ns}	۱۹۶/۴۳۹^{ns}	۰/۲۳۴^{ns}
اسید هیومیک (C)	۱	۵۱۷/۵۱۷^{ns}	۲۵/۶۹۰^{ns}	۱۰۱/۵۷۶^{ns}	۲/۴۳۶ ^{ns}	۰/۹۵۲ ^{ns}	۰/۸۱۵^{ns}	۱۱۷/۰۴۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
میکوریزا×ورمی کمپوست (AB)	۲	۵۰۰۸/۳۳۸**	۱۹۸۰/۶۱۸^{ns}	۱۱۶۳/۳۸۲**	۱۴/۷۹۱**	۲/۴۷۴^{ns}	۴/۴۲۲**	۱۱۴۶/۱۱۴**	۰/۱۹۸^{ns}
ورمی کمپوست ×اسید هیومیک (AC)	۲	۱۶۴۳۹/۸۸۳**	۴۵۹۷/۶۳۴ **	۶۳۵/۱۴۴**	۰/۷۴۰ ^{ns}	۳/۳۷۱ *	۰/۰۳۴^{ns}	۳۹۲/۲۵۲^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}
میکوریزا×اسید هیومیک (BC)	۱	۹۲۱۰/۲۴۰**	۲۵۱۶/۴۷۷ ^{ns}	۳۱۲/۸۷۱^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۸۶۱ ^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۶۲۰/۲۹۲^{ns}	۰/۰۸۶^{ns}
میکوریزا× ورمی کمپوست ×اسید هیومیک (ABC)	۲	۱۳۴۷/۷۳۳**	۴۱۷۲/۷۵۰**	۲۰۵/۴۸۶^{ns}	۰/۸۵۲ ^{ns}	۲/۴۷۵ ^{ns}	۰/۷۱۸^{ns}	۷۲۶/۷۷۵^{ns}	۰/۰۴۸^{ns}
خطا	۲۲	۲۴۷/۵۹۴^{ns}	۸۳۴/۴۸۵ ^{ns}	۱۲۹/۶۵۱^{ns}	۱/۰۴۲ ^{ns}	۰/۷۹۷ ^{ns}	۰/۶۹۹^{ns}	۲۴۱/۸۹۲^{ns}	۰/۱۶۸^{ns}
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۶۴	۱۹/۲۷	۲۸/۳۶	۷/۷۳	۱۳/۲۳	۹/۳۰	۱۱/۳۹	۱/۹۵

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول پیوست۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	کلونیزاسیون	ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین	تعداد ساقه های فرعی	عملکرد دانه	وزن صد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۳۰۳۳۸۴/۸۴۲**	۲۳/۹۳۳^{ns}	۲/۷۱۲^{ns}	۲/۴۹۴^{ns}	۲۴۲۸۹۷۲/۴۷۹*	۳۸/۱۷۱**	۲۲۹/۲۳۲^{ns}
کود ورمی کمپوست (A)	۲	۸۸۶۶۵۷۰/۷۵۰**	۸۸/۲۴۲^{ns}	۱/۰۹۵^{ns}	۲۳/۶۵۳**	۲۰۹۲۰۰۰/۷۰۸^{ns}	۴۲/۶۵۵**	۱۳۶/۲۳۶^{ns}
قارچ میکوریزا (B)	۱	۸۹۸۶۲/۰۸۹^{ns}	۵۶۲/۲۹۱**	۱۵/۱۲۴^{ns}	۸۴/۸۷۶**	۷۲۱۷۹۴/۶۲۳^{ns}	۱۷/۴۰۳^{ns}	۵۶/۲۲۵^{ns}
اسید هیومیک (C)	۱	۲۷۸۵۶۲/۲۸۲^{ns}	۱۳۰۹/۷۶۴**	۸/۴۰۸^{ns}	۲/۱۱۸^{ns}	۳۸۲۵۹۷/۹۰۸^{ns}	۱۳/۲۳۵^{ns}	۳/۰۴۵^{ns}
میکوریزا×ورمی کمپوست (AB)	۲	۱۶۴۶۷۴۳/۷۰۶**	۲۹۵/۲۳۵**	۵/۸۹۹^{ns}	۱۲۹/۵۷۵**	۶۰۰۱۵۸۰/۰۹۷**	۳/۲۲۸^{ns}	۷۶۵/۳۳۲**
ورمی کمپوست ×اسید هیومیک (AC)	۲	۷۲۲۲۲۱۶/۳۴۸**	۲۰۴/۶۱۳*	۶۹/۱۰۱**	۱۲۶/۳۱۹**	۲۱۷۴۴۲۲/۴۹۲^{ns}	۳۰/۹۷۹*	۱۲۶/۸۲۴^{ns}
میکوریزا×اسید هیومیک (BC)	۱	۲۴۷۵۲/۷۱۵^{ns}	۱۲/۴۴۲^{ns}	۴/۱۳۶^{ns}	۵/۱۶۶^{ns}	۷۳۸۳۸۸/۰۲۵^{ns}	۱/۵۸۱^{ns}	۴۰۰/۰۶۷^{ns}
میکوریزا× ورمی کمپوست ×اسید هیومیک (ABC)	۲	۵۷۹۰۴/۳۰۳^{ns}	۱۲۲/۴۶۶^{ns}	۱۰/۱۲۸^{ns}	۵۷/۹۰۷**	۱۴۲۱۹۶۱/۹۵۵^{ns}	۱۴/۹۵۶^{ns}	۷۷۴/۵۴۷**
خطا	۲۲	۲۲۵۹۹۶/۴۷۳^{ns}	۶۰/۶۳۵^{ns}	۱۳/۹۸۳^{ns}	۴/۰۹۹^{ns}	۷۵۵۷۷۰/۲۴۶^{ns}	۷/۸۸۷^{ns}	۱۵۵/۰۲۶^{ns}
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۱۹	۱۱/۱۰	۱۰/۹۴	۱۱/۶۱	۳۳/۷۴	۱۲/۰۹	۲۵/۹۲

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر ورمی کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	کارتنوئید	کلروفیل b	درصد پروتئین	درصد نیتروژن	کلروفیل a	کلروفیل کل
بلوک	۲	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۰۳۷^{ns}	۳۱/۸۹۶^{ns}	۰/۸۳۷^{ns}	۰/۴۷۴^{ns}	۲/۶۴۴^{ns}
کود ورمی کمپوست (A)	۲	۰/۳۰۰^{ns}	۸/۴۲۸**	۱۰۹/۹۱۹**	۲/۸۵۳**	۱۶/۱۱۰**	۴۷/۱۰۳**
قارچ میکوریزا (B)	۱	۰/۵۴۳*	۱۲/۰۰۹**	۷/۶۹۰^{ns}	۰/۱۹۴^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۱۲/۷۵۷^{ns}
اسید هیومیک (C)	۱	۰/۰۰۶^{ns}	۱۶/۰۴۸**	۱۳/۰۳۲^{ns}	۰/۳۳۱^{ns}	۳/۰۰۳^{ns}	۳۲/۹۲۸*
میکوریزا×ورمی کمپوست (AB)	۲	۰/۲۴۹^{ns}	۰/۳۱۵^{ns}	۴۴۱/۵۷۷**	۱۱/۴۷۷**	۴/۲۵۶^{ns}	۳/۵۵۶^{ns}
ورمی کمپوست ×اسید هیومیک (AC)	۲	۰/۲۶۱^{ns}	۳/۴۲۸^{ns}	۳۱۳/۴۳۵**	۸/۱۷۲**	۰/۵۸۴^{ns}	۵/۶۱۸^{ns}
میکوریزا×اسید هیومیک (BC)	۱	۰/۳۲۳^{ns}	۱۴/۰۰۳**	۴۱۴/۱۲۳**	۱۰/۷۲۶**	۰/۲۰۲^{ns}	۱۷/۵۶۴**
میکوریزا× ورمی کمپوست ×اسید هیومیک (ABC)	۲	۰/۲۳۵^{ns}	۱۰/۲۶۹^{ns}	۱۹۲/۶۱۹**	۴/۹۸۳**	۷/۶۷۶^{ns}	۳۰/۶۳۵*
خطا	۲۲	۰/۱۳۶^{ns}	۱/۶۱۰^{ns}	۱۲/۴۴۷^{ns}	۰/۳۲۴^{ns}	۲/۷۴۶^{ns}	۶/۶۹۱^{ns}
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۹۳	۱۳/۴۴	۱۴/۹۳	۱۴/۹۲	۱۴/۲۸	۱۲/۲۹

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

منابع

احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م. و رحیمی آلاشتی، س. ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم .شماره پنجاه و هشتم: ۱۳۷-۱۲۵.

اسدی رحمانی، ه.، خسروی، ز.، علی پور، م.و ملکوتی. ج. ۱۳۸۳. نقش باکتری های محرک رشد (PGPR) در رشد و سلامت گیاه، نشریه شماره ۳۰۹. انتشارات سنا، تهران، ایران.

آقابابائی، 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. سال پانزدهم شماره پنجاه و ششم: ۹۱-۱۰۱.

پارسا، م. و باقری، ع.ر. ۱۳۸۷. "حبوبات". چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص۵۲۴.

پارسا مطلق، ب.، محمودی، س.، سیاری زهان، م. ح. و نقیزاده، م. ۱۳۹۰. تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (Phaseolus vulgaris L.) در شرایط تنش شوری. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد۳، شماره۲: ۲۳۳-۲۴۴.

پاک مهر، آ.، راستگو، م.، شکاری، ف.، صبا، ج.، وظایفی، م. و زنگانی، ا. ۱۳۹۰. تأثیر پرایمینگ سالیسلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی در مرحله زایشی. نشریه پژوهش های حبوبات ایران. جلد ۲، شماره ۱: ۵۳-۶۴.

جواهری، م.ع.؛ زین الدینی، ع. و نجفی نژاد، ح. ۱۳۸۳. اثر تاریخ کاشت بر شاخصهای رشد چغندر قند در دشت ارزوئیه (کشت پائیزه) . نشریه پژوهش و سازندگی. شماره۶۲.

جیحونی، م. ۱۳۸۹. بررسی جامع مواد هیومیکی و کاربرد آن ها در کشاورزی، نشریه فنی. شماره۳. چاپ دفتر طراحی کادر نو.

حبیب زاده، ی.، زردشتی، م.ر.، پیرزاد، ع.ر. و جلیلیان، ج. ۱۳۹۱. اثر قارچ ریشه های آربوسکولار بر شاخص های رشد و عملکرد دانه ماش *(Vigna radiata (L.)* Wilczk) تحت تنش کم آبی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۶. شماره ۶۰ :۶۹-۵۷.

حبیبی، د.، فتح الله طالقانی، د.، داودی فرد، م.، پازوکی، ع.ر. و چمانی، ف. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تنش شوری بر روی رشد و تغییرات فیتوهورمونی گندم تلقیح شده با باکتری های محرک رشد و اسید هیومیک. فصلنامه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره ۳، شماره ۴: ۳۵۰-۳۶۷.

خوفی، م. و انویه تکیه، ل. ۱۳۸۸. بازارجهانی حبوبات و جایگاه ایران در تجارت خارجی محصول. شماره ۳۴ :۲۸-۳۸.

درزی، م. ت، قلاوند. ا. و ف .رجالی .۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰(۱): ۱۰۹-۸۸.

درینی، ف.؛ مدنی، ح. و شیرزادی، م.ح. ۱۳۸۷. مقایسه روند تغییرات شاخص های فیزیولوژیک رشد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری محلی جیرفت در تراکم های گیاهی مختلف. یافته های نوین کشاورزی. سال سوم -شماره ۲: ۱۰۵-۱۲۰.

رضایی، ع.ر. وکامگار حقیقی، ع.ا. ۱۳۸۸. اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲۳، شماره ۱: ۱۱۸-۱۲۴.

رهی، ع.ر.، داودی فرد، م.، عزیزی، ف. و حبیبی، د. ۱۳۹۱. بررسی تاثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی های پاسخ در گونه. مجله زارعت و اصلاح نباتات ۸(۳): ۱۵- ۲۸.

ساجدی، ن.ع. و ساجدی، ع.ا. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی، میکوریزا و مقادیر روی بر خصو صیات اگروفیزیولوژیک ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱(۳): ۲۰۲-۲۲۲.

ساجدی، ن.ع. و مدنی، ح. ۱۳۸۷. برهمکنش تنش خشکی، روی و میکوریزا بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ذرت. یافته های نوین کشاورزی. سال ۲-شماره۳: ۲۷۲-۲۸۴.

سبزواری، س. و خزاعی، ح.ر. (۱۳۸۸). اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم پیشتاز. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۵۳-۶۳.

سبزواری، س.، خزاعی، ح.ر. و کافی، م. (۱۳۸۹). مطالعه اثر اسید هیومیک بر جوانه زنی چهار رقم گندم پاییزه (سایونز و سبلان) و بهاره (چمران و پیشتاز). نشریه پژوهشهای زراعی ایران. ۸(۳): ۴۷۳-۴۸۰.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۷۲. "فیزیولوژی گیاهان زراعی"، (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

سعیدنژاد، ا.م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز *(Cuminum cyminum)*. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره۲: ۱۴۲-۱۴۸.

شریفی، م.، محتشمیان، م.س.، ریاحی، ح.، آقایی، ا. و علوی، س.م. ۱۳۹۰. اثر قارچ اندومیکوریزایی *Glomus etunicatum* بر برخی شاخص های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان. فصلنامه گیاهان دارویی. سال دهم، دوره دوم: ۸۵-۹۴.

علیزاده، ا.، علیزاده، ا. و آریانا، ل. ۱۳۸۸. بهینه سازی مصرف نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت با استفاده از میکوریزا و ورمی کمپوست. یافته های نوین کشاورزی. سال ۲-شماره۳: ۳۰۳-۳۱۶.

علیزاده، ا.، علیزاده، ا. و خواست خدایی، ا. ۱۳۸۷. بررسی کاربرد توام میکوریزا و آزوسپریلیوم با هدف بهینه سازی مصرف کود نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت. یافته های نوین کشاورزی. سال ۳-شماره۱: ۵۵-۶۵.

علیزاده، ا.، مجیدی، ا.، نادیان، ح.ا.، نورمحمدی، ق. و عامریان، م.ر. ۱۳۸۶. بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن برخصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت. یافته های نوین کشاورزی، سال اول - شماره۴: ۳۰۹-۳۱۹.

غلامی، ا. و کوچکی، ع.ر. ۱۳۸۰."میکوریزا در کشاورزی پایدار" (ترجمه). انتشارات دانشگاه شاهرود، صفحات ۳،۱.

فرخ بخت. ع.، لرزاده. ش. و خدارحمپور. ز. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی علفهای هرز بر عملکرد و اجـزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی در شرایط شمال خوزستان. فصلنامه علمی پژوهشی،علوم به زراعی گیاهی. ۲(۶):۱-۱۲.

قربانی، ه. ۱۳۸۶. مروری بر کودهای بیولوژیک در ایران و نقش آن‌ها در حفظ محیطزیست و سلامت جامعـه .خلاصـه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران. گرگان. ۱۶ تا ۲۲ مهر.

قربانی، ص.، خزاعی، ح.ر.، کافی، م. و بنایان اول، م. ۱۳۸۹. اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۲، شماره ۱ :۱۱۱-۱۱۸.

کامرانی، ر ۱۳۶۷. . ارزیابی عملکرد و شاخص های رشد دو رقم سوی ا . پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

کوچکی. ع. ر.، جامی الاحمدی. م.، کامکار. ب. و مهدوی دامغانی. ع.م. ۱۳۸۸. اصـول بـوم شناسـی کشـاورزی. چاپ . انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع.ر و خواجه حسینی، م. ۱۳۸۷. زراعت نوین، چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی، صفحات ۳۹۲ تا ۴۰۳.

کوچکی، ع.ر.، فلاح پور. ف. و رسام. ق.ع. ۱۳۹۰. تنوع زیستی در نظام‌های تولید کشاورزی. چـاپ اول. انتشـارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی ع.، غلامی ا.، مظاهری د. و قلاوند ا. ۱۳۷۸. ارزیابی اثر گونه های مختلف قارچ میکوریز از نوع وسیکولار – آربوسکولار (VAM) بر خصوصیات رشد ذرت. ۱(۳)، ۴۷-۵۴.

محلوجی. م. و افیونی. د.۱۳۸۳. مطالعه تجزیه رشد و عملکرد دانه ژنوتیپ های جو. پژوهش و سازندگی. زراعت و باغبانی (۶۳)، ۳۷-۴۲.

مجنون‌حسینی، ن. ۱۳۸۷." زراعت و تولید حبوبات"، چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ص ۲۷۳.

مرادی. ر. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

مردان. ر. و کاظمی. ش.۱۳۹۰. اثرعصاره آبی تلخه *(Acroptilon repens L)* بر جوانه زنی و رشد اولیه ماش. ششمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی. خوزستان. ۱۱ و ۱۲ اسفند.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. نشر سنا. ۴۹۶ ص.

رضایی مودب. ع .ر. و نبوی کلات م. ۱۳۹۱. اثر کاربرد ورمی کمپوست و کودهای زیستی بر عملکرد بذر و اجزای عملکرد ریحان(*Ocimum basilicum L*). اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی علوم کشاورزی۶(۲)، ۱۵۷-۱۶۹.

نادیان، ح.ا. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی و هم زیستی میکوریزا بر رشد و جذب فسفر توسط دو رقم سورگوم متفاوت در ریخت شناسی ریشه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال پانزدهم / شماره پنجاه و هفتم: ۱۴۰-۱۲۷.

یوسفی راد، م.، نور محمدی، ق.، اردکانی، م.ر.، مجیدی هروان، ا. و میرهادی، س.ج. ۱۳۸۸. تاثیر قارچ میکوریزا بر خصوصیات مرفولوژیک و محتوای عناصر غذایی جو در سطوح مختلف شوری. مجله دانش نوین کشاورزی. سال پنجم. شماره ۱۶: ۱۰۵-۱۱۴.

Aiken, GR., McKnight, DM., Wershaw, RL. and MacCarthy, P.1985. Humic substances in soil, sediment and water. Wiley-Interscience, New York, USA.

Agbogidi, O. M. and 1Egho, E.O. 2012. Evaluation of eight varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in Asaba agro-ecological environment, Delta State, Nigeria. *European Journal of Sustainable Development*, 1(2): 303-314**.**

Alizadeh, O, and Alizadeh, A. 2011. Consideration Use of Mycorrhiza and Vermicompost to Optimizing of Chemical Fertilizer Application in Corn Cultivation. Advances in Environmental Biology, 5(6): 1279-1284.

Allen, O.N., and E.K. Allen. 1981. The Leguminosae: a source book of characteristics, uses, and nodulation. The Univ. of Wisconsin Press, Madison, WI.

Amerian, M.R. and stewart, w.s. 2001. effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*zea mays*). aspects of applied biology 63.

AMIJEE, F., TINKER, P. B. and STRIBLEY, D. P. 1989. The development of endomycorrhizal root systems. VII. A detailed study of effects of soil phosphorus on colonization. The New Phytologist. 111. 435-446.

Amjazi1, H. and Hamidpour, M.2012. Effects of phosphorus, vermicompost and natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of *Zinnia elegans*. J. Sci. & Technol. Greenhouse Culture, 3(10):82.

Arumugam, R., S. Rajasekaran, S.M. Nagarajan. 2010. Response of Arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium* inoculation on growth and chlorophyll content of *Vigna unguiculata* (L.) Walp Var. Pusa 151. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 14(4): 113 – 115.

Arancon, N.Q., Lee, S., Edwards, C.A., and Atiyeh, R.M. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants: The 7th international symposium on earthworm ecology. Cardiff Wales 2002. Pedobiologia 47: 741-744.

Arguello, J.A., Ledesma, A., Nunez, S.B., Rodriguez, C.H., and Goldfarb, M.D.D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural effects on bulbing dynamics, nonstructural paraguayo garlic bulbs. Horticulture Science 41: 589-592.

Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579-590.

Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D., 2002. The influence of earthwormprocessed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81: 103-108.

Bakar, A. A., Zalina Mahmood, N., Abdullah, N. and Mat Taha, **R.,2012.** Bioconversion of biomass residue from the cultivation of pea sprouts on spent *Pleurotus sajor-caju* compost employing *Lumbricus rubellus*. *Maejo International Journal of Science and Technology*. *6*(03): 461-469.

Barriquello, M. F., Leite, F. d. L., Deda, D. K., Saab, S. d. C., Consolin-Filho, N., Piza, M. A. and Martin-Neto, L. 2012. Study of a Model Humic Acid-Type Polymer by Fluorescence Spectroscopy and Atomic Force Microscopy. *Materials Sciences and Applications*, 3: 478-484.

Belane, A. K., Dakora. **F. D. 2012.** Elevated Concentrations of Dietarily-Important Trace Elements and Macronutrients in Edible Leaves and Grain of 27 Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Genotypes: Implications for Human Nutrition and Health. *Food and Nutrition Sciences*, 3: 377-386.

Befrozfar, M. R., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Sadeghi- Shoae, M. and Tookalloo, M. R. 2013. Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimumbasilicum*L.). Scholars Research Library Annals of Biological Research, 4 (2):8-12**.**

Bohrer, G. Kagan-Zur, V., Roth-Bejerano, N., Ward, D., Beck, G. and Bonifacio, E. 2003. Effects of different Kalahari-desert VA mycorrhizal communities on mineral acquisition and depletion from the soil by host plants. Journal of Arid Environments. 55: 193–208.

Brown P.H., Cakmak I., and Zhrang Q. 1993. Form and function of zinc in plants, PP: 93-106. Fn: A.D.Robson (ed) .Zinc in soils and plants. Kluwer Academic publisher, Dordrect, the Netherland.

Calvet C., J. Pinochet , A. Hernandez-Dorrego ,V. Estan and A. Camprubi. 2001. Field microplot performance of the peach-almond hybrid GF-677 after inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi in a replant soil infested with root-knot nematodes. Mycorrhiza, 10:295–300.

Campos, V.M., Pasin, L.A.A.P. and Barja, P.R. 2008. Photosynthetic activity and growth analysis of the plant Costus spicatus cultivated under different light conditions. Eur. Phys. J. Special Topics 153, 527–529.

Chaoui, H. 2010. Vermicasting (or Vermicomposting): Processing Organic Wastes Through Earthworms. factsheet. ORDER NO. 10-009 AGDEX 743/537.

Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: MacCarthy, P., Clap, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds.), humic substances in Soil and Crop Sciences: Sellected Readings. ASA and SSSA, Madison, WI, 161-167.

Darwesh, D. A. and Mustafa, K.K. 2012. Influence of fungicides and vesicular arbuscular mycorrhiza on growth and nutrient balance of soybean by used DRIS equation. 3(5): 738-744.

Diego, M., Gerhard, F. and Christian, U. 2011. THE INFLUENCE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL COLONIZATION ON THE GROWTH PARAMETERS OF CAPE GOOSEBERRY (*Physalis peruviana* L.) PLANTS GROWN IN A SALINE SOIL. J. Soil Sci. Plant Nutr. 11 (2): 18 - 30 (2011).

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. 25, 183-191.

Demir, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological, growth parameters of pepper. Turkish Journal of Biology 28: 85-90.

Duponnois, R., Colombet, A., Hien, V. and Thioulouse, J. 2005. The mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. Soil Biol. Biochem. 37:1460-1468.

El-Khateeb, M.A., El-Leithy, A.S. and Aljemaa, B.A.2011. Effect of Mycorrhizal Fungi Inoculation and Humic Acid on Vegetative Growth and Chemical Composition of *Acacia saligna* Labill. Seedlings under Different Irrigation Intervals. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 3 (3): 283-289.

Enteshari1, S. Saadatmand, M. and pirzadeh, M. 2012. Effect of Vermicompost (COW MANURE) and MYCORRHIZAL on some PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS of TURNIP (*BRASSICA RAPA* L.) in HYDROPONIC CULTURE. The 1th International and The 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture.

Erik B.G. Feiber, Clint G. Shock and Lament D. Saundres. 2000. Evaluation of humic acid and other nonconventional fertilizer additiones for onion production. Malheur Experiment Station Oregon State University. Ontario, OR.

Erman, M., S. Demir, E. Ocak, S. Tüfenkçi, F. Oğuz, and A. Akköprü. 2011. Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions 1—Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. Earth Sci. 122: 14-24.

Evan Beck, j. 2012. Integrating Compost, Cover Crops, Mycorrhizal Fungi, and Vermicompost as Sustainable Management Practices for Strawberry Production in the Southeastern United States. Graduate Faculty of North Carolina State University.

Evans, L.T. 1993. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press. 512 p. ISBN: 0521295580.

Eyheraguibel B, Silvestre j, Morard P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology.Volume 99. Issue 10. Pages 4206-4212.

Fabunmi, T. O., Adigbo Odedina. S.O. , J.N. and Olasunkanmi. T.O. 2012. Effects of planting dates on green manure of cowpea (*Vigna unguiculata l.*), response of succeeding maize in a derived savanna ecological zone of Nigeria J. Agric. Sci. 4: 7(57-66).

Fernandez–Escobar R., Benlloch M., Barranco D., Duenas A., and Guterrez Ganan J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. Scintia Horticulturae. 66: 191-200.

Gange, A., 1993. Translocation of mycorrhizal fungi by earthworms during early succesStion. Soil Biology & Biochemestry, 25,1021-1026.

Garg, V.K., Gupta, R. and Yadav, A. 2004. Vermicomposting technology for solid waste management. Deptt. of Environmental Science and Engineering Guru Jambheshwar University of Science and Technology Hisar 125001, Haryana, India.

Gaur, S. and Kaushik, **P. 2012**. Effect of Seasonal Variation on Mycorrhizal Fungi Associated with Medicinal Plants in Central Himalayan Region of India. *American Journal of Plant Sciences*. 3:618-626.

Getnet, M. and Raja, N. 2013. Impact of Vermicompost on Growth and Development of Cabbage, *Brassica oleracea* Linn. and their Sucking Pest, *Brevicoryne brassicae* Linn. (Homoptera: Aphididae). Research Journal of Environmental and Earth Sciences 5(3): 104-112.

Goats, S. 2012. Possibilities of using humic acid in diets for **.** T. DEGIRMENCIOGLU: Humic acid in diets of Saanen goats, *Mljekarstvo*, *62* (4): 278-283.

Gomma. A.H., Hirschfield. G.M., Gallimore. J.R., Lowe. G.D.O., Pepys. M.B. and Fox. K.M. 1997. Preprocedural inflammatory markers do not predict restenosis after successful coronary stenting. American Heart Journal . 147(6):1071-1077.

Gupta, M. L., A. Prasad, M. Ram and S. kumar. 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. Bioresource Technol. 81: 77-79.

Habte, M. 2000. Mycorrhizal Fungi and Plant Nutrition. *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils , Chapter 14*, 127-131.

Hafez M. Magda. 2003. Effect of some sources of nitrogen fertilizer and concentration of humic acid on the productivity of squash plant. Egypt J. Appl. Sci. 19(10): 293-309.

Hakan ,C., A. Vahap Katkat, B. Bulent Asık, and M.A Turan. 2011. Effect of Foliar-Applied Humic Acid to Dry Weight and Mineral Nutrient Uptake of Maize under Calcareous Soil Conditions Communications. Soil Science and Plant Analysis Volume 42. Issue 1. Pages 29 – 38.

Hameeda, B., Harini1, G., Rupela1, O.P. and Reddy. **G. 2007**. Effect of composts or vermicomposts on sorghum growth and mycorrhizal colonization. African Journal of Biotechnology. 6 (1). pp. 009-012.

Hasanpour J., Panahi M., Sadeghi Pour Marvi M., Arabsalmani K. 2012. Effect of inoculation with VA mycorrhiza and azotobacter on grain yield, LAI and protein of wheat on drought stress condition **.** International Journal of AgriScience. 2(6): 466-476.

Iswaran, V. and P.K. Chonkar. 1971. Action of sodium humate and dry matter accumulation of soybean in saline alkali sail. In B. Novak ct al. Humus et Planta:613-615.

Jonglertjunya, W. and Lertchutimakul, T.2012. Equilibrium and kinetic studies on the adsorption of humic acid by activated sludge and *Bacillus subtilis*. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*34 (6), 669-677.

Karakurt Y, Unlu Ha, Padem H, 2008. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. Plant Soil Sci.

Karimi, M.M. 1990; Growth analysis of wheat and barley on different soil types. Iran. Agric.Res.9:17-36.

Kauser, A., and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experimental Botany 25: 245 – 252.

Kaushik, P., and Garg, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with epigeic earthworm Eisenia foetida. Bioresource Technology 90: 311-316

Khalid A., Handawy., Kh., S.F.EI-Gezawy, E.,2006. Ocimum basilicum L. Production under Organic Farming. Res J Agri Bio Sci, 2(1):25-32.

khorshidi, M., Bahadori, F., Behnamnia, M., 2013. The effects of arbuscularmycorrhizal fungi(Glomusintraradices) and vermicompost application on yield and nutrient uptake ingarden thyme (Thymus vulgaris L.) under field conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. IJACS.5-11:1191-1194.

Kothari S.K., H. Marschner and V. Romheld. 1991. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. Plant and Soil, 131: 177–185.

Kumar Chanda, G., Bhunia, G. and Kumar Chakraborty. **S. 2011.** The effect of vermicompost and other fertilizers on cultivation of tomato plants. Journal of Horticulture and Forestry. 3(2). pp. 42-45.

Kumar, R., V.P. Singh, and R.C. Singh. 2002. Effect of N and P fertilization on summer planted mung bean (*Vigna radiate* L.). 24(3): 467-470.

Kuramitz, H., Sazawa, K, Nanayama, Y., Hata, N., Taguchi, S., Sugawara, K. and Fukushima, M. 2012. Electrochemical Genotoxicity Assay Based on a SOS/*umu* Test Using Hydrodynamic Voltammetry in a Droplet**.** Sensors, 12: 17414-17432.

Liu J, Vipulanandan C, Cooper TF, Vipulanandan G. 2013. Effects of Fe nanoparticles on bacterial growth and biosurfactant production. *J. Nanoparticle Res*. 15:1-13.

Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development, andnutrient content of creeping bentgrass. Crop Science 33: 1023–1025.

Mackowiak, C.L., P.R. Grossl nd B.G. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Sci.65: 1744-1750.

Malcolm R.E., and vaghuan D.V.(1979). Humic substances and phosphatase activies in plant tissues. Soil Biology,Biochem,11:253-259.

Marschner, H. and B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizai symbiosis. Plant and Soil, 159:89–102.

Meenakumari, T. and Shekhar, M. 2012. VERMICOMPOST and Other Fertilizers Effect on Growth, Yield and Nutritional Status of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Planet. World Research Journal of Agricultural Biotechnology .ISSN: 2278-9847 & E-ISSN: 2278-9855. 1(1). pp:14-16.

Mehta, N., Karnwal, A. 2012. Solid waste management with the help of vermicomposting and its applications in crop improvement. Journal of Biology and Earth Sciences, 3(1): B8-B16.

Mirzakhani, M. Ardakani, M. R., Aeene Band, A., Rejali. F. and Shirani Rad. A. H. 2009. Response of Spring Safflower to Co-Inoculation with *Azotobacter chroococum* and

Glomus intraradices Under Different Levels of Nitrogen and Phosphorus. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3(4) 255-261.

Mishra, B., and Srivastava, L.L. 1988. Physiological properties of has isolated form major soil associations of bihar. Soil. Sci. 36, 1-89.

Mobasser, H.R., Moradgholi A., Mehraban A., Koohkan S. 2012. Investigation of mycorrhizal effect on agronomic traits and protein percent of corn varieties in Sistan. *International Journal of AgriScience* . 2(2): 108-119.

Moraditochaee, m. 2012. Effects of humic acid follar SPRAYING and NITROGEN Fertilizer Management on yield of Peanut(*Arachis hypogaea* L.) in iran. ARPN. Journal of Agricultural and Biological Science. 7(4):289- 293.

Moura1, J. D. O., Rocha, M. D. M., Ferreira Gomes, R. L., Freire Filho, F. R., Silva, K.J. D. E., and Queiroz Ribeiro. V. 2012. Path analysis of iron and zinc contents and others traits in cowpea. Crop Breeding and Applied Biotechnology 12: 245-252.

Munroe, **G. 2004.** Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture**.** Organic Agriculture Centre of Canada**.** OACC (Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture)1-40.

Muchovej, R. M. 2009. Importance of Mycorrhizae for Agricultural Crops. *University of florida IFAS Extension* , 1-5.

Nadi, M., Sedaghati, E. and Fuleky, G. 2012. Evaluation of humus quality of forest soils with two extraction methods. International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE), 2 (3): 124-127.

Nagavallemma, K., Wani, S., Lacroix, S., Padmaja, V., Vineela, C., Babu, R. M. 2006 . Vermicomposting: Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer. *SAT eJournal , 2* (1).

Ndegwa, P. M., & Thompson, S. 2000. E€ects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. *Bioresource Technology , 75*, 7-12.

Najar, I. A. and Khan, **A. B. 2013.** Effect of Vermicompost on Growth and Productivity of Tomato (*Lycopersicon esculentum)* Under Field Conditions. *Acta Biologica Malaysiana.* 2(1): 12-21.

Nuri, A. S. M., Gandaseca, S., Haruna Ahmed, O. and Muhamad, N. and Majid, Ab. 2011. Effect of Tropical Peat Swamp Forest Clearing on Soil Carbon Storage. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 6 (1): 80-83.

Olotuah O.F. and Fadare Z.O. 2012. Growth morphology and seed quality variation among five indigenous varieties of cowpea, V*igna unguiculata* (L.) Walp. *International Journal of AgriScience.* 2(6): 546-549.

Omar, N.F., Aishah Hassan, S., Kalsom Yusoff, U., Ashikin Psyquay Abdullah, N., Edaroyati Megat Wahab, P. and Rani Sinniah, U. 2012. Phenolics, Flavonoids, Antioxidant Activity and Cyanogenic Glycosides of Organic and Mineral-base Fertilized Cassava Tubers**.** Molecules, 17, 2378-2387.

Payne, W.A., C.W.Wendt., L.R.Hossner ., and C. E. Gates. 1991; Estimating pearl millet leaf area. Agron. J. 83: 937-941.

Pinton, R., S. Cesco, G. Iacolettig, S. Astolfi & Z. Varanini. 1999. Modulation of NO3- uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H+ATPase. Plant and Soil. 215: 155 - 161.

Rajasekar, K., Daniel, T. and Karmegam, N.2012. Microbial Enrichment of Vermicompost**.** International Scholarly Research Network. ISRN Soil Science: 1-13.

Read, D.J.1998. The ecophysiology of mycorrhizai symbioses with special reference to impact upon plant fitness. In. Physiological Plant Ecology. Press, M.C., Scholes, J.D. and Barker, M.G. (Eds).39 Symposium of the Birtish Ecological Society held at the University of york, September 7-9, 1998. Cambridge University Press. ISBN.0632054913.494 p.

Rizza, F., C. Crosatti, A.M. Stanca, and L. Cativelli. 1994. Studies for assessing the influence of hardening on cold tolerance of barley genotypes. Euphytica. 75:131-138.

Robert, E. P. organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health.

Sairam, R.K. and G.C. Srivastava. 2001. Water stress tolerance of wheat *(Triticum aestivum L.)*. Variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. J. Agron. Crop Sci. 186: 63-70.

Samarbakhsh, S., Rejali, F., Ardakani, M.R., Pak Nejad F., and Miransari, M. 2009. The Combined Effects of Fungicides and Arbuscular Mycorrhiza on Corn (*Zea mays* L.) Growth and Yield under Field Conditions. *Journal of Biological Sciences, 9: 372-376.*

Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Anderu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D. 2002. Humic substances and Amino acid improve effectiveness of Chelate FeEDDHA in Lemons trees. J. of Plant Nutrition. 25(11): 2433-2442.

SARANYA, K. and KUMUTHA, K. 2011. STANDARDIZATION of the SUBSTRATE MATERIAL for LARGE SCALE PRODUCTION of *ARBUSCULAR MYCORRHIZAL* INOCULUM.International Journal of Agriculture Sciences. 3(1):71-77.

Singh, R., Divya, S., Awasthi, A. and Kalra, A. 2011. Technology for efficient and successful delivery of vermicompost colonized bioinoculants in Pogostemon cablin (patchouli) Benth.

Sinha, J., Kumar Biswas, C., Ghosh, A. and Saha, A. 2010. Efficacy of Vermicompost against fertilizers on Cicer and Pisum and on population diversity of N2 fixing bacteria. Journal of Environmental Biology. 31. p. 287-292.

Smith. S.E. and Read, D.J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis,2 Edn. Academic Press, San Diego, California, USA.605 p.

Tahami – Zarandi, M.K. 2010. Assessment of organic, biologic and fertilizer on yield, yield components and essence of basil .MSc. dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (in Persian).

Tahir, M.M., M. Khurshid, M.Z. Khan, M.K. Abbasi, and H.M. Kazmi. 2011. lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. Pedosphere. 21: 124-131.

THOMSON, B. D. ROBSON, A. D. and ABBOTT, L. K.1986. EFFECTS OF PHOSPHORUS on THE FORMATION of MYCORRHIZAS by *GIGASPORA CALOSPORA* and *GLOMUS EASCICULA TUM* in RELATION to ROOT CARBOHYDRATES. The New Phytologist. 103**,** 751-765.

Theunissen, J. Ndakidemi, P. A. and Laubscher, C. P.2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences. 5(13): 1964- 1973.

Theurer, J.C.1979. Growth pauerns in sugar beet production. J. Am. Soc. sugar beet Technol. 24: 343_367.

Thomas, R.S., Dakessian, S., Ames, R.N., Brown, M.S., and Bethlenfalvay, G.J. 1986. Aggregation of a silty clay loam by mycorrhizal onion roots. Soil Science Society of America Journal 50: 1494–1499.

Tuffen, F., Eason, W.R.,Scullion,j., 2002. The effect of earthworms and arbescular mycorrhizal fungi on growth of and 32P transfer between allium porum plants. Soil biology& Biochemestry, 34,1027-1036.

Turkmen O., A. Dursun, M. Turan and C. Erdinc. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) seedlings under saline soil conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science. 54:168-174.

Udo, I. O. and Akpan, E. A. 2012. Evaluation of Local Spices as Biopesticides for the Control of *Ootheca mutabilis*, Shalbera and *Clavigralla tomentosicollis* (Stal.) on Cultivated Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in Nigeria. Journal of Agricultural Science. 4(10).

Verlinden, G., T. Coussens, A. De Vliegher, and G. Baert. 2010. Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass and Forage Science.65: 133-144.

Vukovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A. and Sajko, K., 2008. Nitrogen use efficiency in winter wheat. Cereal Research Communications, 36: 1199- 1202.

Wang X.J., Wang Z.Q., and Li S.G.(1995). The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use Manage,11:99-102.

Widada, J., D. I. Damarjaya and S. Kabirun. 2007. The interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria on the growth and nutrients uptake of sorghum in acid

soil. First International meeting on microbial phosphate solubilization developments. Plant Soil 102: 173-177.

Wu, S.C., Z.H. Caob, Z.G. Lib, K.C. Cheunga, and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solublizers and A.M fungi on Maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.

XAVIER, D.M., SILVA, A.S., SANTOS, R.P., MESKO, M.F., COSTA, S.N., FREIRE, V.N., CAVADA, B.S. and MARTINS, J.L. 2012. Charaterization of the coal humic acids from the Candiota Coalfield. Brazil .International Journal of Agriculture Sciences. 4(5): 238-242.

Zhu Y.G, P. Christie and A.S. Laidlaw. 2001. Uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal white clover from Zn-contaminated soil. Chemosphere, 42:193–199.

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, s., Amarowicz, r. and De Feo, V. 2013. Antioxidant Activity of the Extracts of Some Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) Cultivars Commonly Consumed in Pakistan. *Molecules*, *18*: 2005-2017.

Abstract

Environmental pollution, particularly, the contamination of soil and water resources, resulting from the indiscriminate use of chemical fertilizers, caused threats of human health. One of the strategies to improve the quality of agricultural products, soil, and remove pollutant is the use of organic fertilizers in agricultural products. In order to study the effect of Mycorrhizal fungi, Vermicompost and Humic acid on qualitative and quantitative characteristics of cowpea plant (*Vigna unguiculata L.)*, an experimental field was conducted during growing season of 2011-2012 at the Technology University Agricultural Research Station located in Bastam. The experiment was a factorial experiment based on randomized complete blocks design with three replications. The factors were Mycorrhizal inoculation in the two levels (inoculated and non-inoculated with *glomus intraradices*), Vermicompost in the three levels (0, 3 and 6 ton/hr) and Humic acid in the two levels (Non-use and use of Humic acid). Plants inoculated with Mycorrhizal fungi increased shoot dry weight, pod length, number of lateral shoots, root colonization and chlorophyll b content of leaf. Application of Humic acid increased the percentage of root colonization and chlorophyll b content of leaf. Application of Vermicompost increased the dry weight of stem, leaf and pod, pod length, number of seeds per pod, the chlorophyll b. In most cases, between the use of 3 ton and 6 ton/ha Vermicompost was not a significant difference. Combined inoculation of Vermicompost and Humic acid increased the leaf dry weight. Combined inoculation with Mycorrhizal fungi and Vermicompost increased shoot dry weight, pod length, number of lateral shoots, root colonization, stem diameter, seed yield and biological yield. Chlorophyll b, cowpea seed protein percent and nitrogen percent At the time of application Mycorrhiza and Humic acid increased. Application of Triple Mycorrhizal fungi, worm compost and Humic acid increased the leaf dry weight and number of lateral shoots.Vermicompost fertilizer , Mycorrhizal fungi and Humic acid increased growth index compared to control . In the meantime Vermicompost fertilizer had greater impact on growth index.

Keywords: Cowpea, Mycorrhiza arbuscular, Vermicompost and Humic acid.

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

M.Sc. Thesis

Effect of mycorrhiza, vermicompost and humic acid application on development and yield of *Vigna unguiculata* L.

Narges hajihasani

Supervisors:

Dr. M.R. ameriyan

Dr. H.R. asghari

Advisors:

Eng. M. Rahimi

February 2014